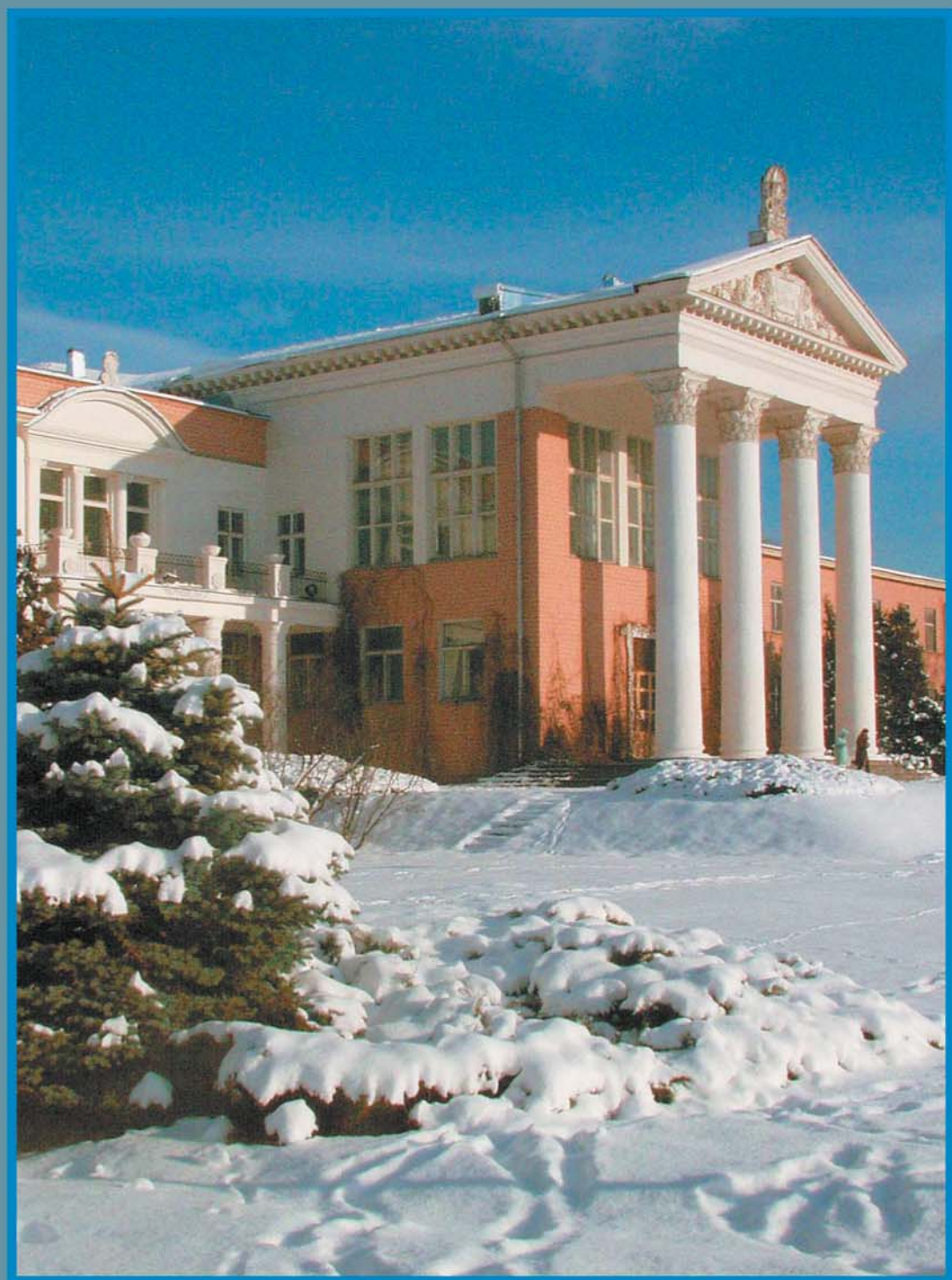


ПРИРОДА

12 05



В НОМЕРЕ:**3 УНИКАЛЬНАЯ КОЛЛЕКЦИЯ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ**

К 60-летию Главного ботанического сада

Скворцов А.К.**Предыстория (4)****Демидов А.С., Шатко В.Г.****Главный сад России (7)****Александрова М.С.****Вересковый садик (19)****25 Хомяков А.П., Расцветаева Р.К.****Как мы потеряли барсановит и обрели георгбарсановит**

История открытия одного минерального вида

Минерал барсановит был дискредитирован и исключен из международного минералогического кадастра, но впоследствии его удалось восстановить в статусе самостоятельного вида.

29 Варламов В.В., Бобошин И.Н.**Во многом знании — новое знание!**

Базы данных как метод исследования

Современные базы данных содержат столь обширные сведения, что часто приобретают качество предсказательности. Процесс извлечения новой информации показан на примере исследований в области ядерной физики.

39 Ширинский В.П., Воротников А.В.**Клеточная подвижность в сердечно-сосудистой системе**

Врожденные или приобретенные нарушения двигательной активности клеток сердечно-сосудистой системы могут стать причиной сердечной недостаточности, инфарктов и инсультов.

45 Садчиков А.П.**Московскому обществу испытателей природы 200 лет****47 Гиляров А.М.****Феномен Винберга**

Очерк, посвященный 100-летию со дня рождения гидробиолога Георгия Георгиевича Винберга, первоначально носил название «Обгоняющий время». Выдающиеся труды в области гидробиологии и лимнологии, обаяние интеллекта и высокая культура позволили Винбергу уже на ранних этапах выдвигаться в лидеры и не сдавать своих позиций, постоянно опережая своих собратьев по научным интересам теорией и конкретными результатами.

Научные сообщения**61 Алифанов В.Р., Туманова Т.А., Курзанов С.М.****Первое открытие стегозабра в Монголии****64 Новости науки**

«Cassini» — искусственный спутник Сатурна (64). Онионы поглощают космическое излучение (64). Первый тройной астероид (64). Почему у экзопланет вытянутые орбиты (65). Молния в автоколебательном режиме. Штремель М.А. (66). Электроны выстраиваются в очередь (66). Микроэволюция колорадского жука и инсектициды. Николенко А.Г., Беньковская Г.В., Поскрыков А.В., Удалов М.Б. (67). Тайны волосатых мышей. Гиляров Д.А. (67). Как поймать геккона (68). Моллюски ускоряют осаждение органики (68). Черепаха-путешественница (68). Раннее предупреждение о цунами (69). Проблемы отработанного ядерного топлива (70). Коротко (60)

Рецензии**71 Лопухин Ю.М.****Золотая медаль за «Физиологию»****78 Новые книги****В конце номера****79 Чарлиер Р., Аксельрод-Чарлиер К.****Несколько жизней «Калипсо»****86****Тематический и авторский указатели журнала «Природа» за 2005 год**

CONTENTS:

3 AN UNIQUE COLLECTION AND RESEARCH INSTITUTION

To 60th anniversary of the Central Botanical Gardens

Skvortsov A.K.

Prehistory (4)

Demidov A.S., Shatko V.G.

The Main Russian Gardens (7)

Aleksandrova M.S.

Heather Garden (19)

25 Khomyakov A.P., Rastsvetaeva R.K.

How We Lost Barsanovite and Gained Georgbarsanovite

History of discovery of a new mineral species

Mineral barsanovite was discredited and excluded from international mineralogic cadastre, but later it was reinstated as independent mineral species.

29 Varlamov V.V., Boboshin I.N.

Thorough Knowledge Gives a New Knowledge!

Data bases as a research method

Modern data bases contain so extensive material that they often assume prognostic capabilities. The process of extracting new information from them is illustrated by example of nuclear physics research.

39 Shirinsky V.P., Vorotnikov A.V.

Cell Movements in Cardiovascular System

Congenital or acquired abnormalities of motion activity of cells in cardiovascular system can lead to impaired cardiac function, cardiac infarction and strokes.

45 Sadchikov A.P.

200th Anniversary of Moscow Society of Naturalists

47 Ghilyarov A.M.

Phenomenon of Vinberg

This feature story dedicated to centenary of hydrobiologist Georgij Georgievich Vinberg was initially entitled «Outrunning epoch». Outstanding results in hydrobiology and limnology, intellectual charm and considerable culture very early allow Vinberg to take first place and never give in, permanently outdoing his rivals in science both in theory and concrete results.

Scientific Communications

61 Alifanov V.R., Tumanova T.A., Kurzanov S.M.

The First Discovery of Stegosaurus in Mongolia

64 Scientific News

«Cassini» — a Satellite of Saturn (64). Onions Absorb Cosmic Rays (64). The First Triple Asteroid (64). Why Exoplanets Have Elongated Orbits? (65). Lightning in Self-Oscillation Regime. **Shtremel M.A.** (66). Electrons Queue Up (66). Colorado Beetle Microevolution and Insecticides. **Nikolenko A.G., Ben'kovskaya G.V., Poskryakov A.V., Udalov M.B.** (67). Hairy Mice Mysteries. **Ghilyarov D.A.** (67). How to Catch a Gecko (67). Molluscs Accelerate Organic Particles Precipitation (68). A Traveling Turtle (68). Early Warning On Tsunami (69). Spent Fuel Problems (70).
In Brief (60)

Book Reviews

71 Lopukhin Yu.M.

Golden Medal for Physiology

78 New Books

End of Issue

79 Charlier R., Axelrod-Charlier C.

Several Lives of «Calypso»

86 Subject and Author's Index of «Priroda» Journal for 2005

УНИКАЛЬНАЯ КОЛЛЕКЦИЯ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

К 60-летию Главного ботанического сада



60-летняя история Главного ботанического сада им.Н.В.Цицина РАН не всегда была безоблачной – случались годы подъема и спада. И сегодня сад, как и вся отечественная наука, переживает не лучшие времена. Проблемы банальны: это прежде всего недостаточное финансирование, а за ним, как следствие, – старение кадров. Из 126 сотрудников сада молодых – считанные единицы. Значит, вопрос преемственности, особенно важный для ботаников, работающих в саду, необходимо решать уже сегодня. Но несмотря на все беды, сад живет, пополняются его коллекции, идет научная работа, и он действительно остается прекрасным садом, любимым местом отдыха москвичей.

В этом номере сотрудники Главного ботанического сада рассказывают о его предыстории, о сегодняшнем облике и научных задачах, а также о первом в России вересковом садике. Думаем, что в декабрьском номере журнала читателей порадуют замечательные фотографии цветущих растений.

Предыстория

А.К.Скворцов,
доктор биологических наук,
главный научный сотрудник ГБС РАН
Москва

Ботанический сад, как показывает само название, — сочетание двух компонентов: науки ботаники и сада. Ботаника изучает зеленый мир — основу, благодаря которой существует на Земле все живое, в том числе и человечество. Слово «сад» в русском языке обозначает далеко не только «участок земли, засаженный деревьями, кустами и цветами (обычно с проложенными дорожками)» [1]. Садам мы называем все, что растет, цветет и радует человека: отсюда — «детский сад» и «поэзия садов» [2]. Это сочетание оказалось столь удачным и жизненным, что прошло через всю историю европейской цивилизации от эпохи Возрождения до наших дней. Каких только перемен, перекроек границ, войн, революций и иных потрясений и переворотов не случилось за эти полтысячелетия в Европе, но ботанические сады росли и умножались не только в Европе, но и на других континентах, а вместе с тем увеличивалось их значение для науки и общества.

Первые ботанические сады возникли на родине Возрождения — в Италии в XVI в. (1540 г. — Падуа, 1547 г. — Пиза и Болонья) как одно из проявлений зарождающихся естественных наук и

как пособие для университетского преподавания. За ними последовали сады по остальной Европе. Многие из них развились из существовавших еще ранее аптекарских огородов. Таковы, в частности, старый сад Московского университета на 1-й Мещанской (ныне проспекте Мира) и ботанический сад на Аптекарском острове в Петербурге, где сейчас Ботанический институт РАН.

Наконец, третьим источником формирования ботанических садов в XVII—XVIII вв. стали сады коронованных особ или просто состоятельных людей, желавших показать себя покровителями наук, а вместе с тем поразить своих гостей обилием экзотических растений и их плодов. О подобных садах сохранился целый ряд печатных описаний, обычно составленных специалистами, часто с иллюстрациями; теперь они представляют большой исторический интерес. В России в конце XVIII — начале XIX в. особенно знаменит был ботанический сад графа А.Разумовского в Горенках (на восточной окраине Москвы, в районе нынешней Балашихи); в 1808 и 1812 гг. были изданы каталоги этого сада [3].

С самого начала важной чертой ботанических садов было отсутствие всякой меркантиль-

ности, они служили только высокой науке — и как источник материалов для ученых занятий, и как пособие для преподавания, и просто как средство просвещения широкой публики. Один из известнейших ученых мужей Европы XVI в. Конрад Геснер утверждал, что истинный ученый («philosophus physicus») не стремится ни к сиюминутной пользе, ни к собственному обогащению («neque utilitatem aut lucrum quaerit»). Соответственно, его сад и должен быть не садом зеленщика, не садом Адониса или Эпикура, не садом медика или фармацевта («non clitoris, non Adonidis aut Epicuri, non medies aut pharmacopolaе»). И сейчас во многих странах (в частности, в США) ботанические сады, будучи некоммерческими учреждениями, не имеют права заниматься коммерцией. Как, впрочем, и национальные парки: все, что там предоставляется как обслуживание или продается, принадлежит не самому парку или саду, а предприятиям со стороны.

Тот же принцип положен и в основу обмена семенами (или иным живым материалом) между садами. Такой обмен особенно широко развернулся в XIX—XX вв. Сейчас существует и основанное на доверии правило, что полученный по об-

ну материал не будет использован в коммерческих целях. Семенной обмен — характерная черта ботанических садов — прежде всего служит интересам самого сада, а вместе с тем связывает его с другими садами, в своей стране и за границей, в некое живое профессиональное сообщество.

Сегодня круг целей и задач ботанических садов (помимо поддержания самого сада) можно свести к следующим основным направлениям.

Фундаментальные науки представлены только в садах, имеющих центральное значение для страны или важного региона, и при условии надежного финансирования.

Прикладные науки в основном связаны с интродукцией растений. Важность интродукции для человеческой цивилизации вряд ли требует доказа-

тельств: достаточно напомнить, что ни одна полевая продовольственная культура России не происходит из видов местной природной флоры. Круг культурных растений медленно, но неуклонно расширяется, и интродукция в ботанических садах часто служит первым шагом к этому.

Образование. Почти все вузы, где учат ботанике, имеют свои ботанические сады, часто совсем маленькие. У более крупных садов образовательная функция может быть еще шире и вовлекать публику всех возрастов — от детей до пенсионеров.

Охрана среды. Когда во второй половине прошлого века резко обострилась проблема равновесия биосферы, в качестве одного из ее центральных звеньев определилась важность сохранения биологического разнообразия. Вполне естест-

венно, что ботанические сады оказались в первых рядах исполнителей этой миссии.

Гуманитарные функции. Ботанический сад должен быть и садом в высоком смысле этого слова, способным радовать человека и укреплять его душевные и интеллектуальные силы. Неслучайно же крупные сады приурочены к крупным городам. Не нарушая своей специфики, правил и традиций, сад тем не менее должен быть интересен и привлекателен и для горожан, и для приезжих.

Думаю, что все перечисленное выше, безусловно, относится и к Главному ботаническому саду РАН, которому в этом году исполнилось 60 лет. Однако его история будет неполной, если не сказать несколько слов о его предшественниках.

В конце XVIII — начале XIX в., как уже упоминалось, су-



Земельный план окрестностей Останкина и Марьиной слободы XVIII в. Имение Н.П.Шереметева. Северная часть входит в состав современной территории Главного ботанического сада. Из архива музея Останкино.

ществовал ботанический сад графа Алексея Разумовского в Горенках, считавшийся до 1830 г. одним из чудес Москвы. Судя по изданным каталогам, сад имел очень богатые коллекции как в открытом грунте, так и в оранжереях. После смерти Разумовского в 1822 г. его наследники не захотели или не смогли далее содержать такой дорогостоящий сад. В то же время в Санкт-Петербурге в 1823 г. Аптекарский сад (ранее называвшийся Аптекарским огородом, основанный в 1714 г.) преобразовали в Императорский ботанический сад. Его директором назначили профессора Московского университета Ф.Б.Фишера, бывшего управляющим сада в Горенках. После революции Императорский сад стал называться Главным ботаническим садом. В 1930 г. его передали Академии наук, а с 1932 г., после слияния с ботаническим музеем Академии наук, он получил название Ботанический институт РАН. Надо сказать, что еще в 1913 г. Императорский сад в связи со своим юбилеем, умело привязанным к 300-летию Дома Романовых, он получил прекрасное но-

вое здание для гербария и библиотеки.

В тех же 30-х годах Академия наук переехала в Москву, но Зоологический и Ботанический институты остались в Ленинграде. В Москве они не могли получить помещений, сравнимых с имевшимися. Поэтому еще до войны родилась идея организовать новый центр ботанических наук в Москве, за которую особенно ратовал пользовавшийся авторитетом «на верхах» академик Б.А.Келлер. В пользу этого говорил и тот факт, что В.Л.Комаров, директор Ботанического института в Ленинграде, главную задачу на ближайшие годы видел в многотомном издании «Флоры СССР». Но разразилась война, академик Келлер умер, и идея заглохла.

Возродилась она в конце войны, в рамках широкого круга мероприятий, направленных на резкий подъем науки в стране, — в немалой степени в предвидении неизбежного после войны научно-технического соревнования с Западом. В январе 1945 г. правительство постановило организовать в Москве ботанический сад Академии наук, а 14 апреля 1945 г. Академия на-

ук приняла решение о закладке Главного ботанического сада Академии наук СССР. Директором назначили академика Н.В.Цицина, а его заместителем — известного ботаника П.А.Баранова, который далее принимал значительное участие в разработке генерального плана сада.

Первоначально предполагалось разместить сад на Воробьевых горах, где еще до середины 50-х годов существовал питомник сада (земля позднее была отдана под строительство Дворца пионеров). Но выбор пал на Останкино, где сохранились уникальные лесные массивы — Ерденьевская роща, Останкинская дубрава и Леоновский лес. Впервые эти места упоминаются в хрониках 1584 г. как земли, принадлежащие князьям Черкасским, а с 1743 г. они стали владением Шереметевых, в котором был установлен заповедный режим. Но к концу XIX в. из-за активного строительства дач состояние территории заметно ухудшилось. Строительство сада в Останкино возвращало этой территории прежнюю уникальность.

Литература

1. Словарь соврем. русского литерат. языка. Т.13. С.33. М.; Л., 1962.
2. Лихачев Д.С. Поэзия садов. Л., 1982. С.343.
3. Catalogue du Jardin des Plantes de son excellence monsieur le Comte Alexis de Razoumoffsky a Gorenki. Moscou, 1812.
4. Gesnerus C. Horti Germaniae // V. Cordus, Adnotationes in Dioscoridis Materia medica. F.236—300. Argentorati, 1561.

Главный сад России

А.С.Демидов,

доктор биологических наук

директор Главного ботанического сада им.Н.В.Цицина РАН

В.Г.Шатко,

кандидат биологических наук

Главный ботанический сад им.Н.В.Цицина РАН

Москва

Еще не стихли последние бои Великой Отечественной войны, а на северо-востоке столицы, на площади 331.5 га архитекторы, биологи и садоводы страны начали строительство нового ботанического сада, отдавая ему не только свои знания и опыт, но и частичку своей души, своего сердца. И потому Главный ботанический сад стал своеобразным живым памятником Великой Победы.

Строительство сада, его развитие и становление как научно-исследовательского центра экспериментальной ботаники неразрывно связано с именем выдающегося ботаника, генетика и селекционера, дважды Героя Социалистического Труда, лауреата Ленинской и Государственной премий академика Николая Васильевича Цицина, который был его директором со дня основания в течение 35 лет. В 1991 г. постановлением Президиума АН СССР Главному ботаническому саду присвоено имя Н.В.Цицина.

За годы своего существования сад действительно стал Главным ботаническим садом страны, институтом экспериментальной ботаники и богатейшим музеем растений. Его уникальные коллекции, насчитывающие более 17 тыс. видов,

сортов и форм растений — крупнейшие в России. Они постоянно пополняются благодаря обмену с отечественными и зарубежными ботаническими учреждениями, а также материалу, собранному в многочисленных экспедициях. Их было более 130 в разные регионы бывшего СССР (Среднюю Азию, Кавказ, Дальний Восток, Карпаты, Сибирь, Алтай) и за рубеж (на Кубу, в Индию, Гану, Монголию, Бразилию, Вьетнам, США, страны бассейна Индийского океана). К сожалению, в последние годы такие экспедиции стали большой редкостью.

Уникальные коллекции сада привлекают не только специалистов из всех уголков страны, но и из-за рубежа. Ежегодно в сад приходит почти полмиллиона посетителей, чтобы полюбоваться его ландшафтами и познакомиться с прекрасным миром растений — в этом заключается еще одна, культурно-просветительская функция сада. В свою очередь, сотрудники сада активно пропагандируют ботанические знания, выступая в периодической печати, многочисленных природоведческих журналах, на радио и телевидении, читают лекции, дают бесчисленные консультации.

Выполнению всех этих задач подчинена структура сада, включающая 17 научных струк-

турных подразделений (восемь отделов, пять самостоятельных лабораторий и три лаборатории в составе отделов, а также Чебоксарский филиал): отделы флоры, дендрологии, тропических и субтропических растений, декоративных растений, культурных растений, защиты растений с карантинной службой, отдаленной гибридизации (в его составе три лаборатории), а также внедрения научно-технических разработок, научно-технической информации; гербарий, лаборатории семеноведения и мобилизации растительных ресурсов, физиологии и биохимии растений, физиологии иммунитета растений, ландшафтной архитектуры и садоводства (табл.).

Интродукционные отделы (природной флоры, дендрологии, декоративных, культурных растений, тропической и субтропической флоры) ведут поиск новых, ценных в научном и хозяйственном отношении видов, определяют возможности их выращивания, проводят оценку биологических и хозяйственных свойств, отбор наиболее перспективных форм для широкого практического использования. Значительное внимание в последние годы уделяется охране редких и исчезающих видов растений: составляются их списки, разрабатываются спо-

Таблица
Структура Главного ботанического сада

Отдел, экспозиция	Площадь	Число видов, форм, сортов в настоящее время	Число видов, форм, сортов, прошедших испытание за 60 лет
Флоры	30 га	2156	Свыше 7000
Дендрологии	75 га	2020	
Тропических и субтропических растений	5000 м ²	5273	Свыше 8000
Декоративных растений	17,5 га и 2500 м ² (оранжереи)	6055 (в том числе 1345 видов, 4710 сортов)	Около 25 тыс.
Культурных растений	18 га	712 видов, 1576 сортов	Свыше 4500
Внедрения	1,5 га	210 видов, 212 сортов	1200 видов, 1500 сортов
Чебоксарский филиал	176 га	Около 1400	

собы выращивания и размножения для последующей реинтродукции в природные условия.

Другие подразделения сада можно отнести к разряду экспериментальных. Так, в отделе отдаленной гибридизации решают трудную и чрезвычайно важную задачу создания новых видов и форм растений путем скрещивания. В течение многих лет здесь заняты селекцией хлебных злаков. Долгое время селекционеры считали невозможным получать плодовые межродовые гибриды, а сотрудникам сада под руководством Н.В.Цицина удалось преодолеть нескрещиваемость представителей отдаленных родов и видов и вывести продуктивные гибриды пшеницы и пырея, ржи и пшеницы (тритикале) и др. На полях подмосковного хозяйства «Снегири» созданы высокоурожайные зернокарманные сорта, развивающиеся не один год, как обычно, а два-три и более лет.

В лаборатории физиологии и биохимии разрабатывают методы управления ростом и развитием растений. Воздействуя на обмен веществ, повышают их выносливость и продуктивность, с помощью биологически активных веществ ускоряют или, наоборот, задерживают рост и цветение растений.

Сотрудники отдела защиты растений следят за «здоровьем» коллекционных образцов: ищут способы их спасения от вредителей и болезней, следят за новыми поступлениями (семенами, луковицами и живыми растениями), чтобы в сад не попали новые, неизвестные нам болезни и вредители.

Группа мобилизации растительных ресурсов проводит обмен семенами и посадочным материалом с другими ботаническими учреждениями, налаживает контакты с зарубежными фирмами, закупает редкие образцы. Ежегодно сюда поступает около 13 тыс. образцов и приблизительно столько же рассылается в другие ботанические сады. Кроме того, здесь изучают особенности биологии семян, их формирования, покоя и прорастания.

В лаборатории ландшафтной архитектуры и саudoустройства разрабатываются планы и проекты экспозиций.

Растения, успешно прошедшие испытания, размножают в питомниках, а затем передают в другие ботанические сады, цветоводческие хозяйства и озеленительные организации. На производственных участках отдела внедрения выращивают свыше 500 видов древесных и 350 сортов цветочно-декора-

тивных культур, рекомендованных для озеленения.

Крупный гербарий ГБС, в котором 501,6 тыс. листов сосудистых растений и 35,5 тыс. образцов мохообразных, постоянно пополняется и служит необходимым материалом для систематиков. А фундаментальная научная библиотека сада, начитывающая 150 тыс. томов, помогает специалистам знакомиться с последними достижениями биологии.

Но основное богатство сада как научного учреждения — уникальные ботанические коллекции. Ведь главное его назначение — сохранение генофонда флоры как части биологического разнообразия и интродукция растений. Чтобы оставить по возможности нетронутой природу Останкино, где расположен сад, строители отошли от сложившейся традиции и разместили основные коллекции не в центральной части, как принято в большинстве ботанических садов, а вокруг дубравы, по ее периферии. Красочным ожерельем окружают они сохранившийся природный лесной массив.

Входя в ворота сада, вы словно попадаете в мир природы, растений, царство богини Флоры (ее скульптура стоит в вестибюле главного здания). Вы забываете о том, что совсем рядом, за оградой сада — многомиллионная Москва с бесчисленными городскими кварталами, громадами зданий, неиссякаемым потоком машин, шумом улиц и площадей... Здесь же царит тишина, нарушаемая лишь пением птиц да шелестом листьев. Чистый, почти лесной воздух наполнен ароматами свежей зелени и цветов. Все располагает к спокойной прогулке, неторопливой беседе, настраивает душу на философский лад и любование природой.

Сразу за парадным партером — каскад из трех небольших живописных прудов, в зеркало которых смотрятся кудрявые ивы и белые березы. Березо-



Таким был розарий 30 лет назад.

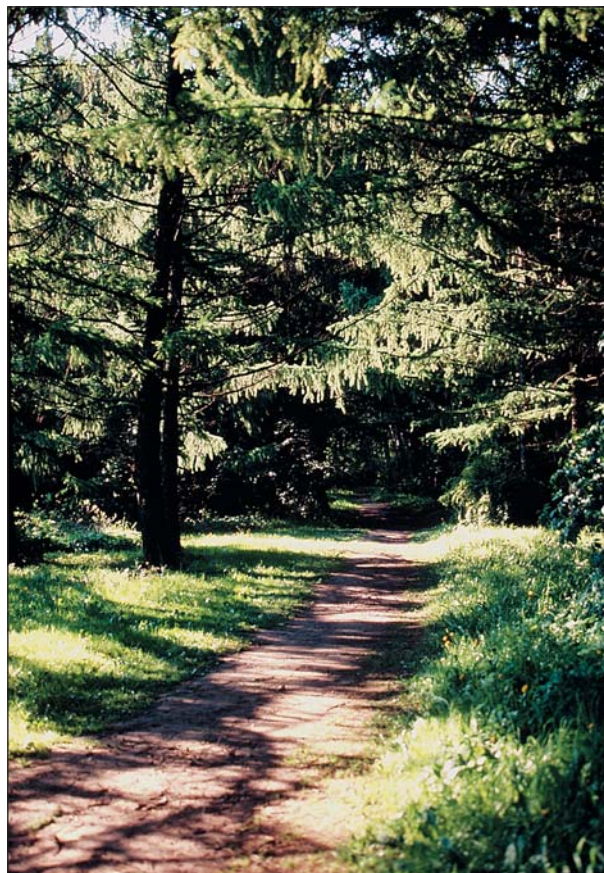
вая роща не случайно открывает экспозицию дендрария, ведь береза — своеобразный символ России, воспетый в стихах и прозе. Между тем мало кто знает, что не у всякой березы ствол белый. Есть виды с почти розовой шелковистой корой, как у березы ильмолистной (*Betula ulmifolia*), или с коричневой, как у березы Гмелина (*B.gmelini*), а есть — с почти черной, как у березы даурской (*B.davurica*). Среди берез, которых в саду около 30 видов и разновидностей, есть и знаменитая береза карельская (*B.pendula f.carelica*), имеющая очень ценную древесину с красивым рисунком, и миниатюрная береза карликовая (*B.nana*), и заморские виды — береза бумажная (*B.papyrifera*) и береза вишневая (*B.lenta*) из Северной Америки.

Вообще дендрарий, занимающий самую большую площадь сада (75 га), построен как ландшафтный парк, где под пологом естественного леса из дуба, бе-

резы, ели и сосны высажено множество иноземных растений. Ботаники и архитекторы стремились наилучшим образом показать их декоративные качества, искусно сочетая контрастные признаки: форму кроны, окраску и фактуру листьев. Сейчас в дендрарии около 2 тыс. видов древесных растений. Эта богатейшая в России коллекция — и одна из лучших в Европе. Деревья и кустарники сгруппированы в ней по систематическому принципу, т.е. растения одного рода высажены компактно на отдельном участке. Естественный лес служит им своеобразной защитой от зимней стужи, летнего зноя и ветров. Многие деревья и кустарники не сразу освоились с московским климатом, только со временем ботаникам удалось отобрать стойкие формы белой акации, японской айвы, граба, тисса и многих других растений, которые теперь успешно растут и дают семена. Интродукция и акклиматизация

древесных растений — дело очень трудоемкое и длительное, требующее больших знаний, наблюдательности, терпения и времени. Так, катальпа бигнониевидная (*Catalpa bignonioides*) — обитательница лесов Северной Америки — прошла около 70 испытаний, прежде чем отобрали стойкий образец. Зато теперь деревья катальпы, достигающие десятиметровой высоты, ежегодно радуют пышным цветением и плодоносят.

Прогуливаясь по дорожкам дендрария, вы словно совершаете путешествие по всем континентам Северного полушария нашей планеты, оказываясь то в Северной Америке, то в горах Азии, в лесах Дальнего Востока или степях юга Европы, а то — в пустынях Средней Азии. Здесь североамериканская туя соседствует с дальневосточной аралией, подмосковная береза — со среднеазиатским тамариксом, а кавказский тис — с канадской елью.



В дендрарии: зимний пейзаж и аллея лиственниц летом.

По обе стороны центральной аллеи, пролегающей через дендрарий, растут рябины. В коллекции сада их 82 наименования. Эти листопадные деревья или крупные кустарники из семейства розоцветных не менее известны и любимы, чем березы. Кроме обычной в средней полосе России рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*), здесь можно видеть рябину колхидскую (*S.colchica*) с эллиптическими кожистыми листьями, кустарниковую рябину судетскую (*S.sudetica*) — обительницу гор Центральной Европы, и растущую в Северной Африке, Малой Азии и Западной Европе рябину широколистную (*S.latifolia*), а также множество гибридов, например сорт «Ликерная», выведенный И.В.Мичуриным, с черными сладкими плодами, «Медный Жар» — голландский сорт с оранжевыми плодами,

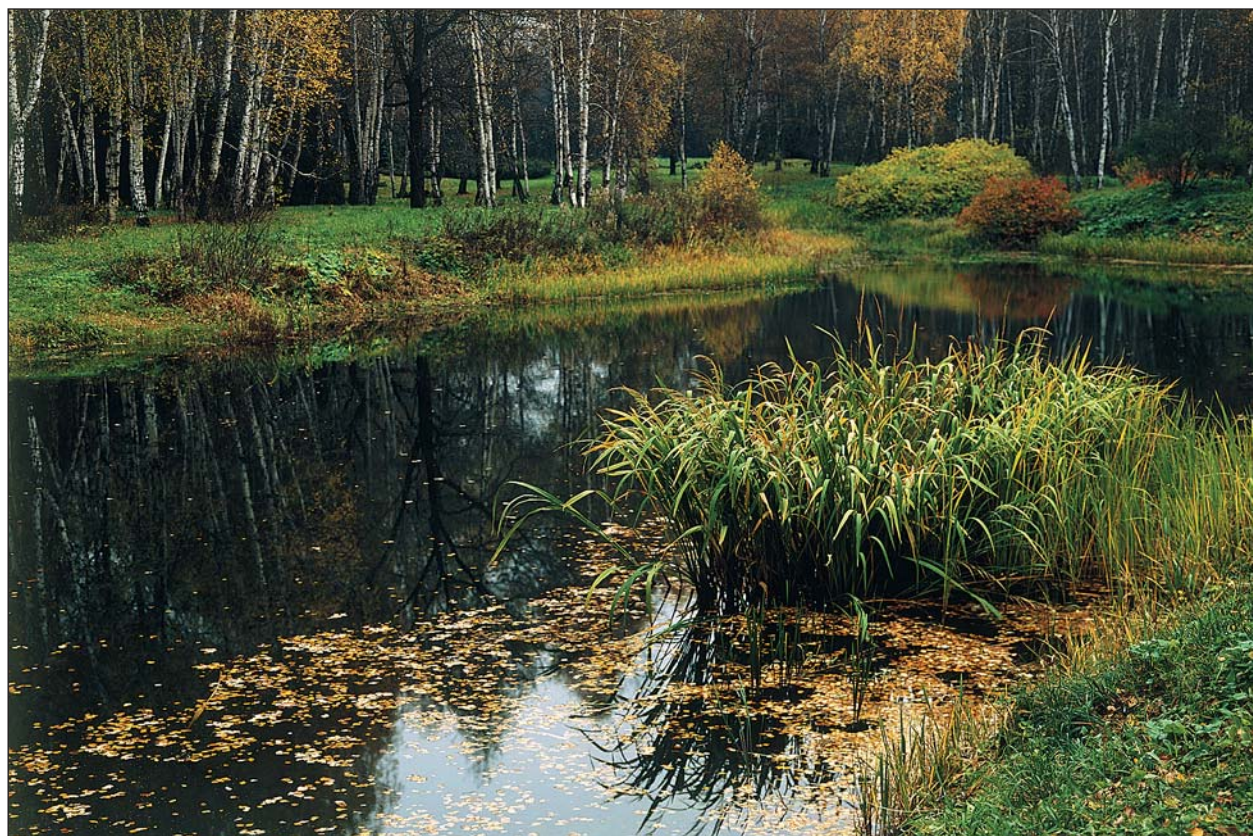
«Розовая Королева» — величественное дерево с удивительными плодами розового цвета.

Ранней весной привлекает внимание небольшая экспозиция рода магнолия. Помимо ярких нарядных цветков, растения этого семейства интересны тем, что они появились на Земле очень давно — 140 млн лет назад и были предками многих современных растений. В природе известно примерно 80 видов магнолии, а в нашей стране — лишь один листопадный вид: магнолия обратнойцевидная (*Magnolia obovata*), растущая на Курильских островах и занесенная в «Красную книгу». В коллекции Главного ботанического сада — три вида, тоже листопадных: магнолия кобус (*M.kobus*) из Японии, магнолия длиннозаостренная (*M.acuminata*) из Северной Америки и гибридная магнолия Суланжа (*M. x soulangea-*

na). Ранней весной на еще безлистных побегах магнолии кобус появляются нежно-розовые цветки с тонким ароматом. У магнолии же длиннозаостренной цветение начинается после распускания листьев, ее цветки не столь экзотичны, они напоминают цветки тюльпана, окрашены в желтовато-зеленый цвет и почти не имеют аромата.

В дендрарии можно видеть дерево, которое часто называют «живым ископаемым», так как оно известно на Земле с юрского периода, когда планету населяли динозавры*. Это гинкго двулопастный (*Ginkgo biloba*) — двудомное дерево с оригинальной формой ветвления и красивыми двулопастными листьями, похожими на маленький веер. У себя на роди-

* См.: Наугольных С.В. Гинкго — история в четверть миллиарда лет // Природа. 2002. №12. С.62—71.



Ранняя весна: первыми зацветают эрики; осенний дендрарий (внизу).



Представители семейства пионовых: пион древовидный с бело-розовыми крупными цветами, растет в дендрарии; пион марьин корень, находится на территории «Сибирь».

не — в горах Юго-Восточного Китая — гинкго растет в теплом и влажном климате, поднимаясь до 1500 м над ур.м. Оно достигает 40 м высоты и 4.5 м в диаметре. В Москве деревья гинкго растут плохо, в двадцатилетнем возрасте их высота чуть более двух метров, они страдают от морозов, ежегодно обмерзая. Несмотря на то, что это древний, реликтовый вид, гинкго оказался в городских условиях чрезвычайно устойчивым к дыму, пыли, газам и пр. Благодаря декоративности и устойчивости гинкго давно введен в культуру и широко распространен в парках всей Европы, а в городах Северной Америки его часто используют и в озеленении.

По соседству с гинкго расположена группа кустарников с узорчатыми, разрезанными листьями — древовидные пионы. Их родина — Китай, где они издавна выращиваются как декоративные растения. В дендрарии можно увидеть два дикорастущих вида: пион Делавея (*Paeonia delavayi*) с красно-оранжевыми цветками и пион желтый (*P. lutea*) — с золотисто-желтыми. Цветут пионы в июне-июле, а их ажурные темно-зеленые листья сохраняются до первых заморозков, эффектно выделяясь на желтом фоне осеннего дендрария.

По периферии одной из полян высажены различные виды и формы ели. Возле крупных взрослых деревьев ели обыкновенной (*Picea abies*), хорошо знакомой жителям средней полосы России, сгруппированы ее декоративные формы. Среди них «Карликовая», напоминающая миниатюрные пирамиды, необычная форма «Перевернутая» с плакучей кроной. Ветви «Змеевидной» формы ели очень длинные и отличаются более крупной хвоей, что придает дереву очаровательный вид. Эта форма ценна еще и тем, что нашли ее в подмосковном лесу, откуда и перевезли в дендрарий. Здесь растение прекрасно

себя чувствует, разрослось
вширь и поднялось вверх.

Вдоль северной границы дендрария расположены на редкость живописные поляны, окруженные вековыми дубами и рощицами иноземных видов боярышника, клена, ореха, бересклета и барбариса. Осенью, в пору «карнавала деревьев», когда их листва раскрашена во все тона золотого и пурпурного, прогулка по этой части сада оставляет незабываемое впечатление. Мягкие лучи осеннего солнца словно заставляют светиться все листья волшебным огнем. Неторопливое кружение падающих листьев, специфический воздух осеннего леса, в котором смешаны запахи увядающей листвы, грибов, каких-то незнакомых плодов — вот те впечатления, что дарит осенний сад. А позже, когда пройдут дожди и деревья лишатся своего осеннего убранства, четче обозначится графика стволов и ветвей деревьев, можно будет любоваться россыпью ярких плодов бересклета и рябины с засыхшими на них каплями влаги.

Дендрарий, как и все другие коллекции сада, существует не только ради демонстрации богатства и разнообразия растительного мира, он служит базой фундаментальных научных исследований, всестороннего изучения растений: особенностей их морфологии, анатомии, физиологии и биохимии, уточнения систематического положения и т.д. Многолетнее изучение растений, собранных и испытанных в дендрарии, а также анализ ассортимента древесных растений, используемых в озеленении Москвы (их оказалось 400), позволил сотрудникам сада рекомендовать теперь 600 таксонов деревьев и кустарников, перспективных для выращивания в скверах, парках и на улицах столицы.

В центре сада находится заповедная дубрава — своеобразный заповедник в заповеднике, вошедший в состав Главного ботанического сада. Основная



Флора Кавказа — одна из шести экспозиций растений природной флоры.



Сад непрерывного цветения.



Цветущие абрикосы в японском саду.



Поле тюльпанов — участок экспозиции цветочно-декоративных растений.

древесная порода заповедника — дуб черешчатый (*Quercus robur*). Средний возраст деревьев превышает 150 лет, но нередко встречаются и двухсотлетние экземпляры. Помимо дуба здесь растут осина, береза и рябина. Сохранился в дубраве и типичный для нее подлесок из лещины, жимолости обыкновенной, крушины ломкой, бересклета бородавчатого и др. Дубрава отделена от остальной части сада изгородью, вход в нее разрешен только научным сотрудникам, которые следят там за изменением растительного покрова в условиях, близких к естественным и, вместе с тем, представляющим собой фрагмент природного леса в окружении многомиллионного города. Такой образец нетронутой природы, одна из северных дубрав средней России в черте огромного мегаполиса — уникальное явление в мировой практике паркостроения.

Заповедный режим дубравы позволяет контролировать состояние леса в условиях регулируемого антропогенного воздействия. Это важно не только в чисто научном отношении, но и открывает новые перспективы для разработки стратегии и тактики охраны природных экосистем и ведения хозяйства в городских лесах. Сама дубрава имеет сугубо практическое значение в формировании пригодной для жизни городской среды. Совершенно очевидно, что создать хорошие условия в городе невозможно только средствами уличного, городского озеленения. Лишь значительные по площади участки леса способны влиять на климат, состав атмосферы, служить биологическим фильтром, выполнять водоохраные функции и т.д. Заповедная дубрава на территории Главного ботанического сада — это своеобразный полигон для изучения городской экологии.

Восточную часть сада занимают растения природной флоры, их около 2500 видов. Растения здесь сгруппированы по бо-

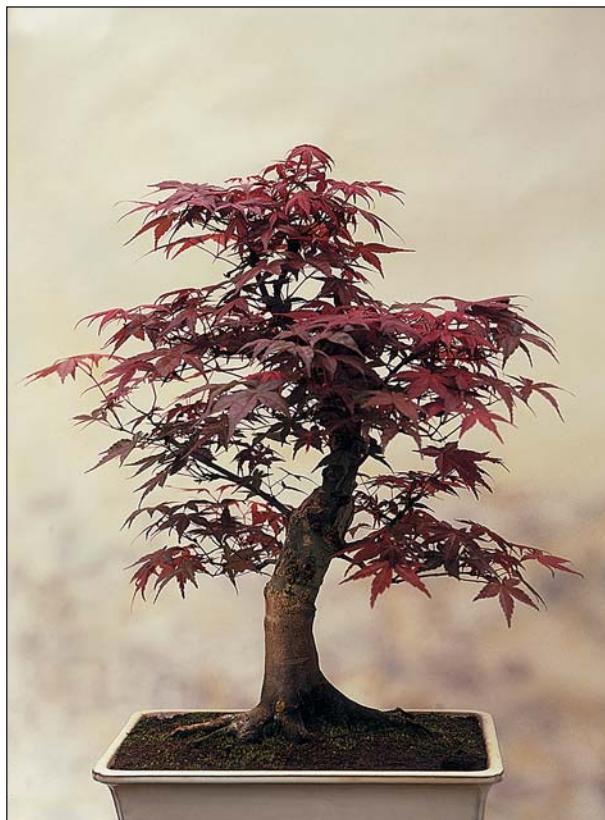
танико-географическому и экологическому принципу в соответствии с крупными флористическими районами: «Европейская часть», «Кавказ», «Сибирь», «Средняя Азия», «Дальний Восток». На площади в 30 га как бы сменяют друг друга разнообразные ландшафты и природные зоны — от южных пустынь и гор до таежных лесов и тундр на севере. Ранней весной, когда в лесной части сада еще не стаял снег, тут уже появляются первые оазисы цветов: лазоревые пролески, белоснежные галантусы, белоцветники, желтые и фиолетовые крокусы. Апогей цветения приходится на май, когда необыкновенным спектром красок вспыхивает степной участок. На фоне серебристых «перьев» ковыля горят на солнце пунцовые маки, эффектно выделяются многочисленные синие соцветия шалфея и высокие, словно канделябры, желтоцветковые коровяки. К степному участку примыкает среднеазиатская горка со своим набором растений: здесь арча, туркестанский клен, алыча, многочисленные злаки, величественные эремурусы, яркие тюльпаны и удивительные ферулы с гигантскими рассеченными листьями. Очень интересны луки, своеобразный ремень Максимовича, а во время цветения — целая группа тамариксов, украшенных нежнейшими кистями-соцветиями розового цвета.

На участке Дальнего Востока в соответствии с характером естественной растительности преобладают лесные виды: корейский кедр (*Pinus koraiensis*), бархат амурский (*Pbellodendron amurense*), орех маньчжурский (*Juglans mandsburica*), многочисленные виды клена, аралия, лианы: актинидия, лимонник, кирказон, виноград. Из травянистых растений особенно привлекательны изящные папоротники, представители высокогорья — сахалинская гречиха, камчатская таволга, дудник сахалинский высотой до трех метров.

Одна из самых красивых и экзотичных экспозиций сада — «Японский сад», созданный в 1987 г. по проекту известного японского архитектора К.Накадзимы. Сад построен в национальных японских традициях, уходящих корнями в глубь веков и исповедующих простоту, естественность, лаконичность и благоговейное отношение к природе. Здесь нет ничего нарочито искусственного, все строится на гармонии камня, воды, растений и элементов архитектуры. Благодаря перепаду высот образовано несколько водоемов, связанных между собой ручьями, оформленными как горные потоки с каскадами струй и водопадов. Над водой нависают ветви можжевельника, а рядом среди каменных глыб растут кусты рододендрона и спиреи. Через живописные пруды перекинуты деревянные мостики. На миниатюрном островке темнеет низкорослая сосна, а неподалеку, на мелководье, горделиво возвышаются ирисы. Органично включены в пейзаж сада элементы традиционной японской архитектуры — каменные фонарики, 13-ярусная каменная пагода, чайный домик и небольшая беседка.

С острова Хоккайдо сюда прибыли знаменитая японская сакура (*Prunus* sp.), клен моно (*Acer mono*), ирис Кемпфера (*Iris kaempferi*), вяз Давида (*Ulmus davidii*), рододендрон японский (*Rhododendron japonicum*) и многие другие растения. В целом же японский сад не избилует разнообразием растений, нет здесь и ярких красок, ландшафт составлен в мягких, приглушенных тонах, благодаря чему и достигается его особая атмосфера.

Японский сад — не просто ландшафтная экспозиция, где можно познакомиться с садовым искусством Востока, но и своеобразный центр других видов японского искусства, в котором по сложившейся традиции устраиваются чайные церемонии, выставки бонсай,



Обитатели фондовой оранжереи: банксия вересколистая из семейства протейных; клен японский из уникальной коллекции бонсай; и цветущие кактусы.

икебаны и даже турниры восточных единоборств. Состоялось тут выступление артистов японского национального театра «Но», специально приехавших в Москву, чтобы дать спектакль в японском саду. Это один из самых посещаемых уголков ботанического сада, куда ежегодно приходит до 50 тыс. экскурсантов.

За речкой Лихоборкой раскинулись своеобразные экспозиции культурных растений, демонстрирующие огромное сортовое и формовое разнообразие используемых человеком культур. Пути происхождения культурных растений и их дальнейшая эволюция составляют главное содержание экспозиции. В ней много сортов народной селекции, редких, нетрадиционных и малораспространенных культур, гибридов, а также лекарственных и эфирномасличных растений. К примеру, здесь можно увидеть гибриды груши с рябиной, груши с кизильником, малины с земляникой, лох многоветковый, клюкву, голубику, жимолость, виноград, лаванду, тимьян, Melissa, мяту и многое другое. Сотрудники сада отобрали сорта многих эфирномасличных растений (например, мяты, лаванды), дающих эфирного масла не меньше, чем в южных районах — местах их традиционной культуры.

Так называемый «Сад непрерывного цветения» расположен на обширной поляне, ограниченной с одной стороны дубравой, а с другой — Каменскими прудами, которые разделяют территорию ботанического сада и ВВЦ. Красоту поляны подчеркивают исполинские дубы, необычный многоствольный экземпляр маньчжурского ореха, стройные ели и можжевельники. Идея этой необычной экспозиции — создать живой календарь цветения. На фоне зеленого газона размещены группы деревьев и кустарников, чередующиеся с яркими пятнами цветущих многолетников. С ранней весны и до поздней осени длит-



Цветущая фейхоа.



Пассифлора голубая, выращивают на Кавказе, в Крыму и Средней Азии.

ся праздник цветения. Крокусы, примулы, нарциссы, пионы, сирень, ирисы, маки, ромашки, флоксы, хризантемы, безвременники сменяют друг друга в калейдоскопе цветения. Всего здесь почти 200 таксонов древесных и 35 — травянистых растений.

Более 6 тыс. видов и сортов растений представлено на участках цветочно-декоративных культур, где наглядны результаты многовековой деятельности человека по селекции и гибридизации. Особенно хорошо это видно на коллекции роз, включающей почти все известные садовые группы и формы, пригодные для выращивания в открытом грунте средней полосы России (27 видов, около 1450 сортов).

Богатейшая коллекция тропических и субтропических растений разместилась в Фондовой оранжерее сада. Здесь на площади 5 тыс. м² собрано более 4 тыс. видов теплолюбивых растений (всего за годы существования сада испытание прошли более 7 тыс. видов). Большую часть вырастили из семян, полученных по обмену из других ботанических садов. Пополняли коллекцию и экспедиционные сборы растений из Индии, Вьетнама, США, с Кубы, Мадагаскара и др.

Особенность нашей оранжереи — ее уникальные крупные собрания некоторых систематических групп растений: суккулентов (кактусов, молочаев, агав и т.д.) — более 1000 видов, орхидей — более 1200 видов и сортов, бромелиевых — 400 видов, протейных — более 100 видов и т.д.

Пять наиболее крупных отделений оранжереи, в которых экспозиции построены по ботанико-географическому принципу, знакомят посетителей с растительными ландшафтами тропиков и субтропиков, с самыми характерными и редкими их представителями. Тут и растения, плоды которых большинству знакомы (банан, кофе, фейхоа, ананас, дынное дерево, ман-

го и др.), и декоративные, лекарственные и технические растения, давно используемые человеком. Поражает многообразие орхидей, называемых аристократами растительного мира за бесконечное разнообразие форм и окраски листьев и причудливо-изысканных цветков. Их фантастические очертания отражены в названиях: «орхидея-бабочка», «орхидея-голубь», «белая монахиня», «орхидея-лебедь». Начало весны знаменует феерическое цветение азалий, никого не оставляющее равнодушным. Необычна и богата коллекция водного отделения, где можно видеть прекрасные нимфеи, редкие кринумы и прочие водные растения, — почти 200 наименований. Одна из достопримечательностей оранжереи — редкое в ботанических садах собрание древесных растений из семейства протейных. Эти красивоцветущие низкорослые деревья и кустарники практически незнакомы жителям Северного полушария, поскольку протейные — обитатели Австралии и Южной Африки. Самое необычное у этих растений — соцветия, состоящие из множества (сотен, а подчас и тысяч) мелких узких трубчатых цветков чрезвычайно яркой окраски, часто с тонким приятным ароматом.

Трудно перечислить все необычное, с чем сталкиваешься в экзотическом мире тропиков и субтропиков под стеклом оранжереи: своеобразные чаши либо вазы напоминают розетки некоторых бромелий, другие — свисают в виде серебристых гирлянд с ветвей и стволов деревьев, не перестают удивлять своей формой кактусы: шаровидные, столбчатые и лепешковидные.

Оранжерейные коллекции служат базой для проведения научных исследований: изучения особенностей морфологии, анатомии отдельных групп растений, селекции. На основе опыта верификации названий оранжерейных растений создан оригинальный, не имеющий аналогов определитель, позво-

ляющий определять растения в любое время года независимо от стадии его развития.

К сожалению, работать в оранжерее с каждым годом становится все труднее. Дело в том, что старое здание, построенное в 1954 г., в котором собрана уникальная коллекция, уже давно выработало свой ресурс. А строительство нового корпуса продолжается уже более 15 лет. Хочется надеяться, что в недалеком будущем эта задача будет решена. И все же, несмотря на все трудности, которые переживает Главный ботанический сад, сегодня он — крупное научно-исследовательское и просветительское учреждение.

Уникальная база данных «Мировые ресурсы лекарственных растений» содержит сведения о почти 12 тыс. видов растений земного шара. На основе собранной информации издан трехтомник «Биологически активные вещества растительного происхождения» (2001), в котором обобщены данные о более чем 1 тыс. биологически активных соединений растительного происхождения с указанием встречаемости у 7 тыс. видов цветковых растений. Указаны сведения не только о возможности медицинского применения таких химических соединений, но и об их локализации в растениях и возможных концентрациях.

Собранные трудом нескольких поколений ботаников и садоводов коллекции Главного ботанического сада — это уникальный музей растений, куда могут прийти школьники и студенты, учителя и преподаватели вузов, аспиранты и научные сотрудники. Экспонаты этого музея растений ничуть не менее ценны, чем экспонаты Эрмитажа или Третьяковки, они такое же национальное достояние нашей страны, как и шедевры живописи, скульптуры или архитектуры, и требуют такой же (если не большей) заботы и внимания, чтобы сохранить их для грядущих поколений.

Вересковый садик

М.С.Александрова,
кандидат биологических наук
отдел дендрологии ГБС

Народная мудрость гласит: «поселился вереск, значит, и человек может там жить». Люди издавна ценили достоинства вереска как растения-пионера, смело осваивающего самые бесплодные земли. Этот миниатюрный низкорослый кустарничек растет и в тени соснового бора, и на прожаренной солнцем, обдуваемой всеми ветрами бесплодной равнине, и на зыбком торфяном болоте. Даже в самых суровых местах вереск весьма бурно разрастается, образуя обширные многокилометровые заросли — верещатники. Их можно встретить в Северо-Западной и Северной Европе, в Малой Азии, на севере Африки (Марокко), на Азорских о-вах, на Атлантическом побережье Северной Америки. Повсюду, где есть кислые почвы, высокие весенние паводки или обильные зимние осадки, а летом сухость, возникают лучшие условия для произрастания вереска. Жизнь на бедных почвах выработала у вересковых важное приспособление — симбиоз с грибами. А микоризным растениям необходима кислая почва, поскольку грибы, живущие на корнях растения и поставляющие питательные вещества, не выносят щелочной среды.

Ботаники, наградив вереск именем «обыкновенный», никогда не переставали относиться к нему с уважением. По его названию окрестили целое семейство растений — вересковые

(Ericaceae), в котором более 100 родов и свыше 3 тыс. видов. Среди них хорошо известные рододендрон, эрика, багульник, толокнянка, черника, земляничное дерево и др. Самые многочисленные: рододендрон (1200 видов), эрика (500 видов), вакциниум (350 видов), гаультерия (180 видов).

Вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris*) — единственный вид в роде вереск (*Calluna*). Интересно, что отличия в русском и латинском названии вида и рода вереска и семейства вересковых возникли еще в середине XVIII в. Тогда (в 1753 г.) шведский ботаник К.Линней назвал вереск эрикой обыкновенной (*Erica vulgaris*). Однако английский ботаник Дж.Н.Хулл (J.N.Hull) через 100 лет (в 1868 г.) переименовал его в *Calluna*, так как усмотрел значительные различия между этими растениями.

Эрики (*Erica*) — многочисленный род, большинство видов которого растет в Южной Африке (более 100 видов встречается в Капской провинции), некоторые — в Европе, в регионах с морским климатом. Латинское название этого рода легло в основу названия семейства Ericaceae. Листья эрик, тонкие, узколистные, игловидные, редко чешуевидные, как правило, расположены в мутовках. Цветки мелкие, белые, розовые, красные, реже желтые, колокольчатые, кувшинчатые, иногда несколько изогнутые, а плоды — четырехстворчатые коробочки, напол-

ненные мелкими многочисленными семенами.

В отличие от эрик, у вереска листья мелкие, сидячие, жесткие, чешуевидные и располагаются не в мутовках, а на побегах в четыре ряда. На одном маленьком растеньице их насчитывают до 75 тыс. Цветки колокольчатые, собраны в кистевидные соцветия, сиреневато-розовые, иногда белые. Вереск в цвету — зрелище потрясающей красоты! Недаром садоводы давно обратили на него внимание.

Первые вересковые сады возникли в Англии в середине 18-го столетия. Позднее их стали создавать в Голландии, Бельгии и Германии. Они появлялись на месте выжженных под посевы вересковых пустошей. Дикий вереск заменили сорта. В настоящее время их выведено уже около 500, а самая большая коллекция (более 300 сортов) находится в Германии.

В России первый вересковый сад появился в Главном ботаническом саду. Открытие этой уникальной экспозиции было приурочено к 50-летию сада, и основу ее составили растения, полученные в дар от Центра садоводства Германии (г.Ольденбург).

В июне 1994 г. на солнечной поляне площадью 350 м² подготовили специальный почвенный субстрат для вереска (три части торфа и одна песка, pH = 4.5) и для эрик (две части кислого торфа, две части песка, pH = 5.8) и высадили молодые

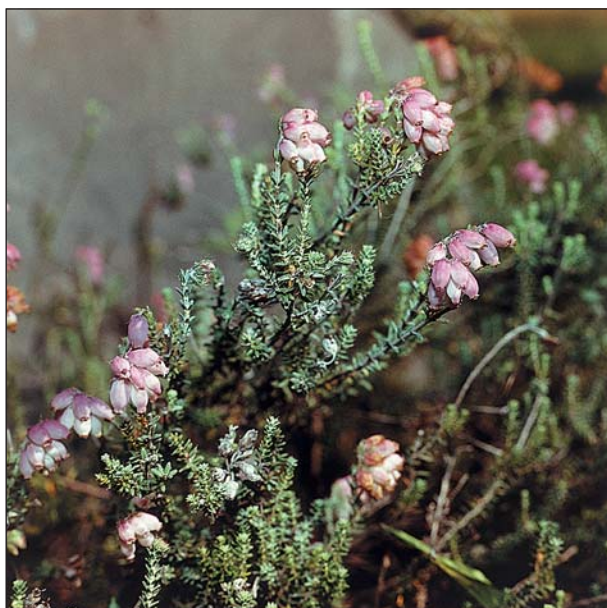


Первое цветение вересков в 1995 г. Слева — декоративные формы ели сибирской.

Здесь и далее фото авторов



Вереск обыкновенный (сорты Annemarie, Dark Star, Silver Knight).



Эрика четырехмерная и эрика румяная (сорт Vivellii).

саженцы: 18 сортов вереска обыкновенного, пять сортов эрики румяной, два сорта гибридной эрики дарлиенской. По рекомендации немецких специалистов на 1 м² сажали шесть экземпляров высокорослых растений и 12–15 низкорослых сортов вереска. В конце августа растения зацвели.

Через три года растения разрослись, сомкнулись кронами, поднялись в высоту, образовав многоцветный сплошной ковер. Среди вересков были экземпляры как с махровыми, так и с простыми цветками (Long White, Spring Creem, Peter Sparkes, Annemarie, Red Star, Dark Star). У одних особой листья ярко-зеленые (Beoley Crimson, Long White), у других — серебристо-серые (Silver Knight, Beoley), у третьих — бронзово-желтые (Beoley, Spring Torch). Высота большинства растений составляла 26–35 см, а у сортов Long White и Red Star — 60–70 см. Сорта эрики румяной Alba и March Seedling достигают 30–40 см, а ее сорта Vivellii и Atro-rubra и сорта Kramer's Rote и White Perfection эрики дарлиенской (компактные низкорослые) — 15–20 см.



Весенняя композиция: эрика румяная (сорт Atro-rubra), очиток и можжевельник.

В течение пяти лет верески и эрики цвели обильно и красочно, и поляна напоминала яркий, нарядный ковер. Но с годами растения старели, теряли декоративность. Пришла пора их обновить, заменить молодыми. Однако мы не располагали необходимым количеством саженцев, хотя использовали немецкие

растения, бережно сохраненные в нашем питомнике. Освоив приемы вегетативного размножения вересков и эрик зелеными черенками, мы охотно делились своим посадочным материалом с другими ботаническими садами России. В некоторых из них (в Нижнем Новгороде, Йошкар-Оле, Чебоксарах, Екатеринбурге,



Рододендроны (слева направо и сверху вниз): японский, желтый, плотный, крупнейший.

Воронеже и Петрозаводске) также стали создавать свои вересковые сады. А в ГБС началась реконструкция верескового сада. За счет растущих рядом рододендронов и хвойных растений внутри первой экспозиции площадь нового сада увеличилась до 450 м², изменился и его облик. Но принцип подбора растений для сада, состав почвенных смесей и уход сохранились.

Высаживаются растения во второй половине апреля — начале мая или в сентябре. На переднем плане располагаются низкорослые растения, фоном или экраном для которых служат высокорослые. Рыхлую и кислую почвенную смесь составляют из садовой или дерновой земли, верхового торфа, песка (2:3:2). Желательно при посадке добавить хвойную землю, или подстилку

из соснового леса, или древесную кору сосны, а весной вносить азотные удобрения. Молодые саженцы укрывают на зиму лапником или сухим дубовым листом только в первый год после посадки. Взрослые растения в укрытии не нуждаются, так как заранее отбирались зимостойкие сорта, интродуцированные в средней полосе России, в том числе в Москве.



Рододендрон сорта Rose Marie.



Осень — пора цветения вересков. Сорта Long White (белый) и Peter Sparkes (розовый) среди туи западной и можжевельника. 2005 г.

Сегодня в нашем вересковом саду 24 вида и сорта рододендронов, 12 сортов вереска обыкновенного, четыре сорта эрики румяной, три вида багульника, кальмия, хамедафне, эрика четырехмерная. Сад украшают низкорослые рододендроны: камчатский, жестковолосистый, привлекательный, плотный, атлантический и сортовой Rose Marie. Гармоничны в экспозиции карликовые формы: сосна горная (Mops, Gnom), ель сизая (Conica), можжевельники даурской (Expansa) и обыкновенной (Repanda), тсуга канадская (Nana), кипарисовик горохоплодный (Filifera Nana), туя западная (Globosa Nana, Danica).

Московский вересковый сад похож на непрерывно цветущий

оазис. Растения с различными сроками цветения передают эстафету от одних к другим, поэтому сад радует нас весь сезон. Рано весной, как только сойдет снег, в апреле зацветает эрика румяная. На фоне ярко-зеленых листьев очень эффектны кисти белых, розовых, темно-красных и лиловых соцветий. Наш опыт показал, что вполне зимостойки в России сорта эрики румяной: Atro rubra, Alba, Myretoun Ruby, March Seedling, Vivellii. На смену эрикам в конце апреля приходит хамедафна болотная (*Chamaedaphne calyculata*). Ее нежные белые колокольчики украшают растение более 50 дней. Это растение может зацвести еще раз, дней на 10, но такое происходит не каждый год.

В мае-июне эстафету подхватывают кальмия узколистная (*Kalmia angustifolia*) и рододендрон японский (*Rhododendron japonicum*) с желтыми и лососевыми цветками, рододендрон желтый (*R. luteum*) с ослепительно желтыми ароматными цветками, а за ними вечнозеленый рододендрон катевбинский (*R. catawbiense*) с крупными лиловыми цветками и рододендрон Смирнова с розовыми цветками и мягкими опушенными снизу листьями (сверху они блестящие темно-зеленые). В июле цветут рододендроны крупнейший (*R. maximum*), атлантический (*R. atlanticum*) и древовидный (*R. arborecens*), а рядом с ними и эрика четырехмерная (*Erica tetralix*), розовые колокольчики которой



Вересковый сад в 2005 г.

собраны группой на концах цветущих побегов.

Но отцветают рододендроны, и привлекательность верескового сада ненадолго затухает. Чтобы занять эту паузу, мы посадили по периметру участка спиреи (*Spiraea japonica*, *S. butalda*, *S. nipponica*), а в центре — курильский чай (*Pentaphylloides fruticosa*), бирючину обыкновенную (*Ligustrum vulgare Aurea*), плакучую форму яблони пурпурной на штамбе (*Malus purpurea*), кизильники горизонтальный (*Cotoneaster horizontalis*) и Даммера (*C. dammeri*). На участке сохранились две группы из бузульника зубчатого и лилейника буро-желтого, цветущих до глубокой осени. Со второй половины лета до заморозков вересковый сад вновь вспыхивает разноцветием. Наступает пора вересков: высокие и низкие, с простыми и махровыми

цветками, похожими на маленькие розочки, от чисто-белых до темно-лиловых, они небольшими группами расположились на фоне темно-зеленой листвы туи западной (*Thuja occidentalis*) или можжевельника (*Juniperus media pfitzeriana*).

В ближайшем будущем мы перенесем крупные растения на периферию участка и продолжим реконструкцию сада. А наш 10-летний опыт может быть очень полезен всем, кто задумает создать свой вересковый сад.

Напомним читателям, что вереск — символическое растение. В Древнем Риме он посвящался богине любви — Венере, в Египте и Финикии — Исиде, жене Осириса. Согласно друидскому календарю, люди, родившиеся под знаком вереска (23 сентября — 3 октября), считались удачливыми в своей жизни и делах.

Широко известна трагическая баллада Роберта Стивенсона, рассказывающая о гибели отважных пиктов, не выдавших секрета приготовления напитка из верескового меда шотландцам, поработившим их страну.

*Из вереска напиток
Забыв давным-давно,
А был он слаще меда,
Пьянее, чем вино.*

*В котлах его варили
И пили всей семьей
Малютки-медовары
В пещерах под землей.*

Существует миф, что этот рецепт был обнаружен на древнем манускрипте в XIX в. и позже был использован при изготовлении одного из ирландских ликеров. Ясно одно: вереск — медонос, и пчелы во все времена собирали с него мед, а интерес к напитку из вереска не угас до сих пор. ■

Как мы потеряли барсановит и обрели георгбарсановит

История открытия одного минерального вида

А.П.Хомяков, Р.К.Расцветева

История минералогии изобилует примерами того, как минералы, получившие персональные названия, впоследствии по разным причинам подвергались дискредитации и исключению из минералогического кадастра без права использования этих имен для названия других видов. Такая участь выпала, в частности, на долю минералов, названных именами Ф.Бекке, А.Г.Вернера, В.М.Гольдшмидта, Ф.Мооса, В.И.Вернадского, Д.И.Менделеева, В.А.Обручева и многих других известных ученых. Правда, как в описываемом ниже примере с барсановитом, при повторном исследовании типовых образцов в целом ряде подобных случаев удавалось доказать неправомочность дискредитации и добиться восстановления минерала в статусе самостоятельного вида.



Александр Петрович Хомяков, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Института минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов. Научные интересы связаны, главным образом, с изучением массивов щелочных пород и ассоциированных с ними уникальных редкометалльных месторождений, в которых им открыто более 90 новых минералов.



Рамиза Кераровна Расцветева, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник Института кристаллографии им.А.В.Шубникова РАН. Область научных интересов — структурная минералогия. Наш постоянный автор.

Открытие и дискредитация барсановита

Редкий минерал барсановит был описан в Хибинском щелочном массиве (Кольский п-ов, Россия) как новый минеральный вид, представляющий собой моноклинный диморф три-

гонального эвдиалита [1] и назван в честь известного российского ученого Георгия Павловича Барсанова (1907—1991). Профессор Барсанов был не только крупным минералогом, но и историком науки, заведующим кафедрой минералогии геологического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова (1953—1986), деканом геологического факультета МГУ (1957—1962), директором Минералогического музея им.А.Е.Ферсмана (1952—1976), вице-президентом Международной минералогической ассоциации (1960—1964). Данные о барсановите сразу же вошли в справочную литературу [2]. Однако уже через несколько лет после открытия минерал дискредитировали [3], поскольку выяснилось, что барсановит, как и эвдиалит, обладает тригональной син-

© Хомяков А.П., Расцветева Р.К., 2005

гонией [4], т.е. его отнесение к моноклинной сингонии ошибочно.

Выполненный 20 лет спустя (при участии одного из авторов этой статьи) рентгеноструктурный анализ [5] еще раз подтвердил принадлежность барсановита к той же, что и у эвдиалита, пространственной группе симметрии $R3m$. Одновременно было установлено несвойственное эвдиалиту высокоупорядоченное распределение внекаркасных катионов, в частности ниобия, что объясняло характерный для барсановита ярко выраженный пьезоэффект, отсутствующий у типичного эвдиалита. Тот же анализ установил, что ниобий, содержащийся в барсановите в существенно повышенном количестве, целиком сосредоточен в одной из ключевых структурных позиций и доминирует в ней над другими катионами, тогда как та же позиция в структуре эвдиалита в основном заселена атомами кремния.

К сожалению, это принципиальное для индивидуализации минерального вида отличие барсановита от типичных эвдиалитов авторы данной структурной работы недооценили, в том числе и ее соавтор М.Д.Дорфман, первооткрыватель барсановита. Более того, они предложили рассматривать барсановит как разновидность эвдиалита, обогащенную ниобием и характеризующуюся ярко выраженным пьезоэффектом. Даже заголовок цитируемой статьи содержал утверждение, что «барсановит — разновидность эвдиалита» [5].

Как могло случиться, что два маститых минералога [5] подписали приговор барсановиту как минеральному виду, а их соавторы не воспротивились этому? Ответ кроется в традиционно различном толковании понятий «минеральный вид» и «минеральная разновидность» приверженцами разных минералогических школ. Отнесение барсановита к категории минеральных разновидностей основывалось на исповедуемой рядом исследователей [6, 7] концепции, согласно которой любые члены непрерывного изоморфного ряда (включая конечные) рассматриваются как разновидности одного и того же минерального вида. Этого взгляда придерживались (и до сих пор придерживаются) минералоги, не придающие значения деталям атомного строения и рассматривающие минерал лишь с позиций валового химического состава и общего структурного мотива.

Такой подход, однако, противоречит критерию, применяемому Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации (КНМНМ ММА) при выделении сложно-изоморфных минеральных видов [8]. Главный из критериев состоит в том, что по крайней мере одна структурная позиция в потенциально новом минерале должна быть преимущественно занята иным химическим элементом [9], чем в других минералах с аналогичной структурой (что и наблюдается в структуре барсановита, причем не только в позиции ниобия).

Реабилитация барсановита и его переименование в георгбарсановит

Неправомерность трактовки барсановита как минеральной разновидности стала особенно очевидной после утверждения в КНМНМ ММА двух новых эвдиалитоподобных минералов — аллуайвита [10] и кентбруксита [11], в открытии которых решающую роль сыграл прецизионный рентгеноструктурный анализ. И хотя кентбруксит, обнаруженный в щелочных породах Гренландии, оказался почти полным кристаллохимическим аналогом детально изученного в структурном отношении барсановита [5], заключение о дискредитации барсановита [3] дало возможность датско-канадским исследователям оставить без внимания пионерские достижения российских коллег в изучении хибинского прототипа гренландского минерала. Это побудило нас провести дополнительное исследование барсановита и попытаться восстановить его статус как самостоятельного минерального вида. Наши предложения дважды рассматривались в КНМНМ ММА.

Первое (1999 г.) — о реабилитации барсановита в полном объеме с сохранением названия — было отклонено. Смысл данного решения Комиссии сводился к тому, что полная реабилитация возможна лишь в случае принадлежности барсановита к моноклинной сингонии. А поскольку мы сами подтвердили ошибку отнесения барсановита к данной сингонии, сохранение за минералом прежнего названия породило бы путаницу.

Второе же предложение (2003 г.) о реабилитации данного минерального вида с новым названием «**георгбарсановит**», образованного из имени и фамилии Георгия Павловича Барсанова, поддержано решением КНМНМ ММА от 14 мая 2003 г., а термин «барсановит» был переведен в разряд синонимов, не рекомендуемых к употреблению.

Состав, структура и свойства георгбарсановита

Барсановит впервые обнаружен в долине р.Петрелиуса (Хибинские тундры) в глыбах нефелин-полевошпатового пегматита с канкринитом, альбитом, эгирин-авгитом, щелочным амфиболом и биотитом, где он выделялся среди основной массы розовых, малиновых и красных зерен эвдиалита желтовато-зеленым и красно-бурым цветом. Мы совместно с И.А.Екименковой и Г.Н.Нечелюстовым исследовали желтовато-зеленые зерна, отделенные от типового образца барсановита, находившегося в фондах Минералогического музея им.А.Е.Ферсмана РАН. Химический состав, физические и оптические свойства, рентгенографические и другие данные еще раз подтвердили, что

георгбарсановит полностью соответствует ранее описанному барсановиту.

Для более глубокого понимания структурных особенностей георгбарсановита кратко остановимся на кристаллохимической систематике минералов группы эвдиалита [12]. Группа эвдиалита подразделяется на шесть подгрупп, выделенных по принадлежности минералов к 12-слойному ($c^* \sim 30 \text{ \AA}$) или 24-слойному ($c \sim 60 \text{ \AA}$) структурным мотивам, а также по сочетаниям каждого мотива с одной из трех пространственных групп симметрии: $R\bar{3}m$, $R3m$ и $R3$. В этой систематике георгбарсановит относится ко второй подгруппе, объединяющей эвдиалиты с 12-слойным мотивом и пространственной группой $R3m$.

С химической и структурной точек зрения минералы группы эвдиалита, без преувеличения, — одни из самых сложных представителей минерального мира. Состав минералов второй подгруппы схематически можно описать общей формулой [13]:



где позиции $N(1)$ — $N(5)$, как правило, заняты Na, но некоторые из них заселяются также REE, Sr, Ca, Mn, K, H_3O^+ . В других позициях элементы распределяются следующим образом: $M(1) = Ca, Mn, Sr, REE, Y, Na$; $M(2) = Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mn, Na, H_3O^+$; $M(3) = Nb, W, Ti, Mn, Si$; $M(4)$ и $T = Si$; $Z = Zr$; $O' = O, OH, H_2O$; $X = Cl, F, H_2O, OH, CO_3$.

Структурный мотив эвдиалита содержит уникальные 9-членное кремнекислородное и 6-членное из Ca-октаэдров кольца (см. обложку), не найденные в других минералах [14]. К ним добавляются более распространенные 3-членные кремнекислородные кольца. Эти структурные фрагменты объединяются в цеолитоподобный каркас дискретными Zr-октаэдрами. Цеолитную часть структуры составляют внекаркасные катионы, анионы и молекулы воды, заселяющие позиции $N(1)$ — $N(5)$, $M(2)$, $M(3)$, $M(4)$, O' и X .

Широкий изоморфизм элементов в большинстве внекаркасных и части каркасных позиций минералов делает группу эвдиалита уникальной по

числу потенциально возможных минеральных видов. С точки зрения противников пополнения кадастра минералов (они это называют клонированием минеральных видов), группа эвдиалита может разрастись до невероятных размеров. Однако практика показывает, что шансы найти в природе что-то новое среди уже известных видов сравнительно невелики. Поэтому не удивительно, что за 15 лет группа эвдиалита обзавелась всего лишь двумя десятками представителей, включая георгбарсановит, после чего процесс дальнейшего расширения группы существенно замедлился.

Монокристалльным рентгеноструктурным анализом [15] для георгбарсановита подтверждена ранее установленная в барсановите пространственная группа $R3m$, определены параметры элементарной ячейки: $a = 14.262(2) \text{ \AA}$, $c = 29.949(4) \text{ \AA}$, $V = 5276(2) \text{ \AA}^3$ и установлено распределение атомов по ключевым катионным позициям.

Идеализированная формула георгбарсановита четко выделяет его среди других членов данной подгруппы (см. табл.).

Важная кристаллохимическая особенность георгбарсановита по сравнению с типичным эвдиалитом [16] — доминирование Mn в позиции $N(4)$, которая обычно заселена широким набором элементов, различающихся по заряду и величине ионного радиуса. Остальные четыре N -позиции, как правило, являются Na-доминантными или чисто натриевыми. Это характерно и для георгбарсановита, сравнительно обедненного в отношении атомов Na, которых хватает лишь для заполнения позиций $N(1)$, $N(2)$, $N(3)$ и $N(5)$. Позицию же $N(4)$ занимает изоморфная группа во главе с Mn, что усиливает ацентричность структуры, утяжеляя одну ее половину кластером из 7 полиэдров (1Nb-октаэдр + 3Fe-октаэдра + 3Mn-полиэдра), и объясняет присущий этому минералу ярко выраженный пьезоэффект.

* * *

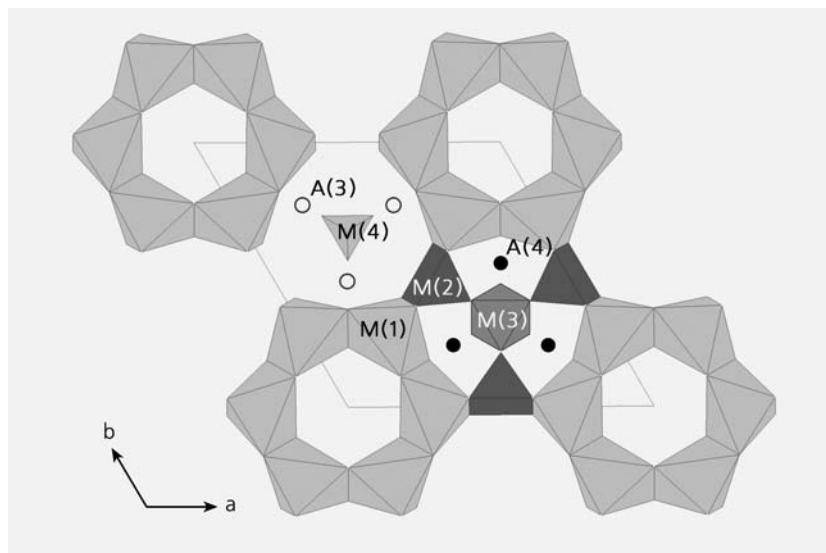
Георгий Павлович Барсанов, испытавший при своей жизни горечь дискредитации названного его именем эвдиалитоподобного минерала, вряд ли мог предположить, что в будущем этот минерал получит второе рождение.

* Параметр ячейки, перпендикулярный слоям.

Таблица

Распределение атомов, доминирующих в некоторых ключевых структурных позициях георгбарсановита и его аналогов

Название и формула минерала	Ключевые позиции			
	$N(4)$	$M(2)$	$M(3)$	X
Георгбарсановит $Na_{12}(Mn, REE, Sr)_3Ca_6Fe_3^{2+}Zr_3Nb(Si_{25}O_{76})Cl_2 \cdot H_2O$	Mn	Fe	Nb	Cl
Кентбруксит [11] $Na_{15}Ca_6Mn_3Zr_3Nb(Si_{25}O_{73})(O, OH, H_2O)_3(F, Cl)_2$	Na	Mn	Nb	F
Феррокентбруксит [17] $Na_{15}Ca_6Fe_3Zr_3Nb(Si_{25}O_{73})(O, OH, H_2O)_3(Cl, F)_2$	Na	Fe	Nb	Cl
Цирсилит-(Ce) [18] $(Na, \square)_{12}(Ce, Na)_3Ca_6Mn_3Zr_3Nb(Si_{25}O_{73})(OH)_3(CO_3) \cdot H_2O$	Ce	Mn	Nb	CO ₃
Тасекит [19] $Na_{12}Sr_3Ca_6Fe_3Zr_3NbSi_{25}O_{73}(O, OH, H_2O)_3Cl_2$	Sr	Fe	Nb	Cl
Ацентричный эвдиалит [16] $Na_{15}Ca_6Fe_3Zr_3Si(Si_{25}O_{73})(O, OH, H_2O)_3(Cl, OH)_2$	Na	Fe	Si	Cl



Изображение атомной структуры георгбарсановита в проекции на плоскость (001). Темно-серым и черным цветом выделены 7 полиэдров, входящих в кластер.

Нашей главной задачей было дополнительное изучение типового образца барсановита, дискредитированного в 1969 г. из-за его ошибочного отнесения к более низкой, чем у тригонального эвдиалита, моноклинной сингонии. Комплексным исследованием с использованием монокристалльного рентгеноструктурного анализа мы установили, что этот минерал обладает индивидуальной комбинацией катионов и анионов, доминирующих в ключевых позициях кристаллической структуры. Однако рассмотрение в КНМНМ ММА

наших предложений о реабилитации барсановита затянулось на годы. К счастью, удачный выход из создавшегося положения все же был найден. И за минералом было закреплено новое название, данное, как и прежде, в честь Г.П.Барсанова. Тем самым международное сообщество минералогов выразило признание заслуг российского ученого перед отечественной и мировой наукой.

Типовой образец георгбарсановита находится в Минералогическом музее им.А.Е.Ферсмана РАН в Москве (рег. №61504). ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 02-05-64152.

Литература

1. Дорфман М.Д., Илюхин В.В., Бутова Т.А. // Докл. АН СССР. 1963. Т.153. №5. С.1164—1167.
2. Fleischer M. // Amer. Mineral. 1964. V.49. №7—8. P.1153—1154.
3. Fleischer M. // Amer. Mineral. 1969. V.54. P.1499.
4. Боруцкий Б.Е., Органова Н.И., Рудницкая Е.С. // ЗВМО. 1968. №4. С.451—460.
5. Расцветаева Р.К., Разманова З.П., Боруцкий Б.Е., Дорфман М.Д. // ЗВМО. 1990. Т.119. №3. С.65—72.
6. Поваренных А.С. Кристаллохимическая классификация минеральных видов. Киев, 1966.
7. Урусов В.С. Почему их только две тысячи? // Природа. 1983. №10. С.82—88.
8. Nickel E.H., Grice J.D. // Can. Mineral. 1998. V.36. Part 3. P.913—927; ЗВМО.1999. №2. С.51—65.
9. Хомяков А.П. Почему их больше чем две тысячи? // Природа. 1996. №5. С.62—74.
10. Хомяков А.П., Нечелюстов Г.Н., Расцветаева Р.К. // ЗВМО. 1990. Т.119. №1. С.117—120.
11. Johnsen O., Grice J.D., Gault R.A. // Eur. J. Mineral. 1998. V.10. P.207—219.
12. Кботуяков А.Р. Crystal chemical systematics of the eudialyte-group minerals // 32nd International Geological Congress, Florence-Italy, 20—28 August 2004. P.309—310.
13. Johnsen O., Ferraris G., Gault R.A. et al. // Canad. Mineral. 2003. V.41. P.785—794.
14. Расцветаева Р.К. Царь Эвдиалит и его династия // Природа. 2001. №4. С.63—67.
15. Екименкова И.А., Расцветаева Р.К., Хомяков А.П. // Докл. РАН. 2000. Т.370. №4. С.477—480.
16. Расцветаева Р.К., Андрианов В.И. // Докл. АН СССР. 1987. Т.293. №5. С.1122—1126.
17. Johnsen O., Gault R.A., Grice J.D. // Canad. Mineral. 2003. V.41. P.55—60.
18. Хомяков А.П., Дусматов В.Д., Феррарис Дж. и др. // ЗВМО. 2003. Т.132. №5. С.40—51.
19. Petersen O.V., Johnsen O., Gault R.A. et al. Taseqite, a new member of the eudialyte group from the Ilimaussaq alkaline complex, South Greenland // Neues Jahrb. Mineral. Monatsh, 2004. P. 83—96.



Во многом знании — новое знание!

Базы данных как метод исследования

В.В.Варламов, И.Н.Бобошин

«**В**о многой мудрости много печали, и умножающий познания умножает скорбь», — говорит Екклесиаст. «Много будешь знать, скоро состаришься», — подтверждает русская народная мудрость. Кроме известного гуманитарного смысла, эти высказывания несут свидетельства того, что человечество уже в давние времена сталкивалось с определенными трудностями при обработке больших количеств информации. Что же тогда говорить про времена нынешние!

В современном мире информация производится в огромных объемах со все большей скоростью. Согласно исследованиям, проведенным специалистами университета в Беркли [1], объемы созданной и сохраненной на различных носителях новой оригинальной информации во всем мире за 2002 г. составили 5 экзбайт ($5 \cdot 10^{18}$ байт), а количество информации, переданной по цифровым коммуникационным сетям, — 18 экзбайт. Чтобы масштаб этих цифр стал наглядным, укажем, что 5 экзбайт примерно соответствует количеству информации во всех высказываниях за всю историю человечества [1]. Указанные объемы удваиваются каждые три года, т.е. информа-



Владимир Васильевич Варламов, доктор физико-математических наук, профессор, руководитель Центра данных фотоядерных экспериментов Научно-исследовательского института ядерной физики им.Д.В.Скобелевца Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Область научных интересов — физика ядра и ядерных процессов, оценка данных, создание средств управления базами данных.



Игорь Николаевич Бобошин, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник того же института. Занимается изучением структуры атомного ядра, разработкой методов анализа информации.

ция растет в геометрической прогрессии. Дабы не умножать скорбей и избежать преждевременного старения, в настоящее время созданы и достигли значительного развития технологии упорядочения и концентрации, сжатия получаемой информации. Одним из таких средств, получившим большое распространение, стали базы данных. И здесь неожиданно обнаруживается параллель с общими зако-

номерностями развития научного знания.

Упорядочивая данные, минимизируя объемы

Историю научного знания можно описать как взаимодействие двух конкурирующих процессов. Первый из них — получение все новых и новых эмпирических фактов, а второй —

стремление сжать, сконцентрировать накопленные массивы данных, представить наибольшее число фактов самым лаконичным образом. Плодотворное противоречие между этими двумя сторонами научного познания движет его вперед, служит источником прогресса. Идеальной формой сжатия эмпирической информации следует признать аналитические формулы, которые описывают огромное многообразие результатов определенного типа. Так, например, Ньютон в одно уравнение закона всемирного тяготения «поместил» громадное количество результатов наблюдений, относящихся к взаимному движению масс. Важное свойство такого рода концентрированного представления информации, по сути представляющего собой базу данных (БД) в ее наивысшей форме — некую сверхбазу данных — то, что оно начинает обладать определенными предсказательными свойствами. Иными словами, в такой сверхбазе данных находятся результаты не только уже выполненных экспериментов, но и содержится весьма точная оценка результатов экспериментов еще не проведенных, «возможных», «будущих».

Однако природа устроена так, что далеко не все ее явления поддаются, по крайней мере сразу, аналитическому описанию. Иногда наилучшей формой научного знания оказывается именно БД как упорядоченное и концентрированное представление эмпирических фактов. Примером может служить всем известная Периодическая таблица химических элементов Д.И. Менделеева. Поразительно, но именно так: цент-

ральное, фундаментальное открытие в области химии есть не экспериментальный факт, не аналитическая формула, не система уравнений, а база данных! По существу, Периодическая таблица — это база данных химических элементов, последовательно отсортированных сначала по одному атрибуту — «валентности», а затем, внутри этой сортировки, по другому — «заряду». Она обладает мощной предсказательной силой: достаточно сказать, что с ее помощью были открыты несколько химических элементов с заранее определенными свойствами.

Базами данных мы называем коллекции данных о каком-либо предмете, созданные человеком или группой людей, вообще говоря, не имеющих непосредственного отношения к получению этих данных. Люди могут коллекционировать значки или монеты, а могут — информацию, разве нет? Такие коллекции могут быть не менее ценными, чем любые иные. Вспомним замечательную картотеку Шерлока Холмса, в которой нашлась и карточка ужасного профессора Мориарти: ведь это не что иное, как «БД по лондонской преступности». Шерлок Холмс не знал термина «база данных», но пользовался этим инструментом отменно.

Современные научные БД — большие и сложные коллекции данных, размещенные на электронных носителях. Они являются плодом труда профессионалов высокой квалификации, просматривающих огромное количество научных работ. Как правило, научные публикации содержат не только результаты исследований, но сопутствующую

информацию: обсуждения этих результатов, сравнения с уже имеющимися и с предсказаниями теории, объяснения разногласий, попытки сделать обобщения, выводы и т.д. Задача составителей БД — сделать содержательную «выжимку» результатов из этих публикаций, не упуская из виду все привходящие моменты, упорядочить их и поместить в БД, благодаря чему объем информации уменьшается, она концентрируется.

Безусловно, любая БД представляет собой лишь «склад готовой продукции». Однако в случае современных научных БД этот склад содержит огромное количество «продукции», разложенной по огромному количеству «полочек» и снабженной точными «этикетками». По складу на большой скорости перемещаются «вышколаченные курьеры», безошибочно выполняющие любое пожелание «клиента». И в некоторый момент количество упорядоченной информации начинает переходить в новое качество — согласно известному философскому тезису. Этим новым качеством становится возможность получения посредством БД нового научного знания благодаря предсказательности.

Для исследований в области ядерной физики все сказанное имеет особое значение. Для адекватного и точного описания всех свойств такого сложного физического объекта, каковым является атомное ядро, не существует единых, общепризнанных и бесспорных аналитических формул. Поэтому адекватной формой знания об этом объекте могут считаться именно соответствующие БД при условии их полноты и репрезентативности. Количество данных, получаемых и применяемых в современных ядерно-физических экспериментах и востребованных современными технологиями, огромно и с течением времени только возрастает, как наглядно показывает таблица 1.

В 60-е годы рост числа публикаций был обусловлен бур-

Таблица 1

Число публикаций во всем мире по теме «экспериментальное исследование ядерных реакций» в разное время в течение одного года

Год	1960	1965	1970	1980	1990	1995	1997	2000	2002
Количество	232	364	2383	2848	2528	2956	3092	3386	3490

ным развитием ядерной физики, теперь же он просто часть общего роста количества информации, характерного для постиндустриального общества. И этот рост таков, что без создания, поддержания и предоставления широкому кругу пользователей мощных БД, снабженных гибкими поисковыми системами, обуздать информационные потоки становится невозможно.

Паспорт ядра

Атомные ядра — это сложные физические системы, которые описываются очень большим количеством параметров, получаемых из различных экспериментов. Ядро представляет собой систему замысловатым образом взаимодействующих между собой частиц — протонов и нейтронов. Например, в самом легком ядре водорода — ^1H — имеется только один протон (нейтронов нет вовсе), а в ядре свинца с массовым числом 208 — ^{208}Pb — 82 протона и 126 нейтронов. Уже само количество таких частиц в ядрах (которых в настоящее время известно свыше 2500), а также массы, размеры, параметры формы — все это ядерные данные.

Одной из центральных проблем ядерной физики остается внутренняя структура атомного ядра. Около полувека тому назад была предложена так называемая оболочечная концепция строения ядра. Согласно ей протоны и нейтроны ядра не находятся в покое, а движутся внутри ядра по некоторым орбитам (которые были названы оболочками), подобно тому как планеты движутся по орбитам вокруг Солнца или электроны в атоме — вокруг ядра. На каждой орбите может находиться несколько протонов или нейтронов, но не более некоторого числа для каждой оболочки. По мере перехода от легких ядер ко все более тяжелым, со все большим числом протонов и нейтронов, оболочки заселяются протонами и нейтрона-

ми последовательно одна за другой от ближайших к центру ядра оболочек до самых удаленных. Изначально считалось, что на каждой орбите может находиться только целое число протонов или нейтронов. Однако со временем выяснилось, что реальные ядра устроены несколько сложнее, и дело можно представить себе так, что протоны и нейтроны какое-то время находятся на одной орбите, а какое-то — на другой, в то время как само ядро остается в неизменном состоянии. Если усреднить эти процессы по времени, то число протонов или нейтронов на оболочке может оказаться не целым, а дробным. Причина посещений нуклонами соседних орбит состоит в сильном взаимодействии между ближайшими друг к другу нуклонами. Поэтому важно точно знать реальные числа протонов и нейтронов на каждой орбите. Это позволяет более детально изучить силы взаимодействия между нуклонами.

Ядро, содержащее только полностью заполненные, т.е. не имеющие свободных мест оболочки ближе к центру, и абсолютно пустые оболочки вдали от него, обладает особыми свойствами — дополнительной стабильностью, большей пространственностью в природе, сферичностью формы и т.д. Ядра с такими свойствами были известны давно, но природа их особых свойств в «дооболочечную» эпоху была не ясна, поэтому они были названы «магическими» ядрами, а числа протонов или нейтронов в них — «магическими» числами.

Каждое ядро может находиться в огромном количестве энергетических состояний, из которых только одно — основное — может быть стабильным, а другие в течение некоторого времени переходят в основное состояние посредством испускания различных частиц и γ -квантов различных энергий. Про такие процессы принято говорить, что соответствующие состояния (или уровни) распадаются. Разнооб-

разные параметры состояний ядра или переходов между ними (привычные и понятные — энергия, время жизни или период полураспада, менее привычные и/или не совсем понятные большинству читателей — спин, четность, спектроскопический фактор, мультипольность, коэффициенты смешивания и ветвления и многие другие) — все это тоже ядерные данные.

Атомные ядра могут превращаться одно в другое под действием внутренних (такие процессы называются радиоактивными распадами) или внешних причин. В качестве внешних воздействий могут выступать столкновения с разнообразными налетающими на ядро-мишень частицами (такие превращения называются ядерными реакциями). Огромное количество характеристик подобных процессов (вероятности и типы распадов, выходы продуктов, сечения реакции, функции возбуждения, энергетические спектры, угловые распределения частиц и т.п.) также составляют информационное пространство ядерных данных.

Как устроены базы ядерных данных

Базы данных, описывающие свойства атомных ядер, имеют значительный объем и сложное строение. В силу ряда исторических причин (курс на нераспространение ядерного оружия требовал дать прямой доступ «неядерным» государствам к научной информации по ядерной физике) создание актуальных и полных БД в области ядерной физики началось очень давно и носило планомерный, долговременный и глобальный характер. Этому способствовал тот факт, что оно проводилось под эгидой Международного агентства по атомной энергии. В настоящее время свыше 20 центров и групп из разных стран — Австрии, Китая, Кореи, России, Словакии, США, Украины, Фран-

ции, Швеции, Японии и др. — объединены в Сеть центров ядерных данных МАГАТЭ [5]. В итоге к моменту, когда во всем мире начался информационный бум и стали развиваться технологии БД, ядерная физика оказалась едва ли не самой передовой и подготовленной в этом отношении областью знаний.

В качестве примеров современных массивов ядерных данных можно привести следующие два. Массив экспериментальных и оцененных (проанализированных специалистами) данных по структуре атомных ядер ENSDF (Evaluated Nuclear Structure Data File) содержит всю опубликованную в настоящее время информацию обо всех известных стабильных и радиоактивных ядрах, их массах, энергетических уровнях, переходах между ними, радиоактивных распадах (энергии, времена жизни, интенсивности, спины, четности и т.д.). Полный объем массива составляет около 150 Мб.

Массив данных по ядерным реакциям международной системы EXFOR (EXchange FORmat — обменный формат) включает в себя огромное количество

во разнообразной информации (выходы, сечения, функции возбуждения, энергетические, угловые, массовые, зарядовые и другие распределения продуктов и др.) о реакциях под действием фотонов, нейтронов, разнообразных заряженных частиц и тяжелых ионов. Полный объем массива составляет свыше 500 Мб (более 100 тыс. работ и 1 млн наборов данных).

Подобные БД тем эффективнее, чем больше данных содержат и чем большую гибкость имеют их поисковые системы, т.е. чем по большему количеству признаков и их сочетаний может производиться поиск. Ниже приводится (рис.1) поисковая форма реляционной* БД по структуре атомных ядер (http://cdfe.sinp.msu.ru/services/ensdf.html) системы Relational ENSDF, созданной в Центре данных фотоядерных экспериментов Института ядерной физики МГУ. Это своеобразная информационная «матрешка», последовательно вскрывая которую, пользователь

* В реляционной БД данные организованы в большое количество столбцов и строк, между которыми могут быть установлены самые произвольные отношения — реляции.

формирует свое запросное предписание относительно любых данных, описывающих ядро в целом, его энергетические уровни и всевозможные переходы между ними. Еще одним примером может служить созданная в этой же лаборатории поисковая система по ядерным реакциям системы EXFOR (http://cdfe.sinp.msu.ru/exfor/index.php). В ней поиск возможен по всем реквизитам, полностью описывающим ядерную реакцию: ядро-мишень, налетающая частица, вылетающая частица, ядро-продукт, характеристики реакции, область энергий налетающих частиц и углов вылета частиц-продуктов.

Возможность обработки в полных реляционных БД практически любого комбинированного запроса позволяет во многих случаях получить информацию, которая хотя и была известна (опубликована), однако другими способами практически не могла быть получена. Точнее, в принципе могла бы, но во многих случаях это потребовало бы времени, «несовместимого с человеческой жизнью». Так, ни в одном печатном каталоге, системном указателе, рубрика-

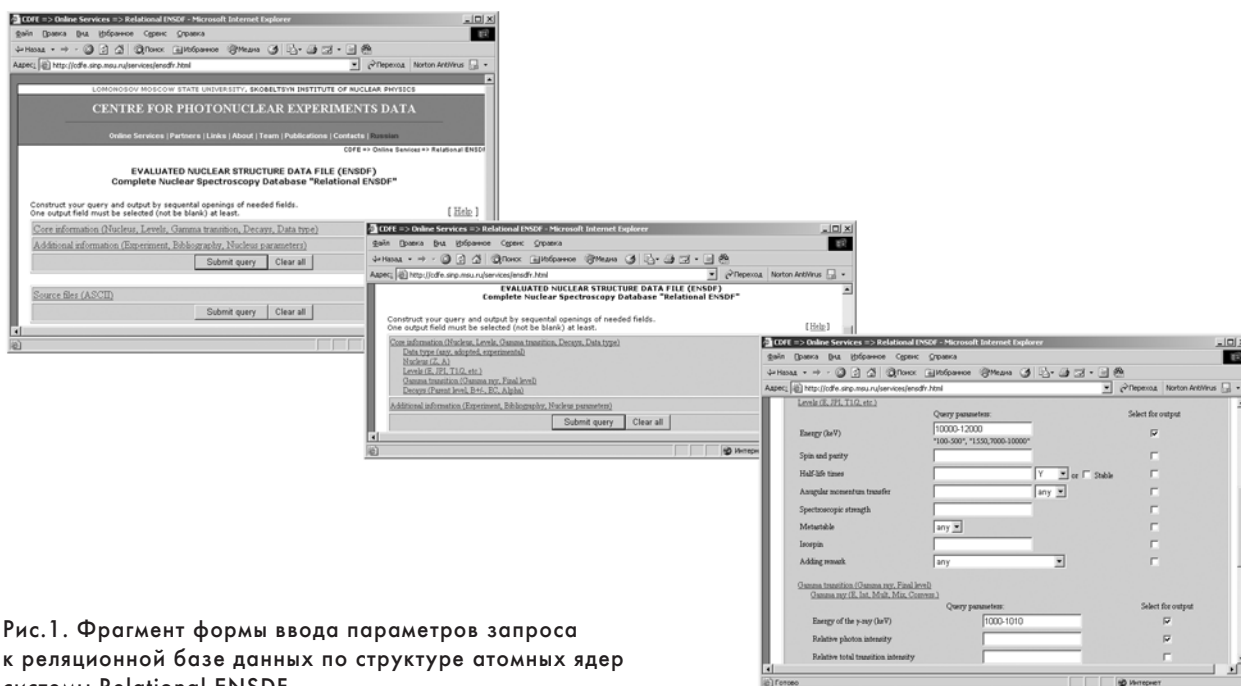


Рис.1. Фрагмент формы ввода параметров запроса к реляционной базе данных по структуре атомных ядер системы Relational ENSDF.

Subvert	First Author	Reference (+ NSR)	Target Nucleus	Reaction	Final Nucleus	Quantity	Field of Measurement
00783221	J Benliloue+	JNP/A.693.513.2001	1-H-1	(79-AU-197F)	27-CO-60	FIS.SIG	GEV 157.6 157.6
00933507	T ENQVIST+	JNP/A.696.491.2001	1-H-1	(82-FB-208.X)	27-CO-60	FIS.SIG	GEV 208 208
01228003	B Fernandez-Dominguez+	JNP/A.747.227.2005	1-H-1	(82-FB-208.F)*	ELEM/MASS	.SIG	MEV 497 497
00921003	T Enqvist+	JNP/A.701.435.2002	1-H-2	(82-FB-208.F)	ELEM/MASS	IND.SIG	MEV 208000 208000
A0350082	E BOZKE+	JNP/A.451.171.1986	22-Ti-50	(6-C-12,N+P)	27-CO-60	.SIG	MEV 21.36 52.58
A0477020	P KOZMA+	JGZ/B.40.29.1920	25-MN-55	(6-C-12,X)	27-CO-60-0	IND.SIG	GEV 43.8 43.8
A0389005	M DE LA VEGA VEDOYA+	JJEN.120.49.88	26-FE-0	(A,X)	27-CO-60	CUM.SIG	MEV 9.3 83.3
B0172011	J JASTRZEBSKI+	JFRC.19.724.79	26-FE-56	(3-LI-6,2P)	27-CO-60-0	1 M+.SIG	MEV 15.4 95.1
A0510339	V N LEVKOVSKI	B.LEVKOVSKI.01	26-FE-57	(A,P)	27-CO-60	.SIG	MEV 7.3 34.1
A0510345	V N LEVKOVSKI	B.LEVKOVSKI.01	26-FE-58	(A,N+P)	27-CO-60	.SIG	MEV 23.7 45.9
10543005	R.R SPENCER+	JNSE.61.346.7611	27-CO-52	(N,G)	27-CO-60	.SIG_AV	KEV 85 1000

Рис.2. Небольшой фрагмент результата обработки в БД EXFOR следующего запроса: Найти все реакции, в которых в качестве конечного ядра образуется изотоп ⁶⁰Co.

Source	Nucleus	Level energy	Spin-parity	Half-life	Reference	Photon energy	Photon intensity (rel.)
⊗	7-N-15	6323.78 (2)	3/2-	0.146 FS (8)	1991AJ01	1024.92 (2)	0.05
⊗	7-N-15	8312.62 (3)	1/2+	1.2 FS (8)	1991AJ01	1011.75 (4)	5.6 (9)
⊗	7-N-15	8571.40 (12)	3/2+	0.5 FS (5)	1991AJ01	1004.3 (10)	4.6
⊗	10-NB-21	5549 (1)	3/2+	28 FS (9)	1990EN08	1026	41 (7)
⊗	12-MG-27	5172 (1)	(3/2,5/2)+	10 FS	1990EN08	1022.1 (11)	11.1 (23)
⊗	18-AR-35	5572.71 (17)	3/2+			1044.49	2.5 (8)
⊗	27-CO-55	5172.55 (15)	1/2-	7 FS (+7-3)		1008.4 (4)	18 (4)
⊗	38-SR-87	5091.06 (4)	1/2,3/2			1034.63 (4)	67 (10)
⊗	38-SR-87	5673.08 (6)	1/2,3/2			1028.63 (19)	13 (3)

Рис.3. Результат обработки в БД Relational ENSDF комплексного запроса. Требовалось найти ядра, уровни которых с энергией в области 5000—10 000 кэВ: имеют определенные значения спина (Spin-parity) — 1/2, 3/2 или 5/2; распадаются с испусканием γ -квантов с определенной энергией (Photon energy) в области от 1000 до 1050 кэВ. При этом требовалось указать сами ядра, энергии, спины и четности, времена жизни найденных уровней, энергии и интенсивности испускаемых этими уровнями фотонов, а также привести ссылки на печатные источники, в которых найденные при поиске данные были опубликованы.

торе, атласе не предусмотрен поиск данных для реакций, в результате которых образуются фиксированные конечные ядра. Для ядра-мишени и налетающих частиц такой поиск предусмотрен везде, для вылетающих частиц — кое-где, а для конечного ядра реакции — нигде! Между тем информация о том, в каких

именно реакциях образуется определенный элемент (скажем, ядро ⁶⁰Co, радиоактивное излучение которого может создавать, например, помехи регистрирующей аппаратуре) иногда представляет огромный интерес. На рис.2 показан результат такого поиска в БД, занявшего считанные секунды.

Второй пример (рис.3) относится к многочисленным задачам типа активационного анализа — поиска разнообразных комбинаций энергий возбуждения уровней ядер и энергий γ -квантов, испускаемых при распаде этих уровней. Количество таких комбинаций, которые могут быть использованы с различными целями, практически бесконечно, и получить такие данные в полном объеме без технологий БД фактически невозможно.

От известного к новому

Пока в наших примерах результатом поиска в БД становились данные, уже содержащиеся в этих БД. Однако во многих случаях относительно простая обработка результатов поиска порождает принципиально новую физическую информацию, которая до выполнения обработки таких запросов в используемых базах данных отсутствовала (по крайней мере, в явном виде).

Развитые БД и гибкие поисковые системы позволяют анализировать всю совокупность данных. Для получения новых данных (знаний) с единых позиций используются:

- выявление систематических закономерностей на основе совместного анализа результатов многих экспериментов;
- оценка результатов экспериментов, которые по тем или иным причинам не были (иногда не могут быть в принципе!) проведены, например, путем решения определенных систем линейных уравнений (неизвестные результаты входят в них вместе с некоторыми известными) и т.д.

Одним из примеров может служить исследование явления конфигурационного расщепления гигантского дипольного резонанса. Это явление было открыто теоретически в Институте ядерной физики МГУ несколько

лет назад (№ регистрации 342). Оно возникает в результате наличия двух различных вариантов взаимодействия с атомными ядрами налетающих γ -квантов, «разбивающих» ядро. В одном из них во взаимодействии участвуют нуклоны, расположенные бо-

лее глубоко относительно поверхности ядра, в другом — менее глубоко. Иными словами, в первом случае задействованы нуклоны, расположенные на более низких орбитах (подоболочках), в другом — на более высоких. Эти процессы происходят

при различных энергиях налетающих фотонов, в результате чего широкий и мощный резонанс в сечении реакции (т.е. максимум вероятности поглощения фотонов ядром при определенных энергиях фотонов) как бы разбивается на два резонанса при разных энергиях, что выражается в заметном увеличении его ширины, регистрируемой экспериментально. Схему такого эффекта иллюстрирует рис.4 на примере фоторасщепления изотопов лития ${}^6\text{Li}$.

Всякая теория, как известно, должна подтверждаться экспериментом. Но экспериментальное подтверждение этого предсказанного теоретически эффекта наталкивается на огромные сложности. Как видно из рис.5, для надежного разделения соответствующих групп уровней в самом общем случае необходимо знание того, на какие именно конечные уровни распадаются конкретные состояния обеих групп. Это требует одновременного изучения угловых распределений и энергетических спектров вылетающих фотопротонов и фотонейтронов, проведения сложнейших измерений в режиме многих совпадений, поскольку для многих ядер, в особенности для легких, фоторасщепление ядер происходит в многочастичных реакциях.

Однако для многих ядер, как, например, для упомянутых выше изотопов лития, детальное исследование всех параметров конфигурационного расщепления доступно на основе использования всего лишь возможностей современной БД. В случае фоторасщепления изотопов лития две искомые компоненты конфигурационного расщепления — высоко- и низкоэнергетичная — весьма существенно различаются. При переходах одной группы «внутренние части» ядер, представляющие из себя α -частицы (прочно связанные 2 протона и 2 нейтрона), не затрагиваются и в явном виде присутствуют среди продуктов реакций. При переходах другой

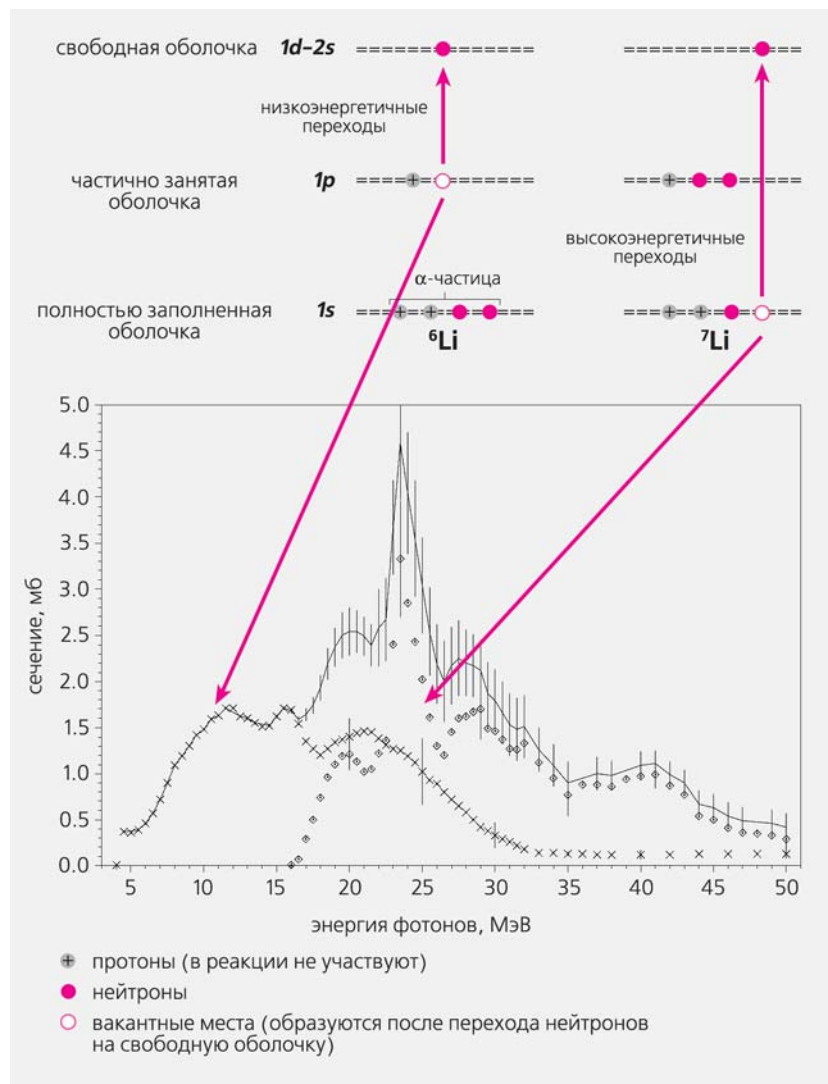


Рис.4. Конфигурационное расщепление гигантского дипольного резонанса на примере изотопов лития: два типа переходов в ядрах ${}^6,7\text{Li}$. Схема расщепления ядер лития в реакции вылета нейтронов (при низкоэнергетичных переходах α -частица — два протона и два нейтрона на оболочке $1s$ — не затрагивается и присутствует среди продуктов реакции; при высокоэнергетичных переходах α -частица разрушается, и среди продуктов реакции ее нет) (а). Зависимость вероятности поглощения фотона (сечения реакции) от энергии (б). | — значения сечений, регистрируемые экспериментально, × — сечения для низкоэнергетичного перехода, ◇ — сечения для высокоэнергетичного перехода. Видны два гигантских резонанса, соответствующие двум типам переходов и расположенные при существенно разных энергиях налетающих фотонов.



Рис.5. Две группы реакций фоторасщепления двух изотопов лития по отношению к присутствию среди продуктов α -частицы (ядра ${}^4\text{He}$).

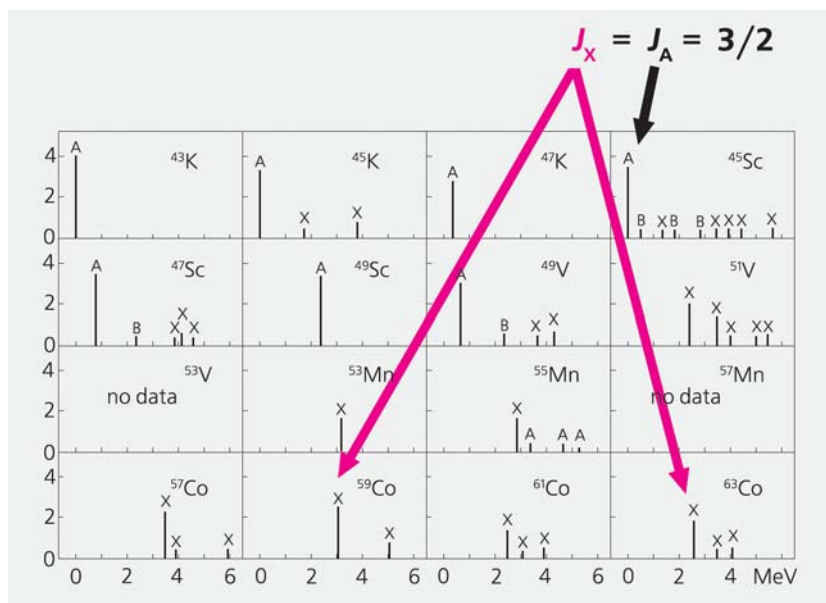


Рис.6. Определение неизвестных значений спинов ядерных состояний на основании одинакового поведения характеристик состояния. Показаны 16 распределений спектроскопической силы S ($l = 2$, для реакций срыва протона) по состояниям конечных ядер: А – состояние с $J = 3/2$, В – с $J = 5/2$, X – с неизвестным J . Поскольку во всех распределениях состояния с наибольшей S расположены при наименьшей энергии возбуждения, естественно считать, что все они имеют одно и то же значение спина.

группы эти внутренние α -частицы разрушаются. Из сказанного следует очевидный алгоритм исследования путем запроса к БД. Необходимо выбрать все известные данные по сечениям фотоядерных реакций на обоих изотопах лития и разложить их по двум группам (рис.5), в одной из которых α -частица имеется среди продуктов реакций, а в другой отсутствует [6]. Результаты такого «виртуального» исследования позволили впервые на основании экспериментальных данных определить основные параметры обеих компонент конфигурационного расщепления и тем самым подтвердить открытое ранее явление.

Таким же способом на основе результатов обработки запросов к БД по ядерной спектроскопии ENSDF могут быть получены [7] новые данные о параметрах ядерных состояний. В качестве примера проанализируем с помощью аппарата БД результаты экспериментов по изучению реакций срыва и подхвата нуклонов. В ходе этих реакций частица – по сути, маленькое ядро, состоящее из небольшого числа нуклонов – ускоряется в экспериментальной установке и пролетает вблизи исследуемого «большого» ядра. В этот момент либо большое ядро срывает нуклон с пролетающей частицы и присоединяет его к себе, либо пролетающая частица подхватывает нуклон – отнимает его у исследуемого ядра, присоединяет к себе и уносит вдаль. Отсюда и названия реакций: срыв и подхват.

Важными характеристиками реакции являются величина S – так называемая спектроскопическая сила, дающая представление о вероятности образования в результате реакции того или иного конечного ядерного состояния, и спин J этого конечного состояния (напрямую в таких экспериментах не измеряется, может быть известен или неизвестен). Оказывается, что если просто выбрать из БД по

ядерной спектроскопии данные о величинах S для разных энергий состояний конечного ядра, причем таких, которые соответствуют передаче в ходе реакции нуклонов с одной и той же величиной l вращательного (так называемого орбитального) момента, то относительно спинов/конечных состояний могут быть сделаны вполне определенные выводы. Из приведенного на рис.6 примера для данных по реакции срыва протонов очевидно, что возбужденные состояния всех 16 ядер от ^{43}K до ^{63}Co имеют характерные совпадающие особенности: состояние с наибольшим S располагается при наименьшей энергии. Известные значения спинов таких состояний равны (в данном случае) $J_A = 3/2$, и есть все основания предполагать, что неизвестные спины также должны быть равны $J_x = J_A = 3/2$ — экспериментальные распределения альтернативы не предоставляют. Простейший анализ подобных распределений позволяет предсказать значения спинов многих состояний (табл.2). Одно из них было впоследствии подтверждено результатами сложных специальных экспериментов с поляризованными частицами. Эти предсказания свойств ядерных уровней аналогичны предсказаниям свойств химических

элементов на основе Периодической таблицы.

В поисках магических ядер

Эксперименты по изучению реакций срыва и подхвата нуклонов помогают определять внутреннее строение ядер. Важно подчеркнуть, что это два совершенно разных вида экспериментов, и по результатам одного из них (подхвата) определяют число нуклонов на внутриядерных орбитах, а по результатам другого (срыва) — число свободных мест на этих же орбитах. К сожалению, точность результатов и тех, и других экспериментов невысока, причем настолько, что данные, как правило, значительно расходятся, а иногда и противоречат друг другу. В итоге сказать что-либо достаточно конкретное о том, как расположены и заселены разные орбиты в определенных ядрах, часто попросту нельзя.

Задача точного определения чисел протонов и нейтронов или соответствующих вакансий на ядерных орбитах так и осталась бы неосуществимой мечтой физиков, если бы на помощь не пришел новый подход. Во-первых, данные экспериментов по изучению реакции как срыва,

так и подхвата были помещены в единую БД ENSDF, а во-вторых, выяснилось, что данные обоого типа можно связать между собой таким образом, что в результате их точность резко повышается, а противоречия между ними снимаются.

Идея связывания двух типов экспериментов чрезвычайно проста. Поясним ее на примере. Представьте себе, что у Вас имеется книжная полка с книгами. Вы не знаете точно, сколько на этой полке книжек, и Вы также не знаете точно, сколько на ней пустого места. Однако Вы точно знаете, какова вместимость этой полки, заложенная еще мастером, ее изготовившим. Сумма числа книжек и числа пустых мест, даже если они по отдельности точно не известны, и есть вместимость Вашей полки. Число книжек и число пустых мест связаны через эту сумму. Вместимость ядерных орбит известна из уравнений квантовой механики («заложена Мастером»), и данные экспериментов по срыву и подхвату оказываются связанными. Конвертировать эту связь в повышение точности данных о числе частиц (или книжек) — дело математической техники.

Привлечение же еще и имеющейся в этой же БД информации о спинах состояний образовавшихся ядер, собранной в результате анализа данных многих и многих экспериментов, и не только по срыву и подхвату нуклонов, позволяет еще более повысить их точность. В итоге удается весьма точно определять реальные числа нуклонов на орбитах и положения орбит в ядрах.

Таким образом, мы приходим к любопытному и весьма нетривиальному выводу. Связав воедино данные нескольких разных типов экспериментов из БД, относящиеся к одному и тому же ядру, мы получаем для этого ядра эмпирические данные, которые отдельно в каждом виде эксперимента не могли быть получены! В нашем институте такие работы ведутся на протяжении

Таблица 2

Данные об экспериментальных значениях спина ядерных состояний

Реакция	Исследуемое ядро	Энергия уровня, кэВ	Спин J (возможные значения из предыдущих экспериментов)	Спин J (предсказания с помощью БД)
$^{46}\text{Ti}(^3\text{He},d)$	^{47}V	2212	(1/2, 3/2)	3/2
$^{50}\text{Cr}(^3\text{He},d)$	^{51}Mn	3292	(5/2, 7/2)	5/2
$^{54}\text{Cr}(^3\text{He},d)$	^{55}Mn	3608	(5/2, 7/2)	5/2
$^{54}\text{Cr}(^3\text{He},d)$	^{55}Mn	2253	(1/2, 3/2)	3/2
$^{56}\text{Fe}(d,^3\text{He})$	^{55}Mn	2741	Неизвестен	3/2
$^{54}\text{Fe}(d,^3\text{He})$	^{53}Mn	3007	(3/2, 5/2)	3/2
$^{58}\text{Ni}(^3\text{He},\alpha)$	^{57}Co	3539	(3/2, 5/2)	3/2*
$^{60}\text{Ni}(^3\text{He},\alpha)$	^{59}Co	3162	(3/2, 5/2)	3/2
$^{62}\text{Ni}(^3\text{He},\alpha)$	^{61}Co	2559	(3/2, 5/2)	3/2
$^{64}\text{Ni}(^3\text{He},\alpha)$	^{63}Co	2660	(3/2, 5/2)	3/2

* Предсказанное значение спина $J = 3/2$ позднее было подтверждено результатами исследования реакции $^{58}\text{Ni} + \text{pol } d \rightarrow ^3\text{He} + ^{57}\text{Co}$.

нескольких лет. В результате были получены новые сведения о внутренней структуре нескольких десятков ядер. Впервые определены реальные числа нейтронов и протонов на внутриядерных орбитах для большого числа ядер. На основе этих данных получила объяснение непонятная ранее аномалия (отличие от предсказаний традиционной модели ядерных оболочек) в значениях спинов основных состояний изотопов ядра калия — ^{39,40,41,43,45,47}K. Она оказалась прямо связанной с тем, что некоторые реальные ядерные орбиты расположены друг относительно друга не совсем так, как предсказывается традиционной оболочечной моделью.

Одним из наиболее интересных результатов стали убедительные доказательства в пользу существования новых «магических» ядер.

Одно такое ядро — ⁹⁶Zr (цирконий с атомным номером 96) — состоит из 40 протонов и 56 нейтронов. Оказалось, что числа 40 и 56 составляют «магическую» пару, так как ядро ⁹⁶Zr обладает многими характерными свойствами «магических» ядер — сферической формой и определенной структурой возбужденных состояний. Нам удалось, используя описанный выше метод объединения различных данных, выяснить, что в этом ядре по непонятным пока причинам возникает новая целиком заполненная нейтронами оболочка (орбита, по которой движутся нейтроны внутри ядра) — а это, как мы упоминали, и приводит к возникновению особых свойств «магических» ядер. В дальнейшем стало понятно, что механизм возникновения «магичности» у этого ядра совершенно аналогичен тому, как это происходит у другого хорошо известного «классического» «магического» ядра — ⁴⁸Ca (кальция с атомным номером 48), состоящего из 20 протонов и 28 нейтронов. Найденный механизм состоит в том, что от обычной оболочки отщепляется

ее маленькая часть (подоболочка), отделяется достаточно далеко и становится новой самостоятельной оболочкой. При полном заселении этой новой образованной оболочки протонами или нейтронами получается новое «магическое» ядро.

Остается неясным, почему число 56 нейтронов составляет «магическую» пару только с числом 40 протонов? Это может быть свидетельством проявления некоего специфического взаимодействия между нейтронами и протонами ядра, заполняющими некоторые оболочки. Можно заметить, что названные два ядра — ⁹⁶Zr и ⁴⁸Ca — связывает еще одна связь, воистину удивительная! Так как 40 — это 20·2, а 56 — это 28·2, получается, что ядро ⁹⁶Zr как будто бы «состоит» из двух ядер ⁴⁸Ca. Когда мы впервые сказали слово «состоит», мы отдавали себе отчет, что используем, скорее, фигуру речи, отражающую арифметическое соотношение, и что этого не может быть в реальности, в буквальном смысле. Современная физическая теория не допускает подобного поведения — оно было бы столь же неестественным, как если бы две капли одинаковой жидкости слились в одну, но при этом оставались бы «жить» внутри этой капли отдельно друг от друга. Каково же было наше удивление, когда мы обнаружили свидетельства того, что, похоже, так оно и есть!

Дело в том, что оба ядра не являются стабильными ядрами, т.е. живут они хотя и очень долго, но все-таки не вечно. Они распадаются весьма редким образом — с испусканием сразу двух β-частиц (число распадов такого рода среди всех распадов ядер составляет приблизительно 1%). То, что ядро ⁹⁶Zr распадается таким же редким образом, что и его «половинка» ядро ⁴⁸Ca, уже само по себе — уникальное совпадение, достойное особого рассмотрения. Однако времена, за которые происходит распад обоих ядер, соотносятся так,

что можно говорить о настоящей мистике совпадений! Время полураспада ядра ⁹⁶Zr составляет 2,1·10¹⁹ лет, а время полураспада ⁴⁸Ca — 4,2·10¹⁹ лет: маленькое ядро живет ровно вдвое дольше большого! Поскольку вероятность распада ядра обратно пропорциональна времени полураспада, это означает, что вероятность распада большого ядра ровно вдвое больше такой же вероятности для маленького. Таким образом, дело обстоит так, как будто бы ядро ⁹⁶Zr реально состоит из двух ядер ⁴⁸Ca, каждое из которых распадается самостоятельно и независимо. Как такое может быть? Как две одинаковых капли, слившись в одну, все еще продолжают оставаться двумя каплями? И как это связано с особой внутренней структурой этих «капель», в данном случае — с известной «магичностью» ядра кальция-48 и вновь обнаруженной «магичностью» ядра циркония-96?

Напрасно читатель ждет от нас ответов и на эти вопросы. Их мы пока не знаем сами. Шаг за шагом на протяжении нашего повествования мы вели читателя от общеизвестных истин к установленным фактам, следуя путем открытий, умозаключений и догадок, пока не дошли с ним до вопросов, ответы на которые пока не найдены, до черты, за которой — область неизведанного, terra incognita. Именно вопросами, а не утверждениями мы полагаем достойным завершить рассказ о современных поисках в новой зарождающейся области исследований. Много веков назад, на заре человеческого знания, когда появились первые науки, когда люди делали первые шаги в изучении природы, о подобных областях незнаемого Плутарх писал так: «Ученые, в области географии, обозначают неизвестные им земли на самом краю карты, делая иногда надписи, что за ними — “безводные кишашие зверями песчаные пустыни”, или: “холодная Скифия”, не то: “Ледовитое море”».

Итак, использование современных баз данных как инструмента научного познания становится в один ряд с традиционными экспериментальными и теоретическими методами исследований окружающей нас действительности.

Может возникнуть вопрос: при чем тут, собственно говоря, базы данных, ведь они не содержат чего-то «нового», чего не было в первоначальных источниках — статьях, иных публикациях? Разве не может внима-

тельный и скрупулезный исследователь получить тот же результат, опираясь на оригинальные источники информации? В том-то и дело, что в современном мире — нет, не может, и чем дальше идет время, чем далее и далее развивается научный процесс, тем весомее это «нет». Количество данных, описывающих объекты современной науки, столь велико, что без применения современных информационных технологий принять их все к сведению

практически невозможно. А если уменьшается «количество» анализируемой информации, не возникает и «качество» — новое знание.

Первые удачные попытки постановки и решения научных задач с помощью современных БД могут составить основу нового научного направления — разработки методов содержательного анализа больших массивов информации — и получения на основе этого анализа нового знания. ■

Использованы результаты исследований, частично поддержанных грантом Президента РФ № НШ-1619.2003.2 для поддержки ведущих научных школ РФ, а также Российским фондом фундаментальных исследований (проекты 99-07-90015, 03-07-90431, 04-02-16275).

Литература

1. <http://www.sims.berkeley.edu/research/projects/how-much-info-2003/>
2. Бобошин И.Н., Варламов В.В., Иванов Е.М. и др. Реляционные базы данных об атомных ядрах и ядерных реакциях в Интернет для исследований в области ядерной физики и смежных областях науки и техники // Труды Всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет». Новороссийск, 24–29 сентября 2001 г. ISBN 5-211-04521-1. М., 2001. С.19–21.
3. Бобошин И.Н., Варламов В.В., Комаров С.Ю. и др. Электронная коллекция научных данных по физике атомных ядер и ядерных реакций ЦДФЭ НИИЯФ МГУ // Труды Четвертой Всероссийской научной конференции RCDL'2002 «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции», Дубна, 15–17 октября 2002 г. ISBN 5-9530-0007-03, Дубна, 2002. С.290–298.
4. Nuclear Structure References Data File, maintained by USA National Nuclear Data Center, URL: <http://www.nndc.bnl.gov/nndc/nsr/>
5. The Nuclear Data Centres Network. IAEA Nuclear Data Section / Ed. V.G.Pronyaev. INDC(NDS)-401, IAEA, Vienna, 1999.
6. Бобошин И.Н., Варламов А.В., Варламов В.В. и др. // Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. 2000. Т.3. Вып.3. URL: <http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-6-html/VARLAMOV/varlamov.htm>
7. Boboshin I.N., Iskhkhanov B.S., Varlamov V.V. New Data on Nuclear Subshells from the Analysis of the International Database on Nuclear Structure ENSDF // The International Conference «Nuclear Structure and Related Topics». Dubna, 2003. September 2–6. Contributions. ISBN 5-9530-0029-4, Dubna, 2003. P.20.

Клеточная подвижность в сердечно-сосудистой системе

В.П.Ширинский, А.В.Воротников

Вопреки бытующему мнению, двигательной активностью обладают все без исключения клетки организма. Хотя двигательные реакции многих из них не столь очевидны, как мышечное сокращение, они не менее важны для поддержания гомеостаза. К примеру, иммунитет невозможен без амебoidalного движения лейкоцитов и поглощения ими бактерий и обломков клеток; рост организма происходит в результате деления любых клеток, начиная со стволовой. Ни секреция гормонов и ростовых факторов, ни синаптическая передача нервного импульса, ни свертывание крови тромбоцитами, ни поглощение пищевых частиц кишечным эпителием, как и многие другие протекающие в организме процессы, не могут обходиться без двигательного компонента. Даже внутри клетки ситуация далека от статичной: многие органеллы постоянно перемещаются, и это активный процесс, требующий участия моторных белков и энергетических затрат.

Моторные белки

Молекулярные моторы клетки делятся на два основных типа: миозины и кинезины. Их

© Ширинский В.П., Воротников А.В., 2005



Владимир Павлович Ширинский, доктор биологических наук, заведующий лабораторией клеточной подвижности Научно-исследовательского института экспериментальной кардиологии Российского кардиологического научно-производственного комплекса Росздрава. Область научных интересов — молекулярные механизмы клеточной подвижности, генетические основы развития сердца, генная и клеточная терапия в кардиологии.



Александр Вячеславович Воротников, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник той же лаборатории. Занимается изучением роли фосфорилирования белков в регуляции гладкомышечного сокращения и клеточной подвижности.

принципиальное различие в том, что движутся они по разным внутриклеточным «дорогам»: миозины — вдоль микрофиламентов, состоящих из белка актина и добавочных компонентов, а кинезины перемещают грузы (везикулы, митохондрии) по микротрубочкам, построенным из белка тубулина. В настоящее время идентифицировано множество различных миозино- и кинезинподобных молекуляр-

ных моторов, которые продуцируются независимыми генами. Однако у них есть общее свойство — они способны превращать химическую энергию универсального клеточного топлива аденозинтрифосфата (АТФ) в механическую работу. За счет этой энергии миозины и кинезины обратимо связывают актин или тубулин и меняют свою конформацию, что позволяет им создавать тянущие усилия и

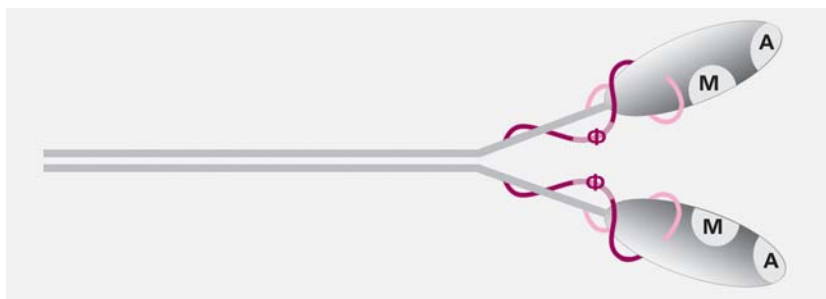


Схема молекулы миозина II. Молекула состоит из двух длинных полипептидов (тяжелых цепей), формирующих две глобулярные головки и стержнеобразный хвост, участвующий в образовании филаментов. Головки содержат актин-связывающие участки (А) и моторные области (М), где происходит связывание и расщепление АТФ. Вблизи головок с тяжелыми цепями ассоциированы две пары легких цепей, одна из которых содержит участок фосфорилирования (Ф).

продвигаться вдоль микрофиламентов и микротрубочек.

В клетке, как в любой сложной двигательной системе, функции у молекулярных моторов различны, и не все моторы взаимозаменяемы. Основным из них считается миозин II, поскольку именно этот белок обеспечивает сокращение скелетных мышц, сердца, кровеносных сосудов, перистальтику желудочно-кишечного тракта и родовую деятельность. Впервые миозин был выделен из скелетных мышц в начале XX в. Отечественной биохимической школе принадлежит приоритет установления его свойства как хемомеханического преобразователя. В 1939–1942 гг. В.А.Энгельгардт и М.Н.Любимова описали способность миозина гидролизовать АТФ и сокращать актомиозиновый гель. В результате электронномикроскопических и биохимических исследований миозина выяснилось, что его молекула состоит из пары крупных полипептидов (тяжелых цепей), формирующих две головки и длинный хвост, а также двух пар мелких полипептидов (легких цепей). В головках соседоточены актин-связывающая и моторная активности миозина, а хвосты взаимодействуют между собой и собирают отдельные молекулы миозина в

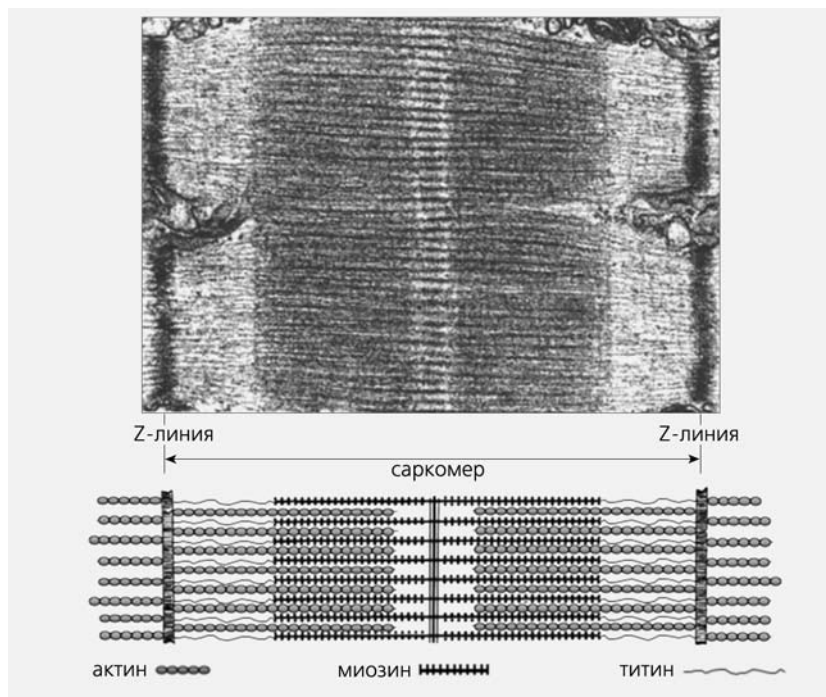
филамент. Движение по типу сокращения происходит за счет концентрации моторных доменов, расположенных на противоположных концах филамента и развивающих тянущее усилие навстречу друг другу. Расшировка структуры миозиновой головки в 1993 г. стала крупным достижением структурной биологии и фактически заложила основы нанотехнологии молекулярных моторов [1].

Все миозины независимо от их происхождения (будь то сократительный аппарат скелетных мышц, сердца, гладких мышц сосудов или немышечных клеток), хотя и кодируются разными генами, в общем устроены одинаково. Те отличия в первичной структуре, которые существуют между ними, зачастую определяют особенности их надмолекулярной организации и регуляции, а также мощность мотора. В разных типах клеток эти различия сказываются на общей организации актомиозинового двигательного аппарата. В частности, основные типы клеток сердечно-сосудистой системы — мышечные клетки сердца (кардиомиоциты), гладкомышечные клетки сосудов, клетки сосудистого эндотелия и фибробласты — имеют четко различимую организацию актомиозина.

Сократительные системы

Сократительный аппарат кардиомиоцитов, так же как и клеток скелетных мышц, состоит из множества последовательно соединенных единиц — сакромеров. К их стенкам (Z-дискам) прикреплен один из концов актиновых филаментов, второй — свободно «висит» внутри, окруженный и поддерживаемый биполярными филаментами миозина, которые заполняют центр саркомера и также связаны с Z-дисками гигантским белком титином. Из-за упорядоченности саркомеров под микроскопом скелетные и сердечные мышцы выглядят поперечно исчерченными и потому называются поперечнополосатыми. Сокращение таких мышц происходит при стягивании краев саркомера путем «перешагивания» моторных доменов миозина вдоль актиновых филаментов и их протаскивания к центру саркомера. Титин выполняет роль молекулярной пружины, поддерживая структуру сакромера. Сложение небольших изменений длины или напряжения каждого саркомера достигает значительных величин на уровне мышечной клетки и мышечных волокон в целом. Постоянная активность и готовность саркомерного миозина к работе — характерная его особенность. Блокировка сокращения достигается путем запрета взаимодействия миозиновых головок с актином, что осуществляет специальный белковый (тропонин-тропомиозиновый) комплекс, расположенный на филаментах актина. Запуск сокращения происходит при возрастании концентрации ионов кальция в цитоплазме кардиомиоцитов, который связывается с тропонином и снимает его блокирующее действие.

Двигательный аппарат гладкомышечных клеток не имеет саркомеров, однако, как и в поперечнополосатых мышцах, он организован в постоянную



Электронная микрофотография (вверху) и схема строения саркомера скелетных и сердечных мышц. Саркомер ограничен Z-линиями, с которыми соединены филаменты актина и белок титин. Филаменты миозина расположены в центре саркомера, и их упорядоченная структура поддерживается за счет латеральных взаимодействий с титином и филаментами актина. Центральная зона саркомера, соответствующая середине миозиновых филаментов, свободна от головок.

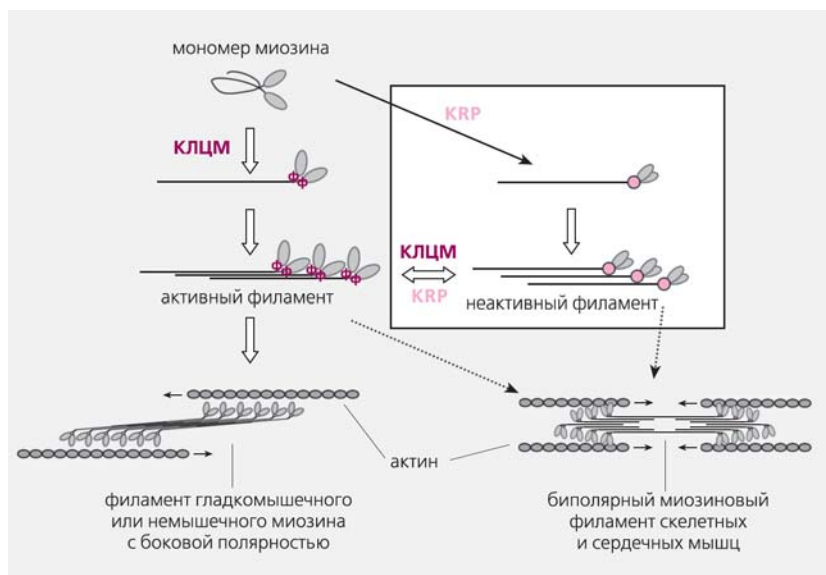
структуру, в которой с помощью электронной микроскопии можно увидеть четко выделяющиеся продольно взаимодействующие филаменты актина и миозина, а также аналоги Z-дисков — плотные тельца. Сам по себе гладкомышечный миозин неактивен, так как его моторные домены плотно ассоциированы друг с другом и стволом филамента. Активация происходит под действием специального Ca^{2+} -зависимого фермента (киназы легких цепей миозина, КЛЦМ), который переносит фосфатный остаток с АТФ на регуляторные легкие цепи миозина. Такая, казалось бы, незначительная модификация приводит к колоссальным последствиям — к освобождению головок, что позволяет им связывать актин и АТФ и развивать тянущее усилие.

Сходным образом регулируется и двигательная активность немышечных клеток. Клетки, например, эндотелия сосудов, фибробласты сердца и тромбоциты содержат миозин II, подобный гладкомышечному. Однако их сократительный аппарат не собран в постоянную структуру, и большая часть молекул немышечного миозина находится в одиночном или «свернутом» состоянии, при этом филаменты не формируются. Фосфорилирование немышечного миозина КЛЦМ имеет два последствия. Во-первых, молекулы миозина разворачиваются и полимеризуются в филаменты. Во-вторых, происходит активация моторного домена. В результате в определенной области немышечной клетки создается временный сократительный аппарат, который инакти-

вируется и разбирается после завершения двигательного акта путем дефосфорилирования миозина. Как и в гладких мышцах, за это отвечает фермент-антагонист КЛЦМ — фосфатаза легких цепей миозина. Замечательная пластичность двигательной системы немышечных клеток, вероятно, объясняется тем, что они призваны совершать разнообразные движения при ограниченном ресурсе сократительных белков, тогда как мышечные клетки узкоспециализированы и выполняют лишь одну функцию — однонаправленного сокращения.

Белки-регуляторы

Молекулярно-генетические исследования локуса КЛЦМ в геноме высших позвоночных, начатые более 10 лет назад, оказались фундаментально важными, поскольку позволили выявить значительно более сложную систему регуляции клеточной подвижности с участием КЛЦМ, нежели просто фосфорилирование миозина. Выяснилось, что хромосомный локус КЛЦМ имеет сложное строение, выпадающее из общепринятого тогда принципа «один ген — один белок». Этот локус кодирует три семейства белковых продуктов: высокомолекулярную (характерную для клеток эндотелия и эпителия) и низкомолекулярную (основную во всех остальных клетках) изоформы КЛМЦ, а также белок KRP (от англ. Kinase-Related Protein, что отражает его родство с КЛЦМ) [2, 3]. Именно ген KRP и представляет собой пример «гена в гене» — он расположен внутри гена КЛЦМ, использует ту же рамку считывания, но при этом полностью независим [4]. Такое устройство генома ранее наблюдали у вирусов, считая его примером эволюционной «компрессии» генетической информации. Однако полная расшифровка генома человека показала, что такая структура может быть типичной и для



Регуляция динамики миозина в клетке. В немускельной клетке около половины всех молекул миозина находятся в свернутом состоянии и не способны образовывать филаменты. Фосфорилирование (Ф) легких цепей миозина КЛЦМ активирует миозин и нарушает внутримолекулярные связи, приводя к распрямлению молекул миозина и их спонтанной полимеризации в активные филаменты, готовые к генерации силы. При дифференцировке гладкомышечных клеток формируются длинные филаменты с боковой полярностью, при которой моторные головки плотно упакованы сбоку филамента и взаимодействуют с соседними филаментами актина, создавая продольные тянущие усилия. При развитии клеток скелетных мышц и сердца происходит замена немускельных изоформ миозина на саркомерный миозин II, который формирует ограниченные по длине гантелеобразные филаменты с моторными частями на концах филамента и средней частью, содержащей только хвосты. В созревающих кардиомиоцитах (показано на врезке) и гладкомышечных клетках функционирует дополнительный путь формирования филаментов из несаркомерного миозина. Генетически родственный КЛЦМ белок KRP распрямляет молекулу миозина, но не включает ее моторную активность. В результате собираются неактивные миозиновые филаменты, которые, вероятно, играют важную роль в поддержании структуры сократительных волокон в гладких мышцах и предшественников миофибрилл в сердце. Активность этих филаментов также регулируется КЛЦМ и фосфатазой легких цепей миозина.

высокоорганизованных организмов. Были обнаружены и другие примеры так называемых генов-матрешек, в которых кодирующие нуклеотидные последовательности вставлены одна в другую, поэтому каждый меньший по размеру белок существует и отдельно, и как часть большего белка. Соответственно, высокомолекулярный белок наследует все свойства низкомолекулярного компонента и дополни-

тельно проявляет свои собственные. Так, KRP взаимодействует с гладкомышечным и немускельным миозинами и собирает их в филаменты. В то же время, миозиновый мотор запускает КЛЦМ, а не KRP, поскольку в его составе нет необходимых аминокислотных последовательностей, определяющие протеинкиназную активность. Более того, в клетках, где есть оба этих регулятора, KRP становится антагонистом

КЛЦМ, нарушая ее взаимодействие с миозином.

Таким образом, хотя принцип сокращения скелетных, сердечных и гладких мышц и немускельных клеток одинаков, основные пути регуляции сокращения в этих системах различаются. Тем не менее саркомерный миозин также может фосфорилироваться и изменять силовые характеристики, а в гладкой мышце функционирует система инактивации сокращения, связанная с филаментами актина и основанная на участии гладкомышечного аналога тропонина — белка кальдесмона. В мускулатуре сосудов координированная деятельность обеих систем играет важную роль в регуляции тонуса, что было установлено в результате многочисленных исследований, проведенных в том числе и в нашей лаборатории. Тонус сосудов напрямую зависит от активности КЛЦМ и кальдесмона в гладкомышечных клетках. При гиперактивации КЛЦМ и подавлении функций кальдесмона развивается спазм и ишемическое поражение тканей, например, инфаркт миокарда в случае коронарных артерий или инсульт при спазме сосудов головного мозга. Снижение активности КЛЦМ, напротив, приводит к расслаблению сократительной системы гладких мышц сосудов, снижению артериального давления и восстановлению кровоснабжения сердца. На этом основано действие некоторых кардиологических препаратов (антагонистов кальция, нитратов, ингибиторов ангиотензин-превращающего фермента, папаверина и бета-блокаторов).

Нарушения клеточной подвижности

Важное свойство гладкомышечных клеток сосудов — их способность перестраивать сократительный аппарат и метаболизм и превращаться в фибробластоподобные клетки. Это

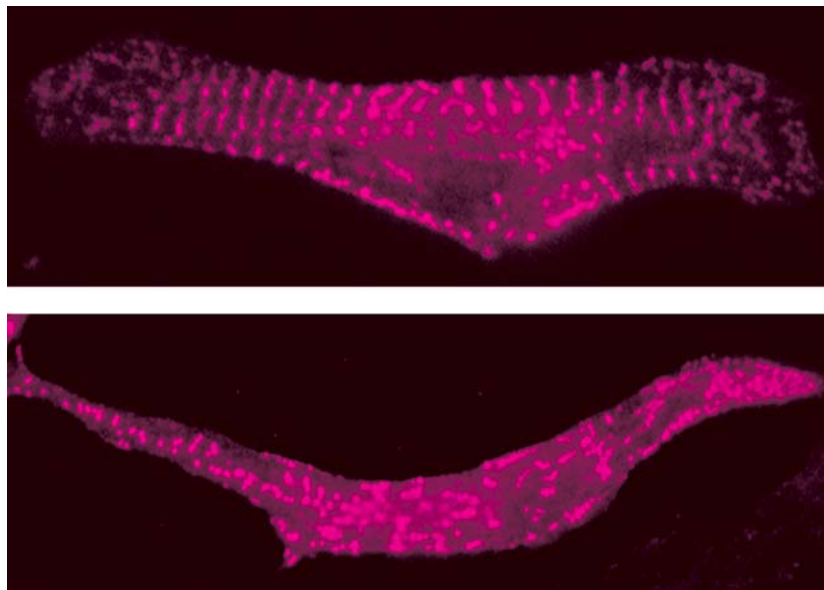
происходит, в частности, в результате нарушения целостности эндотелиальной выстилки сосудистой стенки и прямого контакта содержащихся в крови факторов роста с гладкомышечными клетками интимальной (внутренней) оболочки сосудов. Такие клетки начинают активно мигрировать в направлении пораженного участка, размножаться и секретировать белки внеклеточного матрикса, заполняя просвет сосуда. Эти события происходят при атеросклерозе, часто после ангиопластики и аортокоронарного шунтирования, вызывая повторное сужение сосудистого русла, или рестеноз. Миграция, деление и секреторная активность гладкомышечных клеток также опосредуются изменениями активностей миозина II, КЛЦМ и кальдесмона. Очевидно, что если научиться селективно подавлять эти процессы, можно предотвратить формирование рестенозов. И такие попытки уже делаются, наиболее перспективны из них — применение синтетических ингибиторов КЛЦМ, а также воздействие на кальдесмон-зависимую систему регуляции.

Недавно была установлена важная роль эндотелиальной высокомолекулярной изоформы КЛЦМ в регуляции сосудистой проницаемости, необходимой для обмена биологически активными молекулами, питательными веществами, газами и клетками иммунной системы между кровью и тканями организма [10]. У мышей с избирательным генетическим нокаутом этой изоформы КЛЦМ существенно снижена проницаемость микрососудов, в том числе и для токсических веществ, которые проходят из кровотока в ткань и вызывают ее поражение. Сокращение эндотелия опосредуется немышечным миозином и регулируется главным образом КЛЦМ. Ее отсутствие в клетках эндотелия приводит к уменьшению проницаемости монослоя, по-видимому, за счет потери способности клеток к сокращению и образо-

ванию щелей между ними, в которые могут проходить белковые молекулы и даже клетки. Примечательно, что тех же эффектов можно добиться, вводя в кровь нормальным мышам ингибитор КЛЦМ, одной из первых мишеней которого будет эндотелий сосудов. Сегодня ученые думают о том, как использовать антагонисты КЛЦМ в кардиологии. Одним из возможных применений может стать ограничение поражения миокарда при операциях на сердце. Временная остановка кровообращения в сердце приводит к ишемии и повышению проницаемости капилляров, а восстановление кровотока — к разносу токсических продуктов метаболизма из зоны ишемии в здоровые участки миокарда. Включение ингибитора КЛЦМ в кардиопротективные растворы может, таким образом, снизить масштабы повреждения сердца при операциях. Другими областями применения ингибиторов КЛЦМ могут быть отек легких, кардиоген-

ный и травматический шок, сепсис и другие патологии, при которых остро нарушается сосудистая проницаемость.

Исследования последних лет, проведенные в нашей лаборатории, показывают, что присутствие КЛЦМ и KRP критично на самых ранних этапах развития кардиомиоцитов и необходимо для формирования правильной саркомерной структуры. Если избирательно подавить синтез этих белков с помощью так называемых антисмысловых олигонуклеотидов (коротких фрагментов ДНК, взаимодействующих с информационной РНК, кодирующей данный белок), то в эмбриональных кардиомиоцитах практически останавливается образование саркомеров и клетки теряют способность сокращаться. Поскольку ни КЛЦМ, ни KRP не взаимодействуют с саркомерным миозином, то наиболее вероятной молекулярной мишенью для них становится немышечный миозин, также присутствующий в кардиомио-



Микрофотографии актиновых филаментов нормальных эмбриональных кардиомиоцитов (вверху) и обработанных антисмысловым олигонуклеотидом к мРНК КЛЦМ и KRP, избирательно подавляющим синтез этих белков. Расположение белка α -актинина, образующего Z-диски, выявляли красным флуоресцентным красителем. В контрольных кардиомиоцитах видны формирующиеся саркомеры, в клетках без КЛЦМ и KRP образование саркомеров нарушено.

цитах. Он входит в состав предшественников миофибрилл (премиофибрилл) и должен находиться в филаментарном состоянии для того, чтобы премиофибриллы слились друг с другом и образовали полноценные сократительные волокна, состоящие из саркомеров. По всей видимости, роль КЛЦМ и KRP состоит в поддержании филаментарного состояния немышечного миозина премиофибрилл, без которого их дальнейшее развитие невозможно. Таким образом, белковые продукты генетического локуса КЛЦМ — важные участники формирования сердца у эмбриона.

Процесс образования новых миофибрилл происходит и во взрослом сердце. Как известно, клетки сердца не делятся, но способны отвечать на возрастающую гемодинамическую нагрузку путем увеличения массы и мощности сократительного аппарата. Такая гипертрофия сердца может происходить как в норме (например, у спортсменов, испытывающих большие физические нагрузки), так и при заболеваниях сердца различной этиологии. В наиболее тяжелых формах разрастание ткани сердца приводит к сокращению размеров его камер, снижению объема выбрасываемой крови и представляет угрозу для жизни пациента. Единственный радикальный в наши дни метод лечения таких состояний — опера-

тивное удаление части миокарда, которое продлевает жизнь больного, но не устраняет причину заболевания. Исследование молекулярных механизмов гипертрофии миокарда может дать ту необходимую информацию, которая позволит установить диагноз на ранней стадии, провести фармакологическое лечение и избежать операции. Ранними маркерами гипертрофии и соответственно потенциальными мишенями для воздействия лекарств могут быть именно КЛЦМ и KRP. В экспериментах на животных установлено, что гипертрофия миокарда сопровождается увеличением синтеза этих белков [11, 12]. Эти данные были подтверждены и при обследовании людей, страдающих той же патологией [13]. Вероятно, при гипертрофии сердечная клетка запускает тот же молекулярный механизм, что и в эмбриональный период, когда происходил синтез миофибрилл, регулируемый КЛЦМ и KRP. Подавив в культивируемых кардиомиоцитах биосинтез этих регуляторных компонентов, удалось остановить сборку миофибрилл. Остается лишь разработать антигипертрофические лекарственные препараты, и бороться с этим тяжелейшим недугом человека станет намного проще.

Значительно сложнее лечить наследственные формы гипертрофии миокарда, связанные с мутациями генов, кодирующих

синтез миозина, тропонина, титина и других белков саркомера. Естественно, организм сам пытается справиться с возникшими нарушениями, но вновь синтезированные миозиновые моторы или аномальные саркомеры также несут врожденные дефекты, и это только усугубляет положение. Сейчас такие заболевания уже можно выявить с помощью генетических методов, а в перспективе, с дальнейшим развитием методов генной и клеточной терапии, их можно будет лечить, заменяя дефектные гены или несущие их клетки на нормальные. Ясно, что для успешной репарации компонентов сердечно-сосудистой системы совершенно необходимы фундаментальные исследования в области клеточной подвижности, ведь список белковых компонентов двигательной системы клетки не ограничивается миозином, КЛЦМ и KRP, рассмотренных в этой короткой статье. Более того, регулярно появляются сообщения об открытии новых белков, участвующих в клеточной подвижности, что отражает сложность и многогранность процесса. Его изучение сегодня требует мультидисциплинарного подхода, и есть все основания ожидать, что многие полученные на этом пути знания рано или поздно найдут применение в практической кардиологии и других областях медицины. ■

Литература

1. Rayment I., Rypniewski W.R., Schmidt-Base K. et al. // *Science*. 1993. V.261. P.50—58.
2. Watterson D.M., Collinge M., Lukas T.J. et al. // *FEBS Lett.* 1995. №373. P.217—220.
3. Birukov K.G., Schavocky J.P., Shirinsky V.P. et al. // *J. Cell Biochem.* 1998. №70. P.402—413.
4. Vorotnikov A.V. // *J. Biochem. Cell Biol.* 1997. №29. P.727—730.
5. Ширинский В.П. // *Рос. физиол. журнал им.И.М.Сеченова*. 1999. Т.85. №6. С.798—812.
6. Воротников А.В., Крымский М.А., Ширинский В.П. // *Биохимия*. 2002. Т.67. С.1587—1610.
7. Воротников А.В., Крымский М.А., Хапчаев А.Ю., Серебряная Д.В. // *Рос. физиол. журнал им.И.М.Сеченова*. 2004. Т.90. №6. С.705—518.
8. Ткачук В.А., Воротников А.В., Гришина З.В., Степанова В.В. // *Фундаментальные исследования и достижения в кардиологии*. М., 2002. С.31—39.
9. Goncharova E.A., Vorotnikov A.V., Gracheva E.O. et al. // *Biol. Chem.* 2002. №383. P.115—126.
10. Wainwright M.S., Rossi J., Schavocky J. et al. // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2003. №100. P.6233—6238.
11. Dudnakova T.V., Lakomkin V.L., Tsyplenkova V.G. et al. // *J. Cardiovasc. Pharmacol.* 2003. №41. P.788—794.
12. Dudnakova T.V., Lakomkin V.L., Tsyplenkova V.G. et al. // *Mol. Cell. Biochem.* 2003. №252. P.173—181.
13. Браниште Т.А., Дуднакова Т.В., Дергилев К.В. и др. // *Кардиология*. 2004. №12. С.31—36.

Московскому обществу испытателей природы 200 лет

А.П.Садчиков,

доктор биологических наук

Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова

В начале XIX в. в России ширился круг лиц, интересующихся наукой. В помещичьих усадьбах и среди нарождающейся интеллигенции, в губернских гимназиях появлялось все больше и больше натуралистов-любителей. Находясь вне круга специалистов, они самостоятельно изучали природу и ресурсы своего края, создавали частные коллекции и организовывали натурфилософские кружки. Для поддержки их деятельности, оживления научной работы в университетах страны необходимы были новые формы организации ученой общественности.

Идея создания научного общества естествоиспытателей принадлежала М.Н.Муравьеву — выпускнику Московского университета, известному писателю (при императоре Александре I — товарищ министра народного просвещения и попечитель Московского университета).

Устав Общества, подготовленный профессорами Московского университета, получил «высочайшее благоволение» императора Александра I, был утвержден в июле 1805 г., а 18 сентября прошло первое научное заседание. Цель общества состояла в изучении страны в естественноисторическом аспекте,

содействии развитию науки и объединении ученых разных специальностей.

Первым директором (научным руководителем) Общества был избран профессор Московского университета Г.И.Фишер фон Вальдгейм, а президентом МОИП утвержден А.К.Разумовский — меценат и государственный деятель, он сменил Муравьева на посту попечителя Московского университета в 1807 г. С этого же года Московское общество испытателей природы стало именоваться Императорским.

В числе последующих президентов Общества можно назвать таких выдающихся государственных деятелей, как А.П.Оболенский; генерал А.А.Писарев; руководивший восстановлением Москвы после пожара 1812 г. Д.В.Голицын; историк искусств и основатель известного художественного училища С.Г.Строганов, историк Д.П.Голохвастов; один из инициаторов отмены крепостного права В.П.Назимов; краевед Е.П.Ковалевский; один из организаторов Библиотеки Румянцевского музея (ныне Российской государственной библиотеки) Н.В.Исаков; Д.С.Левшин; А.П.Ширинский-Шахматов.

Президентами МОИП избирались также известные ученые, в том числе астроном Ф.А.Бредихин, физик Н.А.Умов, зоолог



М.А.Мензбир, химик Н.Д.Зелинский, ботаник В.Н.Сукачев, геолог А.Л.Яншин. Ныне МОИП возглавляет ректор Московского государственного университета математик В.А.Садовничий.

Московское общество испытателей природы стало научной школой для многих поколений натуралистов. Доклады в МОИП и обмен мнениями по ним, возможность пользоваться богатой библиотекой Общества, публиковать свои работы в «Бюллетене МОИП» — все это способствовало совершенствованию и росту начинающих ученых. Существенное значение имела универсальность деятельности Общества. В поле его зрения находились все области естествознания.

Плодотворную роль сыграл МОИП в поднятии интереса к естествознанию среди немногочисленной еще в начале XIX в.

интеллектуальной России. От учителей, врачей, аптекарей, геологов в адрес МОИП приходило множество писем. Корреспонденты делились своими наблюдениями над природой, присылали естественноисторические предметы и целые коллекции, относящиеся к минералогии, зоологии, ботанике, палеонтологии. Эти коллекции передавались Московскому университету и другим научным учреждениям. Со своей стороны МОИП всячески поощрял их начинания, снабжал инструкциями, оборудованием, литературой, денежными субсидиями.

Организованный при Московском университете, МОИП никогда не прерывал своей живой связи с ним. В то же время Общество, по сути, было всероссийским, так как во все времена объединяло научный и интеллектуальный потенциал страны; во многих городах России существовали отделения Общества, некоторые из них функционируют и поныне.

МОИП и его коллекции послужили основой для развития Зоологического музея МГУ, Музея антропологии, Гербария биологического факультета МГУ, Лаборатории И.П.Павлова, Никитского ботанического сада в Крыму, ботанического сада Ботанического института РАН (Санкт-Петербург), минералогической коллекции Геологического института РАН и т.д.

Общество объединяло лучшие научные силы во всех областях естествознания. Его членами были выдающиеся ученые России: П.С.Паллас, К.Ф.Рулье, Ф.Н.Крашенинников, П.П.Семенов-Тянь-Шанский, А.М.Бутлеров,

Б.А.Федченко, В.О. и А.О.Ковалевские, А.Н.Бекетов, И.П.Павлов, К.А.Тимирязев, Л.П.Сабанеев, Н.Д.Зелинский, Д.Н.Прянишников, Н.А.Северцов, П.К.Штернберг, А.Е.Ферсман, В.И.Вернадский, В.А.Обручев, В.Н.Сукачев, М.С.Гиляров, П.Л.Капица, А.Л.Яншин и многие другие.

Активное участие в работе Общества принимали и многие выдающиеся деятели культуры: М.Н.Загоскин, В.А.Жуковский, С.Т.Аксаков, А.И.Герцен, А.Н.Островский, Л.Н.Толстой и др. Почетными членами МОИП были В.Гёте, Ж.Кювье, А.Гумбольдт, Ж.Б.Ламарк, Ч.Дарвин, Э.Геккель, К.Бернар, Г.Гельмгольц, М.Фарадей, Э.Резерфорд, Ю.Либих, Дж.Томсон и др.

Один только перечень славных имен вызывает благоговейный трепет.

Библиотека МОИП — одно из богатейших книжных хранилищ страны. Ее фонды, сегодня насчитывающие полмиллиона томов, отнесены, наряду с фондами Государственного исторического музея и Третьяковской галереи, к категории наиболее ценных хранилищ духовного наследия нашего народа.

МОИП — хранитель лучших традиций российской науки и один из гарантов преемственности в развитии научных школ и поколений ученых.

Финансовые средства МОИП слагались из трех источников: членских взносов, добровольных пожертвований и государственной поддержки, причем последняя была основной. При всех российских императорах Общество из казны получало средства на организацию экспедиций, содержание библиотеки,

издание научных трудов общества и другие нужды. Так, при Александре I МОИП получал из государственной казны 5 тыс. руб. в год; Николай I увеличил финансирование до 10 тыс. руб. Этих средств хватало на издание научных трудов, содержание библиотеки, организацию экспедиций, награждение премиями за научные труды, ведение переписки, содержание небольшого аппарата сотрудников. Нашествие Наполеона и сожжение Москвы не приостановило финансирование Общества государством. Даже в трудные послевоенные годы Совет Министров СССР 13 апреля 1946 г. принял специальное постановление, направленное на укрепление материальной базы МОИП. Только в 90-е годы старейшее научное Общество России перестало получать государственное финансирование.

Общество, несмотря на тяжелое для науки нашей страны время, продолжает свою благородную и полезную миссию. Однако материальное обеспечение общества оставляет желать лучшего. МОИП лишился материальной поддержки со стороны государства. Издательская деятельность сведена к минимуму. Общество не может присуждать денежные премии за лучшие научные работы. Из-за отсутствия средств катастрофически сократился книгообмен Библиотеки МОИП, она вынуждена порывать связи, которые поддерживались подчас более 100 лет. МОИП остро нуждается в государственной и спонсорской поддержке. Заслуги Общества перед Россией позволяют ему на это рассчитывать. ■

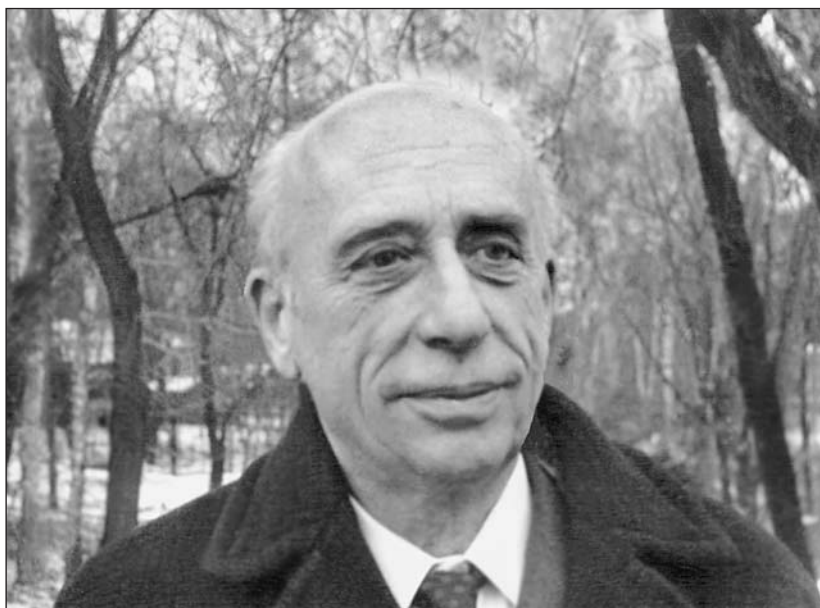
Феномен Винберга

А.М.Гиляров,

доктор биологических наук

Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова

Георгий Георгиевич Винберг (1905–1987) был человеком, абсолютно преданным науке. Удивительная ясность мысли и умение моментально схватывать суть проблемы сочетались в нем с необычайным трудолюбием и работоспособностью. При этом он вовсе не был ученым-одиночкой, отгородившимся в своем кабинете от суетного внешнего мира. Наоборот, всегда получалась так, что вокруг него разворачивалась активнейшая общественная жизнь, появлялись ученики (нередко — формально совсем не его, а со стороны), издавались сборники (им же редактируемые), устраивались семинары, школы и конференции. Работа, которую официально именуют «научно-организационной», отнимала у Георгия Георгиевича массу времени и сил. Но по-другому и быть не могло, поскольку он всегда чувствовал глубокую ответственность за дело, которое ему поручили, или, что еще чаще, которое сам он на себя взвалил. Это был человек высокой культуры и безукоризненных нравственных принципов. Чувство собственного достоинства, принимаемое недругами и завистниками за высокомерие, естественно сочеталось в нем с простотой и демократичностью в общении — не даром



Георгий Георгиевич Винберг.

к нему всегда тянулась молодежь! Короче говоря, это был настоящий российский интеллигент — представитель особой людской породы, которая никогда не была особо многочисленной, а теперь, видимо, вымерла окончательно, как вымер мамонт или шерстистый носорог.

Приступая к этим заметкам, я испытываю некоторое смущение, поскольку не был ни учеником Георгия Георгиевича, ни его сотрудником. Общение наше носило эпизодический характер,

в основном по линии Всесоюзного гидробиологического общества (ВГБО), президентом которого, причем очень активно работающим, он был с 1971 по 1986 г. Тем не менее многое запомнилось очень хорошо, а испытывая интерес к истории экологии, я стал специально расспрашивать Георгия Георгиевича о том, как начинались те или иные исследования, и даже записал кое-что с его разрешения на магнитофон. И хотя сам он говорил, что историю не любит, мне

© Гиляров А.М., 2005

всегда казалось, что в словах этих была доля лукавства.

Первое впечатление

Хотя с тех пор прошло уже сорок лет, отчетливо помню тот момент, когда впервые увидел Георгия Георгиевича. Нам, студентам последнего курса кафедры зоологии беспозвоночных биофака МГУ, объявили, что цикл лекций для старшекурсников и аспирантов прочтет приехавший из Минска профессор Винберг. К началу первой лекции кафедральная аудитория полна народу: это не столько студенты, сколько сотрудники разных московских научных учреждений, специально пришедшие послушать заезжую знаменитость. И вот в сопровождении заведующего кафедрой, профессора Л.А.Зенкевича, появляется высокий, худой человек. Он держится очень прямо. У него удлиненное лицо с резкими характерными чертами, большой лоб, переходящий в залысину, крупный нос и очень выразительные добрые глаза. Первое чисто зрительное впечатление — этот человек несет в себе внутреннюю значимость и благородство. Когда он говорит, то все невольно замолкают. Голос его не менее выразителен, чем внешний облик — слегка скрипучий, но громкий и четкий (потом я понял, что это профессиональная привычка опытного лектора). По ходу лекции он иногда демонстративно покашливает и хмыкает. Все, кто слышал выступления Георгия Георгиевича, эти покашливание и хмыканье, заменяющие слова, наверняка помнят очень хорошо — они четко расставляли акценты и были весьма красноречивы.

Небольшой цикл лекций, который прочитал нам тогда Вин-

берг, был посвящен физиологической экологии (или экологической физиологии — сам он говорил, что ему все равно, какое из этих названий использовать) водных организмов. Лекции касались преимущественно тех проблем, над которыми в разные периоды своей жизни работал сам Георгий Георгиевич, но поскольку круг этот был весьма широк, то и курс получился разносторонним. Слушали мы его с большим вниманием, и хотя следить за преобразованиями выписываемых на доске математических формул было порой нелегко, оставалось волнующее ощущение контакта с настоящей живой наукой, с той, которая еще не канонизирована в учебниках, а творится сейчас, фактически на твоих глазах.

Начало. У Кольцова и Скадовского

Георгий Георгиевич Винберг родился в Петербурге 31 мая 1905 г. в семье банковского служащего. По линии отца — корни шведские, мать — француженка (отсюда и хорошее знание французского языка: хотя Георгий Георгиевич свободно читал по-немецки и по-английски, говорить с иностранцами и делать научные доклады за границей всегда предпочитал по-французски). В 1910 г. семья переехала в Москву и жила в районе Хлебного переулка. Биологией Винберг интересовался всегда, говорил: «не помню себя не биологом». По окончании школы в 1922 г. хотел поступать в МГУ, на биологическое отделение физико-математического факультета, но, по его собственным словам, «возможности такой не было»¹. Посему он поступает в учебное заведение, которое называлось Вторым МГУ



Так выглядел Г.Г.Винберг в 10 лет. Снимок сделан в Москве.

(бывшие Московские высшие женские курсы).

Там оставалась еще старая дореволюционная профессура, в том числе и преподаватели, покинувшие Московский университет в 1911 г. в знак протеста против реакционной реформы министра Л.А.Кассо. Курс зоологии беспозвоночных читал выдающийся биолог Николай Константинович Кольцов, лекции которого пользовались большой популярностью и среди студентов Первого МГУ. Был и обратный процесс — многие студенты Второго МГУ «зайцами», как говорил Георгий Георгиевич², посещали лекции в Первом МГУ. Винберг старался «всеми правдами и неправдами» перейти в Первый МГУ, уже хотя бы потому, что официально биологический факультет во Втором МГУ назывался фармацевтическим,

¹ Подозреваю, что причина заключалась в непролетарском происхождении — через пять лет аналогичные трудности возникнут у Г.Ф.Гаузе, но ему поможет специальное ходатайство Г.А.Кожневникова и В.В.Алпатова (см.: *Галл Я.М.* Г.Ф.Гаузе: эколог и эволюционист. СПб., 1997).

² Здесь и далее (местами) используется магнитофонная запись выступления Винберга в Институте биологии развития 21 января 1986 г.

а становится фармацевтом он не хотел.

Через полтора года это ему удастся. Лекции по зоологии беспозвоночных в Первом МГУ читал давно работавший там и пользовавшийся большим авторитетом профессор Г.А.Кожеников, а его ассистентами были тогда совсем еще молодые Л.А.Зенкевич и В.В.Алпатов. По словам Винберга, он «имел возможность ощутить разницу между той научной атмосферой, которая окружала Кольцова, и той, которая царила на Моховой» (т.е. в Первом МГУ). При всем уважении к представителям старой классической школы, занимавшимся в первую очередь фаунистическими исследованиями и систематикой, он все же был ближе к Кольцову, увлеченному методами физической химии, которые, как тогда считалось, будучи применены к живому организму, могут рассказать о нем гораздо больше, чем методы биохимии, имеющей дело с «мертвым» веществом.

После окончания университета Винберг поступает в аспирантуру Института зоологии при МГУ, к Кольцову. А так как основным местом работы Кольцова был Институт экспериментальной биологии, там регулярно начинает бывать и Георгий Георгиевич. Непосредственным руководителем его в аспирантуре становится заместитель Кольцова Сергей Николаевич Скадовский — зоолог, гидробиолог, проявляющий большой интерес к физиологии, или, правильнее сказать, — физиолог, ставший гидробиологом. И Скадовского, и совсем молодого Винберга можно видеть на не раз публиковавшейся фотографии (сделанной в 1927 или 1928 г.), известной под названием «Птенцы гнезда Кольцова».

Об удивительной обстановке, которая царила в институте Кольцова и на практикуме его в университете, говорилось не



Во время поездки во Францию.

раз. Рассказывал об этом и Георгий Георгиевич: «Большой практикум Кольцова — это было рабочее место, которое вы получали и должны были работать, когда хотите. Рабочее место на два года... Николай Константинович спрашивал, какой иностранный язык вы знаете. Если он слышал ответ, что вот, не знаю, тогда говорил: выучите и через год приходите... И люди учили, приходили... Сам Николай Константинович после своих лекций постоянно заходил на практикум и беседовал со студентами. Очень существенно, характерно и знаменательно, что он не беседовал с группой студентов. Он беседовал с КАЖДЫМ студентом. Подсаживался к нему и спрашивал — что у вас нового, какой вы препарат сделали... Это уже тогда создавало уважение к СПЕЦИАЛИСТУ, пусть и студенту, но который уже работает»¹.

Еще в 1910 г. Скадовский организовал специальную «гидрофизиологическую» станцию на Москве-реке, неподалеку от Звенигорода, где была дача его отца, известного врача-невропатолога Г.И.Россолимо². То, что станция называлась «гидрофизиологической», а не «гидробиологической» или просто «биологической», было отнюдь не случайно. Названием этим Скадовский всегда гордился. Ведь оно соответствовало совершенно новому направлению в гидробиологии, переходу от простой констатации находки тех или иных видов животных и растений в таком-то водоеме к изучению того, насколько их присутствие и количество определяются физическими и химическими условиями данного конкретного места обитания. Скадовский особенно интересовался влиянием на организмы

¹ Выделены слова, важность которых Винберг специально подчеркивал интонацией.

² Теперь это известная всем московским (и не только московским) биологам Звенигородская биостанция МГУ.



С женой Софьей Ивановной Славинской. Москва, 1935 г.

величины рН среды. По-видимому, это началось с того, что Кольцов поручил ему изучить, как по мере изменения рН сменяют друг друга в культуре разные виды инфузорий. В дальнейшем лаборатория Скадовского стала первым в стране (а возможно, и в мире) центром по изучению воздействия рН среды на водные организмы. Здесь даже проводилась официальная проверка приборов, выпускаемых для определения величины рН.

Летом 1925 г. Винберг оказался одним из трех аспирантов, начавших работать на Звенигородской станции под руководством Скадовского. Каждому из них было поручено подробно изучить по одному водоему, обратив особое внимание на то, каким образом его физико-химические свойства сказываются на обитающих там организмах. Водоемы были выбраны так,

чтобы они отличались по величине рН — озеро на торфяном болоте с кислой реакцией, деревенский пруд с щелочной реакцией и доставшийся Винбергу так называемый Попов пруд с нейтральной реакцией. Именно на этом водоеме он провел в течение всего вегетационного сезона детальные наблюдения за различными физико-химическими параметрами (температурой, рН, электропроводностью, содержанием кислорода, углекислоты и т.п.), а также — за видовым составом, численностью и распределением фито- и зоопланктона.

Статья, суммирующая результаты исследований, была опубликована в 1928 г. в сборнике с весьма показательным названием: «Применение методов физической химии к изучению биологии пресных вод». Как впоследствии вспоминал Георгий Георгиевич, работу свою он «написал жестко описательно»¹, что не очень понравилось Скадовскому. Дело в том, что, получив большое количество данных, Винберг понял: основываясь на них, ничего нельзя сказать о причинно-следственных связях между факторами среды и сезонной динамикой или вертикальным распределением планктона. Но это не соответствовало установке Скадовского, подчеркивавшего, что можно «понять биоценоз», если «детально знать, как от физико-химических условий зависят отдельные виды». Таким образом, предполагалось, что все на все влияет и все со всем связано, но реально нет никакой возможности все эти влияния оценить. Ситуация, по выражению Винберга, оказалась «тупиковой», а получилась она таковой, как он объясняет дальше, потому, что вопрос о зависимости

организмов от условий был поставлен, а вопрос о том, «как ведут себя организмы в качестве агентов биотического круговорота, поставлен не был». Подобная формулировка проблемы для Скадовского оставалась чуждой. Он мог изучать, к примеру, как влияет на дыхание дафний температура или рН, но не то, сколько при этом поглощается кислорода и какова роль дафний в потоке энергии или круговороте веществ в водоеме². Шаг в новом направлении был сделан уже самим Винбергом, но это произошло позже, когда он начал работать на Косинской лимнологической станции.

У Бауэра. Интерес к физиологии

Собственно гидробиологические исследования Винберга, начавшиеся на Звенигородской станции, на несколько лет были прерваны, поскольку после аспирантуры он начал работать под руководством Э.С.Бауэра в Институте профзаболеваний, а затем на кафедре общей биологии Второго московского медицинского института. Бауэр — автор широко известной книги «Теоретическая биология» (М.; Л., 1935) — по образованию был медик, а интересовала его физиология и то, что А.Лотка называл «физической биологией» (мы бы сейчас сказали: приложение к биологии общей теории систем). Среди идей, которыми был очень увлечен Бауэр, наряду с подвижным равновесием и принципом Ле Шателье, важное место занимала гипотеза немецкого физиолога М.Рубнера, согласно которой произведение интенсивности обмена на продолжительность жизни

¹ Магнитофонная запись доклада Винберга 14 октября 1986 г. на заседании, посвященном 100-летию со дня рождения Скадовского (биологический факультет МГУ).

² Кажущееся сейчас совершенно очевидным представление о том, что интенсивность дыхания организмов может количественно характеризовать роль их в трансформации вещества в отдельной экосистеме и даже в целой биосфере, далеко не сразу было усвоено научным сообществом. В частности, этого не понимал В.И.Вернадский, призывавший биологов накапливать сведения об индивидуальном весе организмов, но категорически отвергший предложения Винберга собрать сведения о скорости обмена веществ (вопрос обсуждался на небольшом совещании у Вернадского в 1936 или 1937 г., и об этом специально вспоминал Винберг).

есть некая константа, по крайней мере для всех организмов одного вида, а скорее всего, для очень большой группы разных организмов.

В годы работы у Бауэра Винберг выполнил несколько экспериментальных работ (есть совместные с А.П.Щербаковым) по изучению интенсивности обмена у дрозофилы и продолжительности ее жизни. Идея «константы Рубнера» не подтвердилась, но интерес к экспериментальному изучению интенсивности обмена и к поиску возможных общих закономерностей, выявляемых при анализе множества разных организмов, остался у Винберга на всю жизнь. Так, в 1937 г. он публикует статью о дыхании коловраток, в 1946 г. — бактерий, в 1949 — простейших. Очень важной для своего времени стала вышедшая в 1950 г. в «Журнале общей биологии» (Т.11. 35) работа по изучению зависимости интенсивности обмена у ракообразных от массы тела. Сравнив опубликованные и собственные данные по дыханию ракообразных разного размера, Винберг предложил универсальное степенное уравнение, согласно которому интенсивность дыхания ракообразных пропорциональна массе тела в степени 0.81. Эта работа, воспринимаемая сейчас как классическая, была крайне настороженно встречена современниками. Некоторых просто возмутило, что на одну линию были нанесены точки, соответствующие крошечным циклопам и огромным омарам. Сам факт, что они легли на одну линию, казался каким-то математическим трюком, поскольку были проиг-

норированы колоссальные различия в размерах, форме и образе жизни отдельных представителей ракообразных. Только в 1960 г. сходную зависимость получил Хеммингсен, обобщивший данные по интенсивности обмена и массе тела для множества разных пойкилотермных (холоднокровных) животных. Показатель степени в ней был равен 0.75, а не 0.81, но с этим уточнением Винберг позднее согласился.

Результатом работы у Бауэра стало и участие Георгия Георгиевича в создании первого советского учебника по общей биологии для вузов¹, где им написаны разделы, посвященные обмену веществ и генетике, а в разделе эволюции — глава о современном положении эволюционной теории. После сессии ВАСХНИЛ 1948 г., в период разгула лысенковщины, Георгию Георгиевичу припомнят эту главу о генетике (излагающую, естественно, классические основы этой науки, с упоминанием Менделя и Моргана)².

Позволю себе небольшое отступление. Мне вспоминается разговор с Георгием Георгиевичем о книге известного американского эколога и лимнолога Джоржа Эвелина Хатчинсона (1903—1991)³. В конце 70-х годов Хатчинсон опубликовал свои воспоминания, где рассказал, как он стал экологом. Мне дал их почитать мой старый ленинградский приятель, историк науки, Я.М.Галл с условием, что я каким-то надежным способом переправлю книжку обратно в Ленинград, поскольку она библиотечная. Но подходящей okazji все не было, и после некото-

рых колебаний я решил обратиться с просьбой к Винбергу, который тогда регулярно приезжал из Ленинграда в Москву. Использовать почтенного пожилого человека в качестве курьера было не очень-то удобно, и по-сему я сначала вежливо поинтересовался у Георгия Георгиевича, а не любопытно ли ему будет почитать воспоминания Хатчинсона и заодно прихватить их в Ленинград. Винберг, относившийся к Хатчинсону с большим пиететом⁴, сразу же согласился, и книга была благополучно возвращена в библиотеку. Примерно через полгода, при случайной встрече в Москве, Георгий Георгиевич, явно имея в виду работу в лабораториях Кольцова и Бауэра, вдруг сказал: «Вы знаете, а я ведь с большим интересом прочитал книжку Хатчинсона, и меня ПОРАЗИЛО (выделяя и растягивая это слово. — А.Г.), что мы варились в том же самом круге идей и те же самые достижения биологии казались нам важными и интересными». Сейчас может показаться странным, но достижения эти были из области физиологии (например, работа Ж.Лёба об антагонизме ионов⁵), а также экспериментальной эмбриологии, или, как тогда говорили, «механики развития».

Видимо, нельзя считать случайным обстоятельством (хотя мы здесь пускаемся в область спекуляций), что и Винберг, и Хатчинсон, позднее внесшие огромный вклад в становление экосистемного подхода к озеру, в молодости интересовались механизмами развития и функционирования отдельного организма. Ведь почти все экологи

¹ Общая биология / Ред. Э.С.Бауэр. М., 1935.

² В это время Винберг начал работать в Минском университете, и белорусские журналы разразились целым набором публикаций, склонявших его имя.

³ *Hutchinson G.E. The Kindly Fruits of the Earth. Recollections of an Embryo Ecologist. New Haven, 1979.*

⁴ Винберг почему-то воспринимал Хатчинсона как представителя гораздо более старшего поколения. Как-то на мой вопрос, встречались ли они с Хатчинсоном, он ответил, что видел его только раз на Лимнологическом конгрессе в Варшаве, что было это давно и что Хатчинсон был уже «ОЧЕНЬ стар». Когда же я заметил, что Хатчинсон 1903 г. рождения, т.е. всего на два года его старше, Георгий Георгиевич выразил на своем лице большое удивление и почти с кокетством воскликнул: «Неужели?».

⁵ Суть опытов Лёба в том, что зародыш рыбы *Fundulus* развивался в дистиллированной воде, но погибал при добавлении хлористого натрия или солей калия и кальция. Если же в среде присутствовали все эти ионы, то развитие происходило нормально. «Антагонизмом ионов» занимался и Винберг. См.: *Винберг Г.Г. О некоторых особенностях действия ионов на биологические объекты // Биологический журнал. 1932. Т.2. № 6. С.519—527.*

и гидробиологи (как в России, так и в других странах) по образованию были зоологами и ботаниками и в своем понимании задач новой науки отталкивались не от физиологии и механики развития, а от привычной им фаунистики и флористики, от описания встречаемости тех или иных видов в тех или иных местах. Это были носители старых традиций «естественной истории», и они были вовсе не готовы принять идеи о превращении вещества и энергии в водоеме или об универсальном характере зависимости дыхания организмов от их массы!

В истории с воспоминаниями Хатчинсона была еще одна любопытная деталь. Страницы его автобиографии (он вырос в Англии, в Кембридже, в семье университетских преподавателей) излучают спокойствие и благополучие, а описываемые проблемы кажутся смешотворными: то опасение выловить всех водомонок данного вида из ближайшего озера, то необходимость перелезть через живые изгороди в очередное частное владение, где находился достойный внимания прудик. Эти описания я невольно мысленно сопоставлял с тем, что мне известно о жизни ученых в те же самые годы (конец 20-х) в Советской России. А это было время тяжелых испытаний — продолжались серьезные гонения на представителей старой интеллигенции (среди них и Кольцов, и Скадовский), время от времени происходили аресты, официально декларировалось неприятие всего иностранного, прекратились и без того очень редкие поездки ученых за рубеж, и, конечно, — общая бедность и необходимость все время трудиться по совместительству, а иначе, как заметил как-то Винберг, «прожить было нельзя». Но когда в последующем разговоре с Георгием Георгиевичем я упомянул, что, читая книгу Хатчинсо-

на, невольно думал о том, сколько разительно отличались условия его жизни в Англии от того, что было в тогдашней России, он просто отмахнулся.

Темные и светлые склянки

В начале 30-х годов Винберг попал на Косинскую лимнологическую станцию. Сейчас Косино — это застроенный многоэтажными домами микрорайон, находящийся сразу за Московской кольцевой автодорогой, но формально относящийся к территории мегаполиса. Трудно себе представить, что в начале XX в. здесь было клюквенное болото и лес и что сюда ездили на охоту. На Косинские озера (их три — Белое, Черное и Святое) давно уже совершали экскурсии московские биологи, а с 1908 г. там уже существовала постоянная биологическая станция, организованная по инициативе Кожевникова. Проводимые на станции работы были традиционными для своего времени и сводились к изучению фауны и флоры озер и прилегающей территории. По мнению Кожевникова, высказанному в одной из статей в первом томе трудов биостанции (1924), подобная задача — не на одно поколение исследователей. Но предсказания в науке — вещь невозможная и уж точно — неблагоприятная.

В 1923 г. директором стал Леонид Леонидович Россолимо — исследователь с очень широким научным кругозором, по образованию зоолог, специалист по простейшим, а впоследствии — один из лидеров отечественной лимнологии, оставивший заметный след в разных ее областях. У него был замечательный дар организатора, позволивший собрать на станции коллектив талантливых (хотя порой непростых по характеру) сотрудников. В качест-

ве же объединяющей программы исследований был выдвинут так называемый «балансовый подход». Сейчас бы мы сказали, что это была программа изучения процессов трансформации вещества и энергии в озерной экосистеме. Но надо вспомнить, что слова «экосистема» еще не существовало. Оно было введено английским ботаником А.Тенсли только в 1935 г., а по отношению к водоему впервые его использовал ученик Хатчинсона — Р.Линдеман в работе 1942 г.

По-видимому, представление о балансе сформировалось у Россолимо постепенно¹, под влиянием работ А.А.Григорьева о «географическом процессе», а также общения с Г.Ю.Верещагиным, с которым они ездили в экспедицию на Байкал. В отличие от своих предшественников Россолимо трактовал понятие баланса достаточно широко, включая в него не только конечный результат противоположно направленных процессов, но и различные промежуточные этапы. Практически это понятие было использовано им в научно-организационных целях — для объединения усилий разных специалистов, работающих на одном водоеме.

В рамках выдвинутого подхода сам Россолимо на Косинской станции изучал морфометрию озер, их температурный режим и процессы донного газоотделения. С.И.Кузнецов (впоследствии основатель российской школы водной микробиологии) исследовал кислородный режим, а также баланс азота и фосфора. В.С.Ивлев (в будущем получивший мировую известность работами по питанию рыб и энергетическому подходу к изучению пищевых цепей) занимался балансом железа. Е.В.Боруцкий с помощью строгих количественных методов оценивал биомассу бентоса, а затем изучал продукцию выс-

¹ Доклад Винберга 20 декабря 1983 г. на заседании Московской группы ВГБО, посвященном 75-летию Косинской станции (магнитофонная запись).

ших водных растений (макрофитов). Как заметил Георгий Георгиевич, это было весьма далеко от интересов Боруцкого (систематика ракообразных), и «балансом» он занимался «по принуждению», но такова была установка Россолимо, и те, кто не был согласен, могли уйти в другое место. Что неукоснительно требовалось от всех работавших на Косинской станции, так это соотнесение полученных результатов с тем, что происходит в озере, и по возможности пересчет данных на весь водоем. Это обстоятельство, действительно объединявшее усилия разных исследователей, потом неоднократно подчеркивалось Винбергом, и он противопоставлял его практике так называемых комплексных исследований¹, когда разные специалисты в соответствии с устоявшимися в их области традициями накапливают данные по отдельным группам обитающих в водоеме организмов, а потом пытаются свести все воедино, но обычно не получают ничего, кроме эклектичного описания, в котором трудно вычленишь какие-то взаимосвязи.

На станции в Косине регулярно собирались научные заседания (коллоквиумы, как их называли), на которые почти всегда приезжали коллеги из Москвы: Л.А.Зенкевич, В.В.Алпатов, С.Д.Муравейский, Б.С.Скопинцев, С.В.Бруевич, Г.Ф.Гаузе и многие другие. Бывал там и Винберг, которого как-то (это случилось в 1931 г.) попросили сделать доклад о водоемах-охладителях тепловых электростанций. Исследование было выполнено в рамках договора Тропического института Наркомздрава (где Винберг некоторое время работал по совместительству) с Энергостроем ВСНХ. Доклад прошел вполне успешно, а позже в частной беседе Россолимо сказал Винбергу, что мог бы на



Биостанция в Косине.

полставки взять его сотрудником станции, если бы он придумал, «как изучать баланс органических веществ». Георгий Георгиевич рассказывал, что сначала предложение Россолимо поставило его почти в тупик: «...я первый раз в жизни слышал это слово, — говорил он в упомянутом докладе 1983 г. — Баланс, да еще почему-то органических веществ. Но делать было нечего, и я отправился в библиотеку Ленинскую, где две недели листал всякую гидробиологическую литературу, наугад, думая что-нибудь там такое найти... Я, естественно, ничего не нашел, но нашел у Пюттера идею о возможности применить к планктону измерения фотосинтеза, ну а дальше уже немножко сам сообразил, что из этого может что-то выйти...».

В работе немецкого исследователя А.Пюттера фигурировали эксперименты с пробами фитопланктона, которые он брал в Неаполитанском заливе и экспонировал в темной и светлой

склянках (флаконах) на подоконнике лаборатории. Идея, к которой, как потом выяснилось, независимо пришли несколько исследователей, очень проста: в светлой склянке происходит как фотосинтез, так и дыхание, в темной — только дыхание. Соответственно, определив содержание кислорода (а это довольно несложно) в исходной пробе воды, а также в темной и светлой склянках после некоторой экспозиции, можно оценить, сколько его выделилось непосредственно в процессе фотосинтеза, а на основании этой величины рассчитать и количество образовавшегося органического вещества.

Придумав некий план действий, Винберг приехал в Косино и изложил его Россолимо. Как потом вспоминал Георгий Георгиевич, Россолимо в ответ сказал: «Я ничего не понял. Повторите еще раз». Винберг повторил все с начала. Тогда Россолимо сказал: «Кажется, можно попробовать»². Это было в феврале

¹ Первая критика «комплексных исследований» содержится уже в работе Винберга 1936 г. (Зоологический журнал. Т. 15. С. 587—603), а потом она им неоднократно повторялась в 80-х годах.

² Из магнитофонной записи разговора с Винбергом 14 мая 1981 г. у него дома в Ленинграде.

1932 г., а 23 мая того же года на озере Белом Винберг установил прикрепленные к бую первые пары темных (завернутых в клеенку) и светлых (прозрачных) склянок. Пробы воды, взятые батометром с определенной глубины и разлитые по флаконам, закрывались притертыми пробками и опускались на веревке на ту же глубину (т.е. в те же условия температуры и освещенности) и экспонировались в течение суток. На следующий год аналогичные исследования были возобновлены уже с начала мая, и если в первый год они были ограничены верхней частью водной толщи, то в 1933 г. охватывали все слои озера, вплоть до придонных (в некоторые дни пробы экспонировались на 10 разных горизонтах).

Таким образом, впервые в мире была рассчитана годовая первичная продукция (т.е. продукция автотрофов) для всего озера. Только через три года аналогичные исследования были выполнены учеником Хатчинсона — Г.Райли на озере в Коннектикуте. Винберг в данном случае отнюдь не был равнодушен к вопросу о приоритете и очень интересовался, независимо ли пришел к этому Хатчинсон или прочитав его статьи. Говорил, что Хатчинсон следил за трудами Косинской станции (а они выходили ежегодно, с большими, на две страницы, резюме на немецком, а позднее — на английском языке, и с обязательным переводом на иностранный язык названий таблиц и рисунков), но в публикации Райли ссылок на работы Винберга не было. В 70-х годах Хатчинсон признал приоритет российских исследователей и написал, что им тогда не были известны работы по определению первичной продукции, выполненные на Косинских озерах.

Биотический баланс. Конец Косинской станции

В 1936 г. Георгий Георгиевич принимает участие в развернувшейся в научной печати дискуссии о понятии «продукция» и публикует в «Зоологическом журнале» статью¹, переводящую обсуждение проблемы на качественно новый уровень. Просто и четко излагает он основные представления об утилизации вещества и энергии в водоеме. Разъясняет, что понятие «продукция» не может быть применено по отношению ко всей совокупности организмов одного водоема: ведь продукция одних организмов образуется за счет потребления продукции других, и их нельзя суммировать, иначе одно и то же вещество будет посчитано дважды. Винберг пишет, что «максимальная величина «первичной продукции» определяется не только количеством поступающих в водоем органических элементов, но также и количеством ежегодно регенерируемых органических элементов в результате минерализации донных отложений и процессов обмена веществ организмов»². Для обозначения совокупности осуществляемых организмами процессов разложения органического вещества он предлагает использовать термин «деструкция».

В те же годы Винберг, а независимо от него Ивлев (между двумя этими блестящими учеными порой возникало нечто вроде соперничества, но всегда при сохранении взаимного уважения) формулируют энергетический подход — систему представлений о трансформации энергии, передающейся с пищей от одних организмов к другим. Биомассу организмов, а потом и первичную продукцию, начина-



В лаборатории тюремной больницы. Коми АССР. 1943 г.

ют выражать в энергетических единицах — в калориях. Устанавливается и величина оксикалорийного коэффициента, т.е. количество калорий, получаемых организмом при окислении органического вещества в расчете на 1 мг потребленного кислорода. Вместо «баланса» все чаще употребляется «биотический баланс».

Не следует, однако, думать, что идеи и практические разработки продукционного направления, развиваемые Винбергом, Ивлевым и еще несколькими единомышленниками, находили широкую поддержку в гидробиологических кругах. Вовсе нет! В большинстве своем гидробиологи их не понимали и потому или игнорировали, или подвергали не всегда справедливой критике³.

С 1935 г. Георгий Георгиевич — уже постоянный сотрудник Косинской станции, заведующий лабораторией и секретарь научного коллоквиума. Но вскоре его положение, казалось бы упрочившееся, становится шат-

¹ Винберг Г.Г. // Зоологический журнал. Т.15. С.587—603. Только в 1945 г. появляется работа Ивлева, соответствующая планке, установленной Винбергом. См.: Ивлев В.С. // Успехи соврем. биологии. 1945. Т.19. С.99—120.

² Характерно, что выражение «первичная продукция» Винберг берет в кавычки как еще не устоявшееся. Вместо «органических элементов» потом стали говорить «биогенные».

³ Примером такой критики в сочетании с непониманием сути проблемы может быть книга Г.Г.Карзинкина «Основы биологической продуктивности водоемов» (М., 1952).

ким. Над Косинской станцией в конце 30-х стали сгущаться тучи. Формально станция принадлежала в это время системе Гидрометеослужбы, но если старое руководство (в частности, в лице директора Ленинградского гидрологического института В.Г.Глушкова) поддерживало широкий фронт исследований, в том числе гидрологических, то новый начальник Е.К.Федоров, участник экспедиции на первой дрейфующей станции «Северный полюс» (впоследствии известный геофизик, академик), был от всего этого далек, и в 1941 г. станцию закрыли¹.

Винберг считал, что к этому был причастен В.И.Жадин, тогда молодой и необычайно энергичный сотрудник Зоологического института, выступивший еще в 1932 г. «от имени бригады» на Всесоюзной фаунистической конференции и предложивший все гидробиологические исследования (в том числе прикладные, связанные с разворачиваемым строительством гидроэлектростанций) свести к фаунистике (т.е. изучению видового состава животных, обитающих в разных водоемах). Когда Косинской станции угрожало закрытие, то, по словам Винберга, который в свою очередь ссылался на Россоломо, возникла идея перевести ее в ведомство Академии наук. Ходатайство готовы были поддержать ряд академиков, но соответствующая бумага попала к Жадину, «ну и Жадин, конечно, тут же сказал, что уничтожить ее немедленно, ...ее и уничтожили»².

История, однако, совершает кульбиты. Хотя развитие эко-

системных исследований в отечественной гидробиологии после закрытия Косинской станции и ряда других событий приостановилось по крайней мере на два десятилетия, в Америке подобные работы стали разворачиваться полным ходом. А когда в начале 60-х годов стартовала Международная биологическая программа, нацеленная на изучение продуктивности разных экосистем по всему миру, то о ней сначала узнал Жадин и, позвонив Винбергу, сказал, что «вам надо этим заниматься, это все по вашей части, они вот то же самое пишут, что и вы».

В 1938 г. по совокупности работ, без защиты диссертации, Винбергу была присвоена ученая степень кандидата биологических наук. Он готовит докторскую диссертацию по биотическому балансу озер, но в феврале 1940 г., подобно множеству других российских интеллигентов, попадает в машину сталинских репрессий. Арест и приговор — три года («смешной приговор» — как иронично заметил как-то сам Георгий Георгиевич³). В лагере на территории Коми АССР он работал «врачом-лаборантом». Потом прямо из заключения его забирают на фронт. С 1943 г. Винберг находился в составе действующей армии, но в сентябре 1944 г. по ходатайству Академии наук демобилизован и зачислен старшим научным сотрудником в так называемый биологический стационар «Борок» (Ярославская обл.). Стационар был организован на базе имения бывшего народовольца, а заодно «почетного академика» Н.А.Морозова, с целью изучения фор-



В Борке, возле катера «Морозов». 1952 г.

мирующегося Рыбинского водохранилища. Впоследствии стационар был преобразован в Институт биологии внутренних вод АН СССР.

В 1946 г. Георгий Георгиевич защищает в Москве, в Мосрыбвузе докторскую диссертацию «Биотический баланс вещества и энергии озера». Московское общество испытателей природы (МОИП) отметило ее своей весьма престижной в научных кругах премией как лучшую естественнонаучную работу года.

Минский период

Борок как место постоянной работы явно не удовлетворял Винберга. Он рассматривал его как временное пристанище, но устроиться в Москве, которая всегда была ему очень близка⁴, возможности не было. Помог

¹ А.П.Щербаков полагал, что одна из причин — «квартирный вопрос». В связи с переводом Гидрометеослужбы в Москву возникла идея разместить переселенных из Ленинграда сотрудников в доме станции (идея не прошла — старые жильцы отсудили свои права).

² Из доклада Винберга 20 декабря 1983 г. Георгий Георгиевич подчеркнул, что рассказывает со слов Россоломо и никаких бумаг, касающихся закрытия станции, сам не видел.

³ В беседе с автором этих строк 14 мая 1981 г. (в ленинградской квартире Винберга) Георгий Георгиевич сказал, что у него было четыре катастрофы в жизни: «Две все знают — это арест и морганизм; были еще две — менее известные». Я не решился спросить, что он имел в виду, но хочу упомянуть об этом, потому что, может, кто-то знает, о чем шла речь.

⁴ В связи с отношением Винберга к Москве вспоминаю случай. После какого-то заседания ВГБО, которое происходило в помещении на ул.Горького (Тверской), Георгий Георгиевич собирался навестить своих московских родственников. Мы стояли с ним на троллейбусной остановке у начала Тверского бульвара. Подошел троллейбус, но, посмотрев на номер, Георгий Георгиевич сказал, что нет, этот ему не подходит: «Он пойдет по ОСТОЖЕНКЕ, а мне надо на ПРЕЧИСТЕНКУ». Сейчас эти намеренно тщательно (явно не без удовольствия) выговариваемые им названия улиц никого бы не удивили, но тогда, в 70-е годы, Остоженка называлась Метростроевской, а Пречистенка — Кропоткинской. Только немногие старые москвичи помнили Остоженку и Пречистенку.



На кафедре зоологии беспозвоночных с лаборантками Раей Ковалевской и Тamarой Банкетик. Минский университет. 1958 г.

давний знакомый, заведующий кафедрой зоологии беспозвоночных МГУ, Лев Александрович Зенкевич. Еще до войны Зенкевич по совместительству возглавлял кафедру зоологии в Белорусском государственном университете. Продолжать это совместительство ему было трудно, и он рекомендовал Георгия Георгиевича на должность заведующего кафедрой в Минске. Так в 1946 г. начался оказавшийся необычайно продуктивным двадцатилетний период работы Винберга в Белоруссии.

Впрочем, самое начало работы Винберга в Минске было омрачено разгулом лысенковцев, распоясавшихся после августовской (1948) сессии ВАСХНИЛ. На два года (1948—1950) он был отстранен от заведования кафедрой. Но потом все постепенно как-то наладилось. Оголтелые ниспровергатели поутихли, а обаяние и мощь интеллекта Георгия Георгиевича не могли не воздействовать на окружающих. Кроме того, он был из разряда «рабочих лошадей», которые при любых условиях тянут тяжеленный воз обязанностей. А в Минске у него была огромная лекционная нагрузка (курсы общей биологии, зоологии бес-

позвоночных, гидробиологии, сравнительной анатомии беспозвоночных, общей и сельскохозяйственной энтомологии и др.), руководство аспирантами, не говоря об административных делах.

Остается только удивляться, как при этом находилось время для интенсивной и весьма плодотворной научной работы. Список опубликованных за эти 20 лет статей и книг поражает широтой охваченных тем: от практических рекомендаций по удобрению рыбоводных прудов до сугубо теоретических проблем связи разных типов роста организмов с их энергетическим обменом. В отличие от подавляющего большинства биологов, Винберг в случае необходимости свободно использовал математический аппарат. Тем самым он, конечно, опережал время, но далеко не всегда находил понимание у коллег, особенно представителей старшего поколения. С молодежью найти общий язык было проще.

Объем статьи, к сожалению, не позволяет даже кратко охарактеризовать результаты научной деятельности Винберга в минский его период. Некоторое представление может дать перечень названий опублико-

ванных тогда книг: 1956 г. — «Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб» (вскоре переведена в Канаде); 1960 г. — «Первичная продукция водоемов»; 1965 г. — «Удобрение прудов» (совместно с В.П. Ляхновичем, переводы вышли в Канаде и в Польше); 1968 г. — «Методы определения продукции водных животных» (в этой книге Винберг выступает как редактор, автор и соавтор основных глав; переведена на английский). К этому надо добавить вышедшую в 1970 г. монографию «Биологическая продуктивность эвтрофного озера», еще ранее подготовленную и тщательно отредактированную Георгием Георгиевичем.

Винберг всегда старался следить не только за отечественной, но и за иностранной научной литературой. Именно поэтому его работы неизменно встроены в контекст мировой науки, и в них нет и тени провинциализма (который сейчас, увы, захлестывает нашу науку). В Минске с иностранной литературой было непросто, но выручал ВИНТИ (Всесоюзный институт научной информации), издающий Реферативный журнал и высылающий своим внештатным сотрудникам копии статей для написания рефератов. Винберг, конечно же, был таким сотрудником и реферировал множество работ. Как вспоминает его минская ученица Галина Афанасьевна Галковская, о наиболее интересных статьях Георгия Георгиевича рассказывал на студенческом научном кружке, всегда подчеркивая детали, важные как для расширения общего кругозора студентов, так и понимания сути конкретного исследования.

В Белоруссии Винберг развивает целую программу широкомасштабного изучения разнотипных озер. Объединяющим началом был энергетический подход, по сути продолжающий традицию балансового подхода, когда-то развиваемого в Косине. Особое внимание уделяется изучению нарочанской группы



С минскими учениками на оз.Нарочь. Слева направо: В.А.Бабицкий, В.И.Кузьмичева, Н.М.Крючкова, Жуков, Г.А.Печень, Ю.С.Потаенко, Т.М.Михеева, А.П.Остапеня, Г.А.Галковская, В.П.Ляхнович, Г.Г.Винберг, Э.А.Шушкина, Л.М.Сущенья, В.Г.Кондратюк, А.П.Павлютин. 5 июня 1967 г.

озер, где находилась (и по сей день находится) биостанция, на которой часто бывал Георгий Георгиевич и где в качестве учеников Винберга начинали свой научный путь многие ныне известные гидробиологи Белоруссии (и не только Белоруссии).

От изучения первичной продукции экосистемы Винберг вместе со своими учениками переходит к разработке методов оценки «вторичной» продукции (т.е. продукции животных), что потребовало детального анализа процесса роста организмов. Эти устремления Георгия Георгиевича совпадают по времени с началом Международной Биологической Программы (МБП), задуманной как широкомасштабное изучение продуктивности экосистем по всему земному шару. Естественно, что он принимает в ней самое активное участие — и как разработчик методов (унификация их была очень непростым делом), и как исполнитель.

Подводя итоги тому периоду в жизни Георгия Георгиевича, который Галковская образно назвала его «болдинской осенью», мы должны сказать еще об одном, может быть, самом главном его результате. Речь идет, конечно, о подготовке целой плеяды блестящих учеников, о том явлении, которое заслуженно называют винбергской школой отечественной гидробиологии. Собственно говоря, других школ такого масштаба и со столь выраженным своим «лицом» в нашей стране никогда не было. Среди непосредственных учеников Винберга в минский его период — Л.М.Сущенья, В.Л.Ляхнович, Г.А.Галковская, Э.А.Шушкина, Г.А.Печень, З.З.Финенко, Л.В.Камлюк, А.П.Остапеня, Н.М.Крючкова, Т.М.Михеева, А.П.Павлютин и многие другие. Некоторые из них потом досрочно до весьма высоких званий и должностей (и по этой части даже обогнали своего учителя),

у многих появились свои, уже достигшие известности ученики — «научные внуки» Георгия Георгиевича. И невольно возникает вопрос: а могла ли возникнуть такая мощная и яркая школа учеников, если бы судьба Винберга сложилась по-другому, если бы он сумел после реабилитации остаться работать в Москве или в Ленинграде? Конечно, везде были бы ученики, везде бы он трудился с полной отдачей и многого достиг. Но такой школы, как в Минске, мы бы все же, наверное, не получили.

В Зоологическом институте

В 1967 г. Винбергу предложили возглавить лабораторию пресноводной гидробиологии в ЗИНе (Зоологическом институте Академии наук), которой ранее руководил ушедший на пенсию Жадин. Инициатива ис-



С членом-корреспондентом АН БССР Л.М.Суцней. 1981 г.

ходила от тогдашнего директора ЗИНа — Б.Е.Быховского, которому требовался специалист, способный координировать работы советских исследователей в рамках Международной Биологической Программы. А поскольку в задачи программы входило прежде всего изучение продуктивности разных экосистем, лучшей кандидатуры, чем Винберг, на эту должность нельзя было и представить. Георгий Георгиевич согласился и переехал в Ленинград. Так закончился минский период его жизни и начался ленинградский. Впрочем, вначале он еще продолжал читать некоторые курсы в Минске, руководить работами своих учеников, не говоря уж о подготовке публикаций по материалам, собранным ранее в Белоруссии.

С приходом Винберга в ЗИН там также начинают разворачиваться продукционные исследования, причем существенно расширяется круг охваченных водоемов. Это олиготрофные (характеризующиеся низкой первичной продукцией) озера Кольского полуострова и Карелии, озера Забайкалья, Иссык-Куль, разного

типа озера Ленинградской области и даже Невская губа Балтийского моря (последняя изучалась в связи со строительством дамбы для защиты от наводнений). Несмотря на солидный возраст и непростые домашние обстоятельства (психическое заболевание жены), Георгий Георгиевич необычайно активен, много ездит (он считает, например, своим долгом посетить все озера, на которых работают его сотрудники, а озера эти разбросаны по всей стране).

Влияние его на других людей оказывается столь сильным, что даже бывшие ученики Жадина, воспитанные в других научных традициях, к примеру Александр Федорович Алимов и Марина Борисовна Иванова, превращаются в активных «продукционистов». Впоследствии Алимов (ныне академик РАН, директор института и заведующий той самой лабораторией, которую когда-то возглавлял Винберг) написал «Введение в продукционную гидробиологию» (Л., 1989) — небольшую монографию (или, скорее, оригинальное учебное пособие), в которой очень четко отразил ос-

новную идеологию продукционного подхода и к тому же привел схемы конкретных расчетов тех или иных величин.

В 1971 г. Винберга избирают президентом Всесоюзного гидробиологического общества (ВГБО), а потом дважды переизбирают, и таким образом он остается на этом посту до 1986 г. Его авторитет как ученого, преподавателя, общественного деятеля и просто как человека был непоколебим. Это проявлялось, в частности, и на заседаниях Президиума ВГБО, где мне приходилось бывать как председателю существовавшего тогда при обществе совета молодых ученых. На этих заседаниях я видел весьма почтенных людей, хороших специалистов, заслуженно отмеченных всякими степенями и званиями. В ходе обсуждения того или иного вопроса они высказывали вполне разумные вещи, но когда начинал говорить Винберг, возникало ощущение, что он на голову выше всех. Ни тогда, ни сейчас я не могу объяснить, в чем конкретно это выражалось. Ведь обсуждались на этих заседаниях не научные проблемы, где можно было бы блеснуть эрудицией или гениальной догадкой, а довольно скучные, сугубо организационные вопросы. Да и держался Георгий Георгиевич, как всегда, очень просто и демократично (в нем и тени не было высокомерия или напыщенности).

Росло и международное признание Винберга. В 1971 г. на английском языке выходит подготовленное совместно с Т.Эдмондсоном (Сиэтл, США) руководство по определению продукции пресноводных животных (в рамках серии пособий, издаваемых под эгидой МБП). В 1977 г. Международная ассоциация теоретической и прикладной лимнологии награждает Винберга высшей наградой в области пресноводной гидробиологии и лимнологии, золотой медалью Тинемана—Наумана.

На этом фоне может показаться странным (впрочем,



С сотрудниками лаборатории пресноводной и экспериментальной гидробиологии. Зоологический институт. 1982 г.

странно ли?), что Академия наук никак не могла избрать его в свои ряды. Безусловно, Винберг в соответствии со своим реальным вкладом в науку заслуживал избрания еще в начале 60-х годов, но стал членом-корреспондентом только в 1976-м, когда ему уже перевалило за 70, да и тогда прошло это все с немалым трудом¹.

Статьи, написанные Георгием Георгиевичем в последние годы жизни, отличаются особой ясностью мысли и точностью формулировок. В последней работе, опубликованной уже в год его смерти², на многих приме-

рах Винберг показывает, что скорость онтогенетического развития зависит от температуры вовсе не так, как интенсивность обмена, хотя раньше предполагали одинаковый характер зависимости. На самом деле она оказывается сигмоидальной, но ее средняя часть, соответствующая развитию при оптимальных температурах, может быть аппроксимирована линейным уравнением.

В одной важной, но до сих пор в должной мере не оцененной работе Винберга, опубликованной в те же годы («Многообразие и единство жизненных яв-

лений и количественные методы в биологии»), Георгий Георгиевич пишет о вещах, казалось бы, от него весьма далеких, — о естественной (т.е. отражающей филогенетическое родство) системе живых организмов. Он подчеркивает, что в высшей степени ошибочно было бы рассматривать построение такой системы только как предварительный этап исследования, сходный с составлением каталога для удобства дальнейшего пользования. Дескриптивными методами нельзя пренебрегать уже хотя бы потому, что полученная с их помощью «естественная систе-

¹ Позволю себе личное воспоминание, касающееся этого события. Мой отец, Меркурий Сергеевич Гиляров, тогда исполнял обязанности академика-секретаря Отделения общей биологии. Он не был близок с Винбергом, но относился к нему с пиететом и считал, что тот безусловно заслуживает избрания в Академию. На выборах 1976 г. по специальности «биология внутренних вод» соперником Георгия Георгиевича оказался директор одного института, который, конечно, был партийным и вообще всем официальным установкам соответствовал. Правда, ученым он был просто никаким, и ставить его на одну доску с Винбергом было по меньшей мере смехотворно. Однако страсти на выборах кипели нешуточные. Люди типа В.Е.Соколова независимых личностей в Академии решительно не хотели и сопротивлялись избранию Винберга как могли. Уже поздно вечером мне позвонил отец (который вообще-то об академических делах никогда дома не рассказывал) и после глубокого вздоха, означающего окончание тяжелейшей работы, сказал: «Выбрали Винберга! Знал бы ты, чего это стоило. Меня обвиняли в превышении должностных полномочий, переголосовывали три раза. Еще бы раз, и место было потеряно». Я тоже вздохнул с облегчением. Все же справедливость на этот раз победила.

² Винберг Г.Г. Зависимость скорости онтогенетического развития от температуры // Продукционно-гидробиологические исследования водных экосистем / Под ред. А.Ф.Алимова. Л., 1987. С.3—34.

ма» живого мира (или, как пишет Георгий Георгиевич, «достигнутое приближение к ней») на самом деле обладает «очень большой предиктивной потенциальностью». Иначе говоря, мы можем довольно много сказать об общих особенностях строения организмов какого-то вида «икс», если знаем, что он относится к определенному классу, и можем сказать еще больше, если знаем, к какому он относится отряду, семейству и, наконец, роду. Однако дальше путь закрыт, и, как указывает Винберг, единственная возможность выявить специфические признаки нового вида — это его наблюдение и описание. Отсюда — непреходящая ценность результатов дескриптивной биологии, и отсюда же — серьезные ограничения в возможностях применения экспериментального метода.

Удивительно, но в статье 1981 г. Георгий Георгиевич фактически возвращается к дискуссиям 20-х годов, когда начинался его научный путь. Он вспоминает «яркую фигуру» Лёба, одного из энтузиастов нового подхода в биологии начала XX в.; тогда многие ожидали, что «уста-

ревшие» дескриптивные методы вскоре будут полностью вытеснены новыми экспериментальными. Эти ожидания не оправдались. Описательные работы продолжались, но изучение принципов функционирования организмов, их физиологии и биохимии продвигалось почти исключительно экспериментальными методами. И здесь Винберг снова подчеркивает, что «морфологическому многообразию противостоит единство основных функций живых существ», что при множестве форм мы видим весьма ограниченное число биогеохимических ролей. Отсюда — «аддитивность жизнепроявлений», делающая возможным объединение видов в функциональные группы (к примеру, самые разные водоросли и цианобактерии при фотосинтезе выделяют кислород, и результаты их индивидуальной активности могут быть суммированы). А это, в свою очередь, определяет и возможность самой методологии изучения биотического баланса экосистемы.

Умер Георгий Георгиевич 23 июня 1987 г. от инфаркта,

его забрали в больницу прямо из института. Когда грустная весть о его кончине дошла до Москвы и надо было сочинять некролог, чтобы вывесить на кафедре гидробиологии МГУ, меня не покидала, в общем, на верное, вовсе не оригинальная метафора жизни как бега на сверхдлинную дистанцию. Георгий Георгиевич представлялся мне таким марафонцем от Бога, вырвавшимся вперед уже на ранних этапах и никогда не сдававшим своей позиции. Те, кто начал бежать вместе с ним, постепенно отставали. Присоединялись позже новые участники — молодые и сильные. Сначала они держались вровень, но потом и они начинали сдавать, а лидер все увеличивал и увеличивал отрыв от всех остальных.

Автор искренне признателен А.Ф.Алимову, Г.А.Галковской, Е.С.Скрябиной, П.И.Крылову, А.П.Остапену, В.В.Малахову, Б.Ф.Гончарову и многим другим коллегам, участвовавшим в обсуждении текста и сделавшим весьма ценные замечания. All faults are my own. ■

Раскопки, проведенные под руководством Т.Леви (Университет штата Калифорния, Сандиего) в районе поселения Хирбет-эн-Нахас (Иордания), показали, что в XI—X вв. до н.э. здесь находился важный центр производства меди эдомитян. Эдом (Идумея) — часто упоминаемое в Ветхом Завете государство, которое располагалось между Мертвым морем и Акабским заливом.

Sciences et Avenir. 2005. №699. P.24 (Франция).

В Швейцарии полигоны и стрельбища преобразуются

в природные парки. Уже семь стрельбищ прошли сертификацию на ранг «природных парков швейцарской экономики». Такой ранг присуждает фонд «Природа и хозяйство» при условии, что не менее 30% занятой полигоном площади приведено в порядок и сохраняет естественную среду.

Terre Sauvage. 2005. №203. P.50 (Франция).

Реинтродукция волка в 1995 и 1996 гг. в Йеллоустонский национальный парк и леса центральной части штата Айдахо имела большой успех: сегодня

его популяция насчитывает 800 особей, ее границы проходят по штатам Монтана и Вайоминг. Хищник регулирует численность лосей и оленей, исполняя роль «стадного врача». Между тем в начале января 2005 г. администрация Буша изменила закон о защите плотоядных: если скотовод решит, что волк угрожает стаду, он имеет право стрелять в него, не предоставляя каких-либо доказательств нападения волка. Очевидно, вступило в силу старое правило: хороший волк — это мертвый волк.

Terre Sauvage. 2005. №203. P.49 (Франция).

Первое открытие стегозабра в Монголии

В.Р.Алифанов, Т.А.Туманова, С.М.Курзанов,
кандидаты биологических наук
Палеонтологический институт РАН
Москва

Странно, но в такой «динозавровой» стране, как Монголия, нет данных о стегозабрах (Stegosauria). А ведь это большая подгруппа (инфраотряд) растительноядных, или птицетазовых, динозавров (отряд Ornithischia), к тому же с весьма необычными особенностями строения и внешнего вида. Наиболее узнаваемая черта стегозабра — двойной ряд высоких кожных костей (остеодерм) в виде шипов или пластин на спине. Кроме этого, для них характерна удивительно маленькая голова, опорные передние конечности, длинные столбообразные задние лапы и хвост с двумя парами костных шипов на конце, очевидно, для обороны от хищников.

Впервые остатки стегозабра были открыты еще в конце XIX столетия в верхнеюрских отложениях на западе США и описаны в составе рода *Stegosaurus*. Кроме Северной Америки, где недавно была обнаружена еще одна форма (*Hesperosaurus*), стегозабра известны из верхнеюрских и нижнемеловых отложений Африки (*Kentrosaurus*, *Parantodon*) и Европы (*Lexovisaurus*, *Dacentrurus*, *Craterosaurus*).

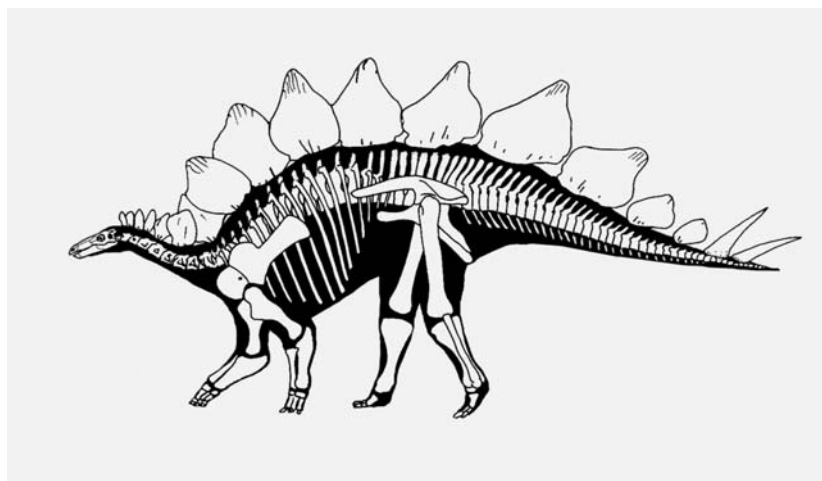
Наилучшее представление о стегозабрах Азии дают наход-

ки на территории Китая. В провинции Сычуань выкопан самый древний их представитель — хуянозавр (*Huayangosaurus*). Он жил в среднеюрскую эпоху, на рубеже батского и келловейского веков, т.е. примерно 170 млн лет назад. В этой провинции представлены также несколько верхнеюрских форм: *Chialingosaurus*, *Chungkingosaurus*, *Tuojiangosaurus*. Еще один ящер (*Monkonosaurus*) обнаружен в пограничных юрско-меловых отложениях. Остатки единственного раннемелового представителя китайского стегозабра, который представлен уэрозавром (*Wuerbosaurus*),

найлены во Внутренней Монголии и Синцзян-Уйгурском автономном округе.

Кроме Китая, фрагментарные остатки стегозабра выявлены в азиатской части России: в юрско-меловых отложениях Якутии (местонахождение Тэ-этэ), среднеюрских отложениях Тувы и Красноярского края [1—3]. Одна находка (*Dravidosaurus*) происходит с территории Индии. Ее возраст примерно 88 млн лет (верхний мел, коньякский ярус). Это самый поздний стегозавр в мире.

Отсутствие сведений о стегозабрах в Монголии вполне объяснимо. С одной стороны, в



Реконструкция скелета стегозабра (*Stegosaurus*) из верхней юры Вайоминга (США).

© Алифанов В.Р., Туманова Т.А.,
Курзанов С.М., 2005



Лобковая кость раннемелового стегозабра из местонахождения Хамрын-Ус в Монголии.

юрский период — во время процветания этой группы животных — на территории Монголии отложения соответствующего возраста просто не формировались; с другой стороны, в многочисленных местонахождениях раннемеловых наземных позвоночных остатки стегозабра неизвестны — вероятно, из-за снижения их разнообразия и численности в послепалеоценовое время.

И все же находка стегозабра в Монголии состоялась.

Случилось это еще в 1981 г. во время полевых работ восточногобийского отряда Совместной советско-монгольской палеонтологической экспедиции (ССМПЭ) на юго-востоке Монголии. Все находки — серия задних туловищных и передних хвостовых позвонков, части таза, включая правую и левую лобковые кости, — поступили на препарирование и изучение в Палеонтологический институт РАН. Однако научную обработку образцов пришлось отложить из-за переезда учреждения в новое здание. Об открытии монгольского стегозабра кратко со-

общалось в 1989 г. на конференции, посвященной 20-летию деятельности ССМПЭ [4]. Вновь о находке вспомнили в связи с недавней инвентаризацией коллекционных фондов. И хотя за последнее время знания о стегозабрах существенно пополнились, материал из Монголии не потерял своего значения.

Первый монгольский стегозабра был найден на местонахождении Хамрын-Ус, которое находится на северо-западе каменистого плато Барун-Хадын-Хяр, в 160 км к юго-востоку по железной дороге от г. Сайн-Шанд (Дорноговь аймак). Здесь содержатся ископаемые остатки отложения хухтыкской (или дзунбаинской) свиты достигают мощности 60 м. Они залегают в виде чередующихся русловых косослоистых гравелитов и песчаников, а также озерных песчаников с прослоями известковистых глин. В озерных отложениях обнаружены архаичные рогатые динозабра — питтакозабра [5], а в русловых — изолированные кости завропод, череп и неполный посткраниальный скелет с большим количе-

ством элементов остеодермального панциря шамозабра (*Sbatosaurus*) — одного из представителей панцирных динозабра (Ankylosauria) [6], а также остатки стегозабра.

О характере последней находки палеонтологи догадались еще в полевых условиях. Только у стегозабра лобковые кости, формирующие передне-нижнюю часть таза, имеют мощный вентральный стержень и длинный, немного сжатый с боков краниальный отросток (препубис). Весьма специфичны и позвонки. Обычно у стегозабра они снабжены высокими невральными дугами, а в передней части хвостового отдела имеются широкие в основании и продольно сжатые поперечные отростки.

Судить о родственных связях монгольского ящера трудно из-за фрагментарности скелетных остатков. При сопоставлении с изученным по полным материалам североамериканским стегозабра удается отметить сходство в пропорциях деталей лобковых костей и в строении изолированного ребра крестцового позвонка. Однако остистые отростки первых хвостовых позвонков у «американца» имеют расширенную вершину, что, скорее всего, не свойственно монгольскому ящеру. Обе формы отличаются также размерами тела. При этом центральноазиатский ящер при жизни достигал 5–6 м в длину, что примерно на треть меньше длины тела его североамериканского родственника. В отличие от близкого по возрасту китайского уэрозабра элементы тазового пояса у стегозабра из Хамрын-Уса выглядят массивнее, остистые отростки позвонков у него сравнительно толще, а их высота по отношению к диаметру тела меньше (она примерно соответствует пропорции 1.5:1, а у уэрозабра — 3:1). Отличительная особенность передних хвостовых позвонков монгольской формы — сравнительно крупный спинномозговой канал.

Первый стегозавр из Монголии одновременно является и самым поздним представителем группы в Азии: он обитал в апт-альбское время (так обычно определяют возраст отложенной хухтыкской свиты), т.е. примерно 115 млн лет назад. Необходимо добавить, что остатки позднейшего китайского стегозавра — уэрозавра — датируются нижним мелом вообще без более подробных указаний [7, 8]. А верхнемелового дравидозавра азиатским можно назвать лишь условно, поскольку этот ящер жил на изолирован-

ной в меловое время территории Индии.

Вымирание последних азиатских стегозавров было обусловлено целым комплексом причин. Одна из них — распространение новых групп растительноядных динозавров. «Новички» лучше приспосабливались к изменениям окружающей среды, обостряли конкуренцию за территорию и кормовую базу. Например, исчезновение характерных для всего раннего мела Азии пситтакозавров было сопряжено, кроме прочего, с вытеснением их родственниками —

неоцератопсиями, или собственно рогатыми динозаврами, достигшими процветания в позднем мелу. Подобную роль в эволюционной судьбе стегозавров могли сыграть и близкородственные им панцирные динозавры. Об этом свидетельствуют открытия в Хамрын-Усе. Здесь, кроме позднейшего стегозавра Азии, обнаружен, как уже отмечено, ранний представитель анкилозавров — шамозавр.

Таким образом, естественный ход смены близких по образу жизни групп динозавров получает новое подтверждение. ■

Работа выполнена в рамках Программы Президиума РАН 25 «Происхождение и эволюция биосферы» (подпрограмма «Важнейшие преобразования фауны позвоночных и членистоногих и абиотические события в палеозое и мезозое») и поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (проект 04-04-48829) и ведущей научной школой (грант НШ-1840.2003.4).

Литература

1. Алифанов В.Р., Краснолуцкий С.А., Марков В.Н., Мартынович Н.В. Об открытии среднеюрских динозавров в Красноярском крае // Материалы научно-практической конференции «Проблемы борьбы с проведением незаконных раскопок и незаконным оборотом предметов археологии, минералогии и палеонтологии». Красноярск, 2001. С.71—74.
2. Алифанов В.Р., Курочкин Е.Н., Забелин В.И., Кудрявцев В.И. Первые находки динозавров в Туве // Природа. 2002. №2. С.84—85.
3. Курзанов С.М., Ефимов М.Б., Губин Ю.М. // Палеонтологический журнал. 2003. №1. С.55—59.
4. Барсболд Р., Курзанов С.М., Перлэ Р., Туманова Т.А. Некоторые итоги изучения динозавров Монголии // Основные результаты исследований Совместной Советско-Монгольской палеонтологической экспедиции за 1969—1988 годы (Тезисы докладов). М., 1989. С.10—12.
5. Суслов Ю.В. Захоронение пситтакозавров в Хамрын-Ус (Восточная Гоби, МНР) // Труды ССМПЭ. Вып.24. М., 1983. С.118—120.
6. Туманова Т.А. Первый анкилозавр из нижнего мела Монголии // Ископаемые рептилии Монголии. Труды ССМПЭ. Вып.24. М., 1983. С.110—118.
7. Dong Zb. Stegosaur of Asia // Dinosaur Systematics. Approaches and perspectives / Eds K.Carpenter, Ph.J.Currie. Cambridge, 1990. P.255—268.
8. Galton P.M., Upchurch P. Stegosauria // The Dinosauria. Second edition / Eds D.B.Weishampel, P.Dodson, H.Osmolska. Los Angeles; L., 2004. 1992. P.343—362.

Новости науки

Космические исследования

«Cassini» — искусственный спутник Сатурна

1 июля 2004 г., пройдя за семь лет более 3 млрд км в открытом космосе, аппарат «Cassini» (размером с небольшой автобус) сблизился с Сатурном. Включенный затем главный реактивный двигатель, проработав 95 мин, снизил скорость аппарата с тем, чтобы тот был захвачен притяжением планеты и перешел на околосатурновую орбиту, став ее первым искусственным спутником. Перед этим были опасные моменты, когда аппарат со скоростью около 120 тыс. км/ч дважды пересекал плоскость колец Сатурна, насыщенную обломками и частицами различной величины.

Маневр прошел удачно. Было получено 61 четкое изображение колец F и G. Эти изображения по крайней мере в пять раз подробнее тех, которые в 1980—1981 г. прислали на Землю аппараты «Voyager», пролетавшие мимо Сатурна. Кроме того, в течение 75 мин «Cassini» посылал радиосигнал с дальней от Земли стороны колец, и его искажение во время прохождения колец позволит судить об их составе. Радиосигнал из окрестностей Сатурна идет к Земле в течение полутора часов.

Поначалу «Cassini» облетел вокруг Сатурна за 60 сут, но в дальнейшем орбитальный период сократился до 32 сут. Эта новая орбита проходит в непосредственной близости от спутника Сатурна Титана, изучение которого является важной целью эксперимента. С борта межпланетного аппарата 25 декабря 2004 г. был сброшен специально разработанный для этого зонд «Hyugens». 14 января 2005 г. шесть научных приборов

зонда исследовали уникальную атмосферу Титана и его поверхность.

Полагают, что химический состав атмосферы Титана, содержащей соединения углерода, сходен с тем, какой был характерен для Земли 1 млрд лет назад — до возникновения на ней жизни. Температуры на Титане весьма низкие (около -180°C), так что воды в жидком виде ожидать не приходится.

Космический аппарат «Cassini—Hyugens», обошедшийся более чем в 3 млрд долл., — совместное детище ученых, конструкторов и инженеров США, Великобритании, Европейского космического агентства и Италии. Общее научное руководство с европейской стороны осуществлял англичанин Д.Саутвуд (D.Southwood); ему же принадлежит конструкция магнитометров. Спектрометр для регистрации электронов космической плазмы конструировал коллектив британской Лаборатории космических наук им.Мулларда под руководством Э.Коутса (A.Coates); наблюдения с помощью этого прибора осуществляла группа специалистов во главе с М.Доэрти (M.Dougherty; Имперский колледж в Лондоне); фото- и кинооборудование было разработано под руководством К.Мюррея (K.Murray) в лондонском Университете Королевы Марии.

Spaceflight. 2004. V.46. №9. P.354 (Великобритания).

Астрофизика

Онионы поглощают космическое излучение

Как известно, при попытке получить в лабораторных условиях углеродные структуры, ответственные за сильную полосу по-

лощения космического излучения в межзвездных пылевидных туманностях (максимум полосы приходится на 217.5 нм), были открыты сначала фуллерены, а затем и многослойные сферические углеродные структуры — их назвали онионами¹.

Существенным аргументом в поддержку гипотезы о происхождении полосы оптического поглощения межзвездных пылевидных туманностей в результате существования там онионов стала недавняя работа исследователей из Университета г.Тенерифе (Испания). Их расчеты показали, что спектр поглощения онионов, связанный с возбуждением плазменных, при шести и более слоях не зависит от их числа и хорошо соответствует результатам как лабораторных измерений, так и астрофизических наблюдений.

Physical Review Letters. 2005. V.94. P.105501; http://perst.issph.kiae.ru/Inform/perst/5_07/index.htm

Астрономия

Первый тройной астероид

Астроном Ф.Маркис (F.Marchis; Калифорнийский университет в Беркли, США) и его коллеги сообщили, что малая планета №87 Сильвия представляет собой первую известную тройную астероидную систему. Открытие было сделано на 8.2-метровом телескопе VLT-Йепун Европейской южной обсерватории (Чили) с помощью системы адаптивной оптики.

Астероид Сильвия впервые наблюдался 16 мая 1866 г. на Мадридской обсерватории (Индия) известным астрономом XIX в. Н.Погсоном. В 2001 г. астрономы

¹ УФ-излучение в межзвездной среде // Природа. 2004. №1. С.83.

узнали о двойственности Сильвии — рядом с ней был обнаружен небольшой спутник, изучению которого, собственно, и была посвящена программа Маркиса. Астрономы наблюдали Сильвию 27 раз на протяжении двух месяцев. Ее компаньон был виден на каждом из полученных снимков, что позволило Маркису и его коллегам точно вычислить его орбиту. Но на 12 снимках обнаружился еще более близкий и меньший спутник. Таким образом, астероид Сильвия оказался не двойным, а тройным!

Сильвия — один из самых больших известных астероидов Главного пояса. Он находится в 3,5 раза дальше от Солнца, чем Земля. Снимки, полученные с помощью VLT, изобилуют деталями и говорят о том, что по форме Сильвия похожа на бугристую картофелину размером 380×260×230 км. Она быстро вращается, совершая один оборот вокруг собственной оси за 5 ч 11 мин. Спутники Сильвии сравнительно невелики. Они обращаются вокруг главного тела в одном и том же направлении, а их почти круговые орбиты лежат в одной плоскости. Ближайший спутник (открытый вторым) поперечником 7 км перемещается на расстоянии 710 км от Сильвии, совершая полный оборот за 33 ч. Радиус орбиты второго спутника Сильвии (поперечник 18 км) составляет 1360 км, его орбитальный период 87,6 ч.

Наблюдения орбит спутников позволили астрономам точно вычислить массу и плотность Сильвии. Последняя оказалась очень мала — всего на 20% плотнее воды. Скорее всего, это говорит о том, что данная малая планета состоит из обломков астероида, некогда разрушившегося в результате столкновения с другим телом. Обломки могут быть механически никак не связаны друг с другом, удерживаясь вместе только силами гравитации. В этом случае Сильвия на 60% состоит из пустот, чем и объясняется ее небольшая плотность. Спутники — тоже, вероятно, осколки, оставшиеся от столкновения, — были, по-види-

мому, захвачены Сильвией вскоре после ее образования. Если это действительно так, то подобных кратных астероидов в Солнечной системе может быть немало.

Поскольку Сильвия названа в честь мифической матери основателей Рима, Маркис предложил для спутников имена самих основателей: Ромул и Рем. Международный астрономический союз одобрил эти названия.

Nature. 2005. V.436. P.822 (Великобритания).

Планетология

Почему у экзопланет вытянутые орбиты

На протяжении столетий у астрономов не было серьезных поводов полагать, что Солнечная система представляет собой нечто необычное. Однако после открытия в 1995 г. первой экзопланеты получено много свидетельств того, что по сравнению с другими планетными системами Солнечная по меньшей мере незаурядна. В отличие от правильных круговых орбит планет Солнечной системы, траектории многих внесолнечных планет, обнаруженных за последнее десятилетие, очень сильно вытянуты.

Ф.Э.Расио (F.A.Rasio; Северо-Западный университет, США) и его коллеги сообщили о первом прямом наблюдательном факте, который указывает на происхождение таких удивительных орбитальных конфигураций. Причиной возникновения вытянутых орбит должен быть простой механизм «планет-планетного рассеяния», когда траектории планет внезапно и сильно изменяются благодаря взаимному гравитационному притяжению в момент тесного сближения.

Система, исследованная Расио с соавторами, содержит три планеты-гиганта, вращающиеся вокруг звезды Иpsilon Андромеды. Это первая внесолнечная многопланетная система, открытая с помощью метода лучевых скоростей. Внутренняя планета («горячий Юпитер», настолько близко расположенный к звезде, что совер-

шает полный оборот всего за несколько дней) была обнаружена в 1996 г., а две внешние планеты на вытянутых орбитах, сильно возмущающие друг друга, открыты в 1999 г. За несколько последних лет система была хорошо изучена и обеспечила самые лучшие и наиболее точные данные для моделирования планетных траекторий.

Первоначально главная цель моделирования планетной системы у Иpsilon Андромеды заключалась в поиске ответа на вопрос, лежат ли две внешние планеты в одной и той же плоскости, подобно планетам Солнечной системы. К своему большому удивлению, авторы обнаружили, что в большинстве моделей орбита средней планеты сильно меняется со временем, периодически становясь круговой. Именно это делает данную систему столь необычной: как правило, гравитационное взаимодействие между двумя эллиптическими орбитами никогда не превращает одну из них в почти точную окружность.

Это странное поведение навело исследователей на мысль, что в системе когда-то произошло нечто гораздо более интересное, чем все обнаруженное до сих пор. «В этой системе две внешние планеты находятся в очень специфической орбитальной конфигурации, которая долгое время заставляла нас ломать голову», — утверждает Расио. Чтобы лучше понять эволюцию системы, Расио с коллегами создали точную компьютерную модель движения планет по их положениям на сегодняшний день и затем «прокрутили» ее назад на 10 тыс. лет. Из анализа следовало, что система на протяжении этого времени эволюционировала так, словно изначально стабильное семейство планет было потревожено внезапным возмущением, которое повлияло только на самую удаленную от центра планету. Виновницей возмущения могла быть четвертая гигантская планета, которой в системе больше нет. Сблизившись с нынешней внешней планетой, она столкнула ее на эллиптическую орбиту, а сама оказалась

выброшенной в межзвездное пространство. Средняя планета первоначально оставалась на круговой орбите, но со временем внешняя планета возмутила ее орбиту настолько, что та тоже стала вытянутой, как мы и наблюдаем сегодня. Но примерно каждые 6700 лет средняя планета на некоторое время возвращается на круговую орбиту.

Авторы работы полагают, что тесное планет-планетное рассеяние происходит часто, причем не только в этой, но и в других внесолнечных планетных системах. Поэтому, хотя в целом планетные системы у других звезд распространены очень широко, стабильные планетные семейства, способные сохранять устойчивость и быть пригодными для жизни на протяжении длительного времени, вероятно, встречаются существенно реже.

Изучение событий, сопровождавших образование и эволюцию системы Ипсилон Андромеды и других внесолнечных планетных систем, имеет большое значение для понимания процессов, происходящих в нашем собственном доме. «В этих системах на протяжении миллиардов лет не все оставалось стабильным, — утверждает Рашио. — Хотя они могли сформироваться подобно Солнечной системе, дальнейшая эволюция чаще всего происходила в них катастрофически. Структура нашей Солнечной системы, по-видимому, — большая редкость именно благодаря исключительной долговременной устойчивости».

Nature. 2005. V.434. №7035. P.873–876 (Великобритания).

Физика атмосферы

Молния в автоколебательном режиме

16 августа 2005 г., около 21 часа, на Кама, возле ближайшего к устью (нового) моста пассажиры теплохода «Башкортостан» наблюдали редкое явление.

Кама в этом месте — часть Куйбышевского водохранилища,

ее ширина до 2 км. Вечером после жаркого дня, при ясной погоде и полном безветрии над рекой стояло небольшое кучевое облако (единственное на всем небе, все края его были видны). В облаке через каждые три—семь секунд беззвучно сверкала молния. Ветви разряда покрывали все облако, иногда они кончались рядом с ним, «в чистом воздухе», но ни разу не шли на землю. Лишь изредка все облако освещалось изнутри ярким белым светом — от молнии на невидимой стороне. Примерно за 20 мин произошло несколько сотен разрядов молнии с правильными интервалами между ними. Разряды продолжались и далее, но стали хуже видны, так как теплоход удалился на 5–6 км.

Такие «релаксационные колебания» вызваны, видимо, стационарным потоком теплого влажного воздуха, восходящим от поверхности воды; он и создал облако, и подзаряжал его до потенциала разряда через правильные промежутки времени. Явление редкое потому, что облако должно неподвижно стоять над большой площадью теплой воды.

© Штремель М.А.,
доктор физико-математических наук
Москва

Физика

Электроны выстраиваются в очередь

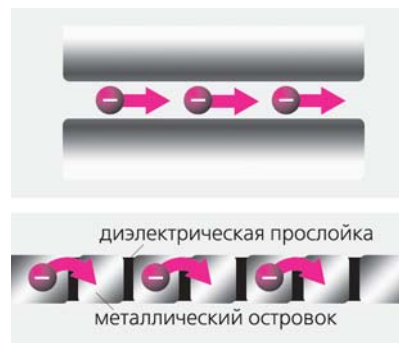
Всем известно, что электрический ток переносится отдельными электрическими зарядами, однако дискретный характер этого процесса непосредственно никогда не наблюдали. Впервые это удалось сделать шведским ученым¹, которые использовали специфику поведения электронов в низкоразмерных системах: кулоновское взаимодействие, практически не влияющее на величину тока в обычном металлическом проводнике с макроскопическими размерами, в одномерных на-

¹ Bylander J, Duty T, Delsing P. // Nature. 2005. V.434. P.361–364.

ноструктурах играет определяющую роль.

Теоретически показано, что при достаточно малой концентрации электронов кулоновское взаимодействие подавляет квантово-механические флуктуации, и в результате электроны формируют вигнеровский кристалл, располагаясь строго периодически. При инъекции электрического тока I весь кристалл должен смещаться «пошагово» как единое целое с частотой $f = I/|e|$ (e — заряд электрона). Простейшая структура, которую можно предложить для демонстрации одноэлектронных осцилляций, — узкий полупроводниковый канал конечной длины; однако реализовать такой эксперимент на практике очень сложно.

Шведские ученые пошли по другому пути: они исследовали прохождение тока через одномерную цепочку туннельных контактов — металлических островков, разделенных тонкими диэлектрическими прослойками. Электрическая емкость каждого островка очень мала из-за его наноскопических размеров, поэтому при попадании на него хотя бы одного электрона потенциал островка скачком увеличивается, препятствуя перескокам (туннелированию) на него других электронов. Если через цепочку контактов протекает небольшой ток I , туннелирование электронов будет дискретным — возникнут одноэлектронные осцилляции. Исследователи использовали цепочку из



«Очередь» из электронов в узком канале (вверху) и одномерная цепочка туннельных контактов.

50 сверхпроводниковых туннельных контактов емкостью 0.42 фФ каждый. Эксперимент проводили при температуре 30 мК и индукции электромагнитного поля 0.475 Т — в этих условиях сверхпроводимость еще не подавлена, но пороговое напряжение для инжекции отдельных электронов меньше, чем для куперовских пар, поэтому процессы одноэлектронного туннелирования становятся определяющими.

Эффект одноэлектронных осцилляций при переносе заряда может быть использован как «квантовый стандарт» для определения силы тока с высокой точностью (из соотношения $I = f|e|$). Предполагается изучить динамику отдельных куперовских пар в цепочке туннельных контактов — это может пригодиться при конструировании сверхпроводниковых устройств для обработки квантовой информации.

http://perst.issph.kiae.ru/Inform/perst/5_08/index.htm

Популяционная и эволюционная генетика

Микроэволюция колорадского жука и инсектициды

Колорадский картофельный жук (*Leptinotarsa decemlineata*) осваивает, и довольно стремительно, территорию нашей страны. Безусловно, это не могло не привести к адаптивным микроэволюционным преобразованиям вида. В числе основных причин таких изменений — антропогенные факторы, в первую очередь инсектициды. Как могут проявляться подобные изменения, и можно ли использовать какой-либо видовой признак для прогноза устойчивости или чувствительности жука к применяемому инсектициду?

Ответы на эти вопросы попыталась найти группа специалистов Института биохимии и генетики Уфимского научного центра РАН. В течение ряда лет исследователи оценивали доли взрослых насекомых с различной выраженностью окраски головы, передне-

спинки и надкрыльев в выборках из разных районов Башкирии. В 1989 г. доля темноокрашенных жуков (меланистов) составила 50% численности, среднеокрашенных (нормальных) — 49%, а слабоокрашенных (ахромистов) — лишь 1%. Таким образом, в то время доминировали меланисты. В 1993 и 1994 гг. преобладали нормальные особи — их доля составляла 63 и 57% соответственно. Одновременно значительно выросло количество ахромистов: в 1993 г. их было 12%, в 1994-м — 24%, а в 2002 г. еще больше — 31%.

В те же годы анализировались данные по насекомым, выжившим после обработки различными инсектицидами как в лабораторных, так и в полевых условиях. В 1989 г. среди таких жуков ахромисты практически не встречались, в 1993-м их доля составила 18%, а в 2001 г. достигла 29%. Скорость увеличения доли этого морфотипа намного опережает скорость снижения чувствительности к инсектицидам (в частности, к децису): за один и тот же период его доля выросла в 12 раз, а чувствительность снизилась в 1.3 раза. Следовательно, количество ахромистов может служить показателем, позволяющим задолго (практически за 10 лет) прогнозировать формирование десятикратной устойчивости к препарату.

© **Николенко А.Г.**,

доктор биологических наук

Беньковская Г.В.,

Поскряков А.В.,

кандидаты биологических наук

Удалов М.Б.

Уфа

Генетика

Тайны волосатых мышей

Фермент теломераза известен биологам уже давно: он удлиняет теломеры — участки на концах хромосом, предохраняющие ДНК от повреждений во время репликации. Теломеры укорачиваются при каждом делении клетки, а когда становятся слишком короткими, клетка прекращает делиться и переходит в состояние покоя

(G₀-фазу). Теломераза состоит из двух компонентов: белка (обозначаемого у мышей TERT) и молекулы РНК (TERC).

Исследователи из Станфордского университета во главе с К.Сарин¹ получили линию мышей, содержащую дополнительный ген TERT вместе с тетрациклин-активатором, который позволял включать ген при добавлении в пищу животных антибиотика. Ген экспрессировался по всему организму, а у мышей начинала необычайно густо расти шерсть. Это происходило за счет активации стволовых клеток, из которых развиваются волосные фолликулы. Известно, что цикл их развития включает активное и «спящее» состояние. Экспрессия TERT приводила к «пробуждению» таких клеток и росту волос.

Удивительно, что все эти эффекты проявлялись и у мышей, лишенных гена теломеразной РНК (TERC). Значит, они никак не связаны с синтезом ДНК. Пока не ясно, как может работать белковый компонент теломеразы и какими дополнительными функциями он обладает.

Эти исследования имеют большое практическое значение, причем вовсе не для борьбы с облысением, а для лечения раковых заболеваний. Доказательства того, что теломераза может контролировать деление клеток, появились уже в конце 90-х. Были найдены мутантные формы белка, в присутствии которых клетки с короткими теломерами, в норме находящиеся в покое, начинали делиться. В то же время уменьшение количества теломеразы в человеческих фибробластах заставляло их прекращать деление еще до укорачивания теломер. В раковых клетках уровень теломеразной активности обычно очень высок, хотя сами теломеры короткие. Какими путями все это осуществляется, неизвестно. Работа Сарин в очередной раз показывает, как полезен свежий взгляд на известные вещи.

© **Гиляров Д.А.**

Москва

¹ Sarin KY, Cheung P, Gilson D. et al. // Nature., 2005. V.436. P.1048—1052.

Зоология

Как поймать геккона

Древесные ящерицы — гекконы — необычайно ловко бегают по вертикальным поверхностям. Этому помогают «липучки» из многочисленных выростов эпителиальных клеток на расширенных кончиках пальцев и на нижней стороне хвоста. Благодаря этой способности гекконы быстро «освоили» различные постройки, и сейчас в странах с мягким климатом их можно встретить на стенах даже самых современных зданий. Мало того, вместе с человеком эти синантропы широко распространились за пределы своих природных ареалов, и никто уже не удивится, обнаружив геккона из Юго-Восточной Азии, например, в Каире или в Майами.

Синантропные стенные гекконы представляют собой прекрасный объект для изучения генетических и адаптационных процессов. Но есть одно «но»: отлавливать этих стремительно носящихся даже по потолкам мелких и юрких существ весьма непросто, хотя людей они не боятся и держатся, вроде бы, всегда на виду.

Остроумный способ облегчить работу со стенными гекконами предложил герпетолог Н.Коул (N.Cole; Бристольский университет): он применил такой простой и широко распространенный инструмент, как... лазерная указка. Исследователь учел, что гекконы неизбирательно охотятся на любую живность, оказавшуюся на стене, используя при этом лишь свое великолепное зрение. Главное — чтобы объект двигался. На этом и основан обман. Яркое пятнышко, проецируемое указкой, «скачет» по стене и привлекает внимание охотящегося геккона. Тот, теряя бдительность, в азарте бежит за «добычей» (как собака за птицей, уводящей ее от гнезда). А исследователь, управляя скачущим пятном, «подводит» увлеченного геккона к тому месту, где его нетрудно схватить.

Коул использовал этот необычный прием в работе с гекконами

семи видов и получил прекрасные результаты: 92% ящериц поддавались обману и 80% из них были благополучно отловлены. Более того, оказалось, что способ можно использовать и в природе: в погоне за движущимся пятном дневные гекконы — фелзумы (*Pbelsuma ornata*) — беспечно спускались с кокосовых пальм.

Herpetological Review. 2004. V.35. №4. P.358–359 (США).

Экология

Моллюски ускоряют осаждение органики

За 140 лет — с 1860 по 1999 г. — глобальная средняя температура Земли увеличилась на 0,6°C, причем основная часть повышения пришлось на последние десятилетия, когда температура росла в среднем на 0,2°C за десятилетие. Уровень моря поднялся за последние 100 лет на 10–25 см. За этот же период уменьшился объем ледников: например, ледник на горе Кения потерял 92% массы, ледники на горе Килиманджаро — 73%, в европейских Альпах и на Кавказе они утратили около 50% своего объема. Толщина арктического льда за период с 1958 г. уменьшилась в некоторых районах на 1,3 м. Повышение частоты экстремальных погодных явлений привело к росту экономического ущерба: по данным страховых компаний, за 10 лет (1990–1999) он составил 399 млрд долл., что в 10 раз превысило аналогичную величину за десятилетие с 1950 по 1959 г. (38,7 млрд долл.).

Из-за явной опасности глобальных изменений в окружающей среде актуален вопрос о природных механизмах, сдерживающих эти изменения. С.А.Остроумов (Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова) проанализировал роль биоты (совокупности живых организмов) как фактора, регулирующего и стабилизирующего важные параметры биосферы, геофизических и геохимических процессов, воздействующих на климат.

Как показано в работах Остроумова и его сотрудников, одним

из конкретных процессов, выполняемых живыми организмами, является перенос гидробионтами-беспозвоночными (такими как двустворчатые и легочные моллюски) органического вещества из толщи воды на дно водоемов и его отложение в осадках, что существенно ускоряет геохимические потоки углерода. В экспериментах установлено, что большую роль играют выделяемые двустворчатыми моллюсками pellets — комочки переваренного ими органического вещества, ранее находившегося в воде во взвешенном состоянии. Pellets, содержащие клетки планктона и другие частицы, упакованные в чехлы из слизистого материала моллюсков, быстро опускаются на дно, что во много раз ускоряет вертикальное перемещение химических элементов (в том числе углерода, азота, фосфора и др.) через экосистему.

Перенос углерода в биогеохимических потоках важен для формирования общего бюджета углерода в атмосфере, сказывающегося на состоянии климатической системы Земли.

Вестник Московского университета. Сер. биология. 2005. 31. С.24–33 (Россия).

Охрана природы

Черепаша-путешественница

Кожистая черепаха (*Dermochelys coriacea*) — самая крупная (до 2 м длиной, до 600 кг массой) современная черепаха — обитает во всех тропических морях, иногда заплывая в воды умеренных и даже северных широт. Из-за неуклонного сокращения численности вид занесен в Красную книгу МСОП¹. В последние десятилетия основной угрозой для этих животных стали глубоководные рыболовные сети. В США введен запрет на использование таких средств лова в западной акватории Северной Атлантики (включаяющей, в частности, один из богатых

¹ Тихоокеанские кожистые черепахи — у последней черты // Природа. 2001. №9. С.83–84.

Геофизика

Раннее предупреждение о цунами

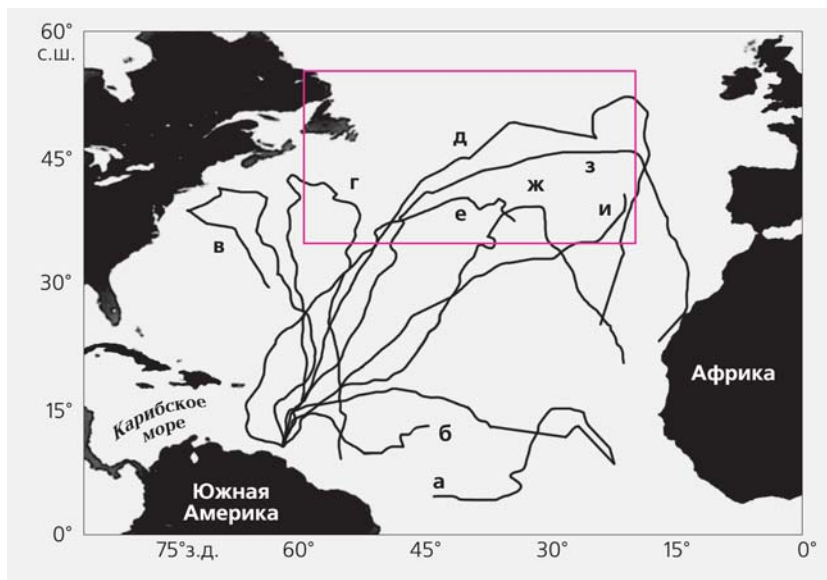
После катастрофического цунами и землетрясения, обрушившегося на Южную Азию 26 декабря 2004 г., возникла проблема: как найти место для развертывания на океанском дне системы раннего предупреждения о зарождающемся цунами?

Для решения проблемы, которое видится в размещении на дне аппаратуры, образующей сеть слежения за тектоническими движениями дна (такая система развернута США и работает в Тихом океане), прежде всего были необходимы гидрографические и геофизические исследования. В начале февраля 2005 г. они были выполнены гидрографическим судном Королевского военно-морского флота Великобритании «Скотт». Использование сонара сверхвысокой точности позволило получить уникальные материалы о зоне землетрясения. На их основе создано трехмерное изображение рельефа дна, прилегающего к о.Суматра на расстоянии в 150 км. Оно покрывает район, где в 30 км ниже океанической плиты произошел разрыв одного из разломов.

Трехмерное изображение отчетливо показывает границу, проходящую по Индийской плите, которая погружается под Бирманскую плиту со скоростью 6 см/год. Всюду на изображении отмечаются оползни гигантских размеров: блоки толщиной в несколько сотен метров и длиной до 2 км, ползущие с Бирманской плиты.

Трехмерные изображения, полученные спустя очень непродолжительное время после сейсмического толчка, помогут понять, почему землетрясение произошло именно в этой зоне и почему большая часть одинаковых форм рельефа возникла на севере зоны, а не на юге.

Science et Vie. 2005. №1051. P.24 (Франция); www.navynews.co.uk/articles/2005/0502/0005021001.asp



Пути миграций кожистых черепах в 2002-м (а, б) и 2003-м (в-и) годах. Прямоугольником обозначена акватория, в которой действует запрет на использование глубоководных рыболовных сетей, введенный в США.

тейших в мире районов рыболовства — Большую Ньюфаундлендскую банку). Однако эффективность этой меры спорна, поскольку к ней не подключились промысловики других стран.

Специалисты во главе с морским биологом Г.Хейсом (G.Haas; Валлийский университет в Суонси, Великобритания) снабдили черепах радиопередатчиками, которые передавали на борт искусственных спутников Земли координаты местонахождения животных и сведения о количестве и глубине их погружений.

Оказалось, что отдельные особи мигрируют из Карибского моря в разных направлениях. Так, в 2002 г. наблюдение велось за двумя черепахами. Одна из них поплыла на восток, а затем, не дойдя 600 км до берегов Западной Африки, повернула назад. Другая несколько месяцев провела в водах, омывающих Южную Америку. В 2003 г. были отслежены миграции семи особей. Две из них двинулись на север, а в нескольких сотнях километров от берегов канадской провинции Новая Шотландия повернули на юг. Другие пять отправились на северо-восток, достигли акватории, лежащей

между Азорскими о-вами и побережьем Великобритании, и поплыли к югу.

Причины такого разнообразия миграций неясны. Океанические течения не играют никакой роли: животные нередко плывут против них или их пересекают. Скорее всего, пребывание в той или иной акватории обусловлено наличием там пищи.

Телеметрические наблюдения предоставили ученым ценную информацию и о вертикальных перемещениях черепах. Выяснилось, что в большинстве (99%) случаев они погружаются не глубже 250 м, а значит, оказываются в зоне размещения рыболовных сетей. (Лишь одна черепаха поставила рекорд среди пресмыкающихся, достигнув глубины 1230 м, и еще шесть нырнули на 800 м.)

Вывод исследователей таков: разброс путей миграции кожистой черепахи столь велик, что для ее охраны недостаточно закрытия отдельных районов океана для глубоководного рыболовства. Необходимо значительно ограничить его на весьма обширных акваториях.

Nature. 2004. V.429. №6991. P.522 (Великобритания).

Проблемы отработанного ядерного топлива

Среди стран, наиболее продвинувшихся по пути создания условий для захоронения отработанного ядерного топлива (ОЯТ), числится Швеция, чьи 11 АЭС удовлетворяют немалую долю потребностей в энергии, но и, соответственно, накапливают опасные отходы. Надежды на избавление от них возлагаются на уже в значительной степени сооруженную в скальных породах подземную лабораторию, которая расположена в Эспё (провинция Эстергеланд) на Балтийском побережье Скандинавии.

Скандинавский кристаллический щит сулит отличную защиту от любых неприятностей. Сегодня на атомных электростанциях страны уже налажена загрузка сборок ОЯТ в 75-тонные контейнеры и отправка их морем на специально построенном судне в порт Оскарсхамн, откуда рукой подать до Эспё. Здесь горячие сборки разгружаются в огромный бассейн с деионизованной водой для постепенного охлаждения. За сутки из бассейна испаряется несколько кубометров воды, немедленно пополняемой по трубопроводу. Над бассейном, как в бане, вечно стоит пар. Бассейн вмещает до 5 тыс. т ОЯТ, но пока его строили и спорили о его надежности, накопившаяся масса отходов приблизилась к этой величине.

Охлажденные в бассейне сборки помещают в подземное хранилище — там они могут потерять до 99% радиоактивности всего за какое-нибудь тысячелетие. Хранилище, пробуренное в скальных породах, рассчитано так, чтобы обеспечить безопасность в течение еще сотни тысячелетий. Главный туннель в Эспё, спирально снижаясь, достигает глубины 460 м. Его строительство обошлось в 35 млн долл. США, а эксплуатация потребует ещё около 20 млн долл./год. Зато теперь здесь накоплен опыт, к которому присматриваются специалисты во всем мире.

Главный враг таких хранилищ — влажность, вызывающая коррозию металлических стенок контейнеров. Спустя десятилетия ускользнувшие оттуда радиоактивные изотопы могут профильтроваться в грунтовые воды, а значит, попасть в воду, которой пользуется человек. Шведские ученые подыскали в качестве своих союзников некоторые бактерии, которые способны химически восстанавливать железо, серу и марганец, препятствуя коррозии. На темных гранитных стенах туннеля в разных местах сегодня можно видеть оранжевые и черные полосы, потеки, оставленные этими влаголюбивыми микроорганизмами. Ученые проверяют их реальную способность поглощать кислород прежде, чем он вызовет коррозию контейнеров, изготовленных из особо прочной меди. Результаты шведских экспериментов изучают специалисты других стран.

Американская экспертная группа, созданная в Гарвардском университете, пришла к выводу: непосредственное захоронение ОЯТ экономически значительно эффективнее, чем сложная его переработка с извлечением расщепляющихся материалов, таких, например, как плутоний. В США проблема стоит особенно остро: в стране насчитывается 77 сравнительно примитивных наземных хранилищ, разбросанных по 33 штатам. Большая часть охлаждающих бассейнов там или уже заполнена до отказа, или близка к тому. Сборки стержней приходится обрабатывать поглощающим нейтроны бором, чтобы «возбужденное» топливо не превысило критическую массу. Но этот метод — лишь паллиатив, не говоря уже о сложностях длительной охраны рассредоточенных по всей стране объектов от возможных террористических нападений. Если по той или иной причине один из бассейнов окажется безводным, оболочки недавно выгруженных из реактора сборок могут загореться, выделяя летучие продукты атомного распада, в том числе опаснейший цезий-137. В случае

распространения пожара на уже хранящиеся там сборки загрязнение среды превзойдет Чернобыльскую катастрофу. Министерство обороны США, потратившее на изучение проблемы и на эксперименты, связанные с хранением ОЯТ, 4 млрд долл. и 36 млн человеко-часов времени в течение более 20 лет, намерены были обратиться к правительству за получением лицензии на ввод в строй хранилища под горой Юкка в Неваде.

В европейских странах опасаются, что, построив у себя хранилища, они окажутся обязанными принять ядерные отходы из других государств Европейского Союза. Однако дирекция ЕС по ядерной безопасности при Европейской комиссии отвергла подобные опасения. Это несколько успокоило финнов, и парламент страны дал согласие на строительство подземного хранилища на о.Олкилуото, омываемом Ботническим заливом.

В Китае сейчас работает восемь атомных реакторов, а в 2005 г. вступят в строй еще три, что доведет годовую выработку электроэнергии до 9 тыс. МВт; к 2020 г. эта величина должна возрасти до 32 тыс. МВт. Проблема хранения отходов пока только изучается. Рассматривается возможность создания подземной лаборатории и хранилища, подобных шведским, на границе пустыни Гоби (северо-запад страны).

В России, по мнению специалистов как в стране, так и за рубежом, при её просторах, малой плотности населения и разнообразии геологических условий, существует немало мест, перспективных для хранения радионуклидов, в том числе и завозимых из других стран. Трудности состоят в неясных положениях закона. Кроме того, все еще существуют проблемы хранения и переработки ядерных материалов со списанных атомных подводных лодок.

Так или иначе, человечество уже приступило к практическому решению этих сложных проблем, неизбежно возникающих в связи с утолщением все возрастающего энергетического голода.

Science. 2004. V.303. №5655. P.161 (США).

Золотая медаль за «Физиологию»

Академик РАНН Ю.М.Лопухин

Осенью 2004 г. произошло событие, которое не осталось незамеченным научной общественностью, интересующейся физиологией. В издательстве «Академия» под редакцией двух профессоров — А.Г.Камкина и А.А.Каменского — вышел в свет учебник «Фундаментальная и клиническая физиология». Появление учебного пособия — явление ординарное, но только не этого. Подобного издания еще не было в нашей стране. Это не готовый учебник, написанный иностранными авторами и переведенный на русский язык, а заново созданная книга.

Андрей Глебович Камкин, имеющий значительный авторитет в научных кругах Европы и США, обратился к ряду выдающихся ученых мира, работающих многие годы в ведущих университетах, с просьбой представить для российского читателя разделы физиологии по собственной области исследований. И согласие было получено. В результате отечественная наука обогатилась книгой, наполненной как классическими представлениями по тому или иному вопросу, так и сведениями о новейших методах и достижениях в области физиологии за последние годы. На из-

ложении существа материала сказался огромный педагогический опыт авторов.

Физиология, будучи фундаментальной дисциплиной, вместе с анатомией и биохимией составляет теоретическую основу всей медицины. Именно поэтому учебник назван фундаментальным. Наряду с «чистой» физиологией он содержит достаточное и необходимое количество сведений по морфологии, биохимии, биофизике, молекулярной биологии. Благодаря такому сочетанию смежных дисциплин с основным курсом в книге удалось достаточно полно и на современном уровне изложить механизмы физиологических процессов. Все главы учебника построены по единому плану: вначале кратко описаны структуры (орган, ткань, клетка, молекулярный уровень), а затем — функции. Этот принципиально новый для нас подход дает возможность понять единство морфофункциональных взаимоотношений при изучении курса физиологии.

Учебник ориентирован не только на получение теоретических знаний, но имеет и клиническую направленность. Впервые в российском учебном пособии в каждом разделе кроме физиологической нормы приводятся примеры возможных поломок тех или иных механиз-



ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И КЛИНИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ / Под ред. А.Г.Камкина и А.А.Каменского.

М.: Академия, 2004. 1072 с.

© Лопухин Ю.М., 2005

мов, разбираются физиологические причины их возникновения. Совместное изложение теории и практики поможет студенту, не знающему еще клинических дисциплин, обратить внимание на наиболее важные моменты, которые вероятнее всего встретятся ему в дальнейшем.

Учебник состоит из 14 разделов и полностью отвечает программе изучения дисциплины «физиология», принятой для студентов — медиков и биологов — в высшей школе.

Книга начинается с раздела «Основы молекулярно-клеточной физиологии», написанного Артуром Вандером (Arthur Vander), Джеймсом Шерманом (James Sherman) и Дороти Лучано (Dorothy Luciano) — крупнейшими американскими учеными из Мичиганского университета. Исключительно быстрое развитие науки и технический прогресс XX в. требуют обязательного изложения физиологии с позиций молекулярной биологии, знаний биоорганической и физической химии, биофизики. Поэтому курс физиологии предварен общими сведениями о строении клетки, ее химическом составе, об основах клеточного метаболизма. Уделено также внимание биосинтезу белков и их активности, показана связь генетической информации с белковым синтезом. Простудировав этот раздел, читатель будет готов воспринять и усвоить материал следующих частей учебника.

Второй раздел книги — «Общая физиология возбудимых тканей» — написан первым титульным редактором. Надо сказать, что Андрей Глебович, заведующий кафедрой фундаментальной и прикладной физиологии Российского государственного медицинского университета (РГМУ), сам успел написать несколько книг на русском и английском языках и теперь стал автором раздела в задуманном им и осуществленном издании. В физиологии возбудимых тканей произошли, пожалуй, наи-

большие изменения за последние годы. Это объясняется, прежде всего, достижениями клеточной и молекулярной биологии, а также расширившимися возможностями экспериментальной электрофизиологии. В результате трудоемких исследований стали понятны многие закономерности функционирования отдельных структур на клеточном, субклеточном и молекулярном уровнях. Это позволило не только уточнить представления о механизмах работы отдельных клеток, но и объяснить ряд процессов, которые были известны ранее. В начале раздела рассматривается строение биологических мембран возбудимых клеток, описываются их физиологические свойства и требования к раздражителям, способным вызвать возбуждение. Особое место занимает глава, в которой приведены основы электротехники и биофизики. В учебнике физиологии это весьма оправдано, поскольку разного рода электронные приборы настолько широко вошли в повседневную практику врача и научного работника, что знание принципов работы современной техники действительно необходимо. Большое внимание уделено транспортным системам, обеспечивающим перенос через клеточную мембрану ионов, молекул и других веществ. Несмотря на их разнообразие, для проникновения соединений существуют, подчеркивает автор, только два принципиальных механизма — с помощью специфического переносчика и без него. Наличие большого количества иллюстраций помогает разобраться в сложных молекулярных механизмах активного транспорта натрия, калия и кальция — процессах, необходимых для нормального состояния клетки. Отдельная глава посвящена пассивному транспорту через ионные каналы с объяснением причин возникновения трансмембранного потенциала и указанием факторов,

на него влияющих. Очень подробно разбираются молекулярная организация и принципы работы ионных каналов. Крайне важно, что автор приводит современную классификацию и номенклатуру семейств и подсемейств ионных каналов, основанную на генетическом анализе, и сравнивает ее с известными ранее. Фундамент классификации, однако, составляет принцип, в котором главенствует механизм управления работой канала (этот механизм вошел в отечественную литературу как «воротный»; channel gating). Обсуждаются две группы ионных каналов — потенциалуправляемые и рецепторуправляемые, причем среди последних одни управляются лигандом, другие — механическим воздействием. Потенциалуправляемые каналы закрываются и открываются с помощью ворот, т.е. белковых структур внутри канала, при изменении величины мембранного потенциала клетки. Лигандуправляемые ионные каналы способны менять свою проводимость вследствие конформационных изменений белка канала, вызванных связыванием его рецептора со специфической молекулой — лигандом. На открытие или закрытие механочувствительных ионных каналов влияет натяжение мембраны, которое меняется при механическом воздействии на клетку. До сих пор российский читатель имел очень скудную информацию о структуре, функции, роли и значении механочувствительных каналов*.

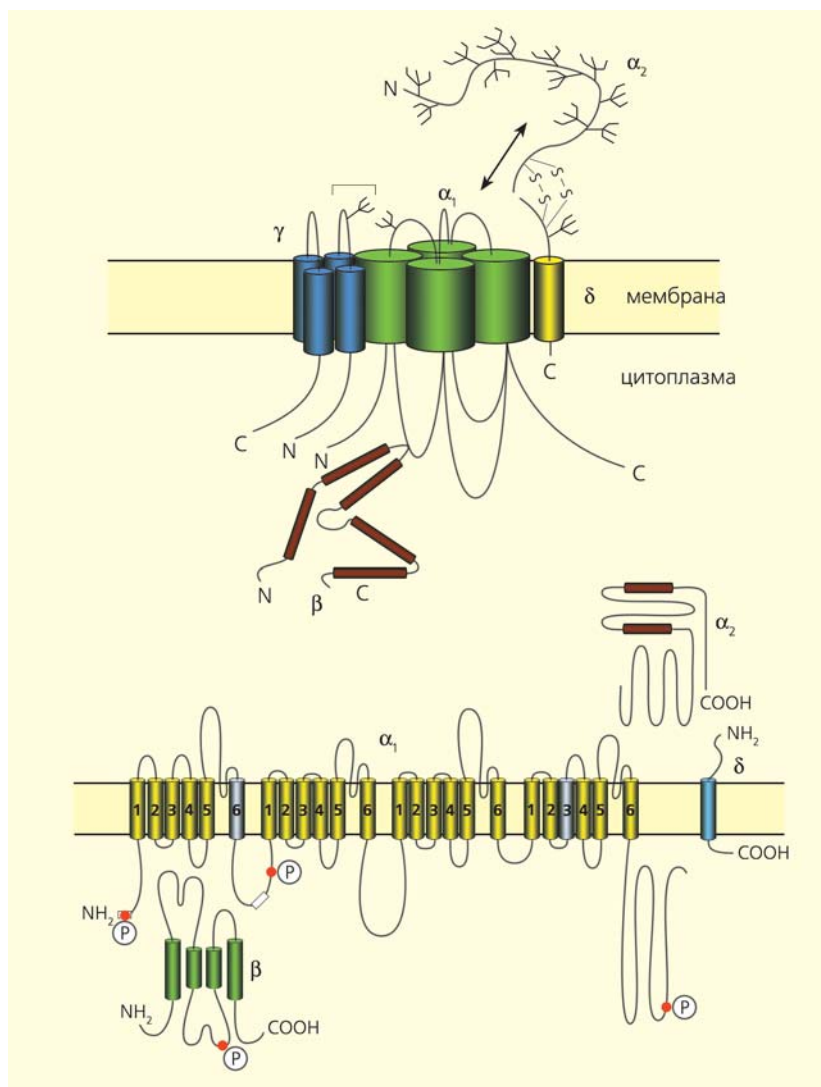
Механочувствительность — универсальное свойство, им обладают практически все клетки. Здесь оно впервые освещено довольно подробно. Становится ясно, что в преобразовании механического сигнала участвуют несколько компонентов клетки: белки клеточного цитоскелета, поверхностные протеины ин-

* О механочувствительных ионных каналах см.: Камкин А.Г., Киселева И.С., Ярыгин В.Н. Новый тип ионных каналов // Природа. 2002. №3. С.13—20.

тегрины и механосенситивные ионные каналы (МСК). Автор рассказывает, что наличие такого рода каналов связано с необходимостью для любой клетки противодействовать механическим раздражителям, чтобы сохранять свой объем и постоянство электролитного состава. Регуляция клеточного роста также требует специфической механовоспринимающей системы, которая определяет физические изменения размеров и формы клеток. Видимо, нельзя исключить, что нерегулируемый рост, характерный для раковых клеток, связан с поломкой такой механореагирующей системы.

Раздел «Проведение возбуждения между клетками» написан всемирно известным немецким ученым, профессором Райнером Клинке (Rainer Klinke). Здесь представлены последние достижения электрофизиологии, биохимии, молекулярной биологии и новейшая информация о способах электрической и химической передачи сигнала от одной клетки к другой. Электрическая передача осуществляется через высокопроницаемый контакт (gap junction) специфической молекулярной организации. Механизм химической передачи сигнала по сути своей представляет работу химического синапса с ее ионотропными и метаботропными рецепторами. В разделе детально изложены типы потенциалов, возникающих на постсинаптической мембране, и показаны механизмы их возникновения.

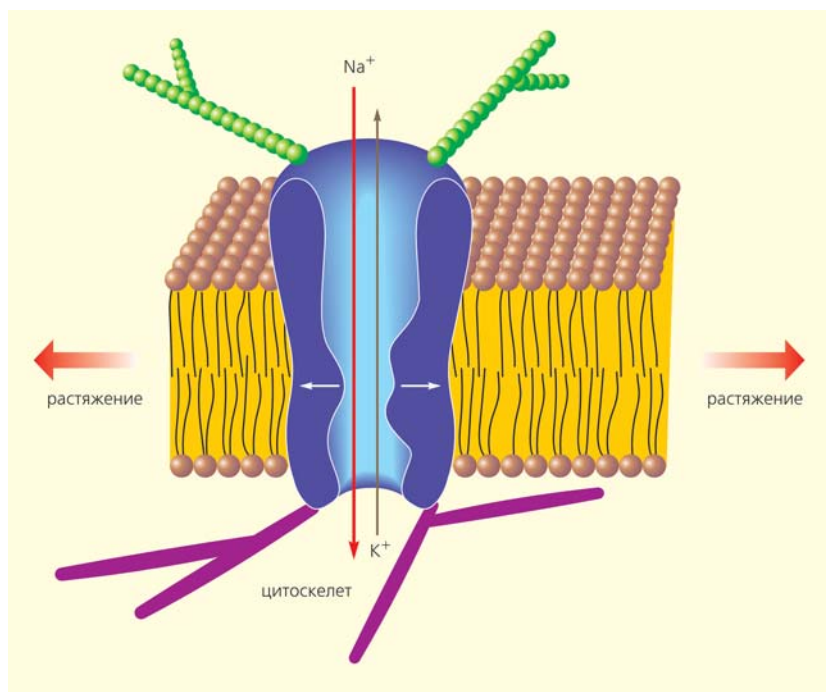
Следующий раздел — «Мембранные рецепторы, вторичные мессенджеры и пути передачи сигнала» — написан широко известным ученым и педагогом из Вирджинии профессором Говардом Катчэем (Howard S. Kutchai). В этом сравнительно новом разделе физиологии описаны этапы (каждый отдельно) от момента действия регуляторного (или сигнального) вещества на мембранный рецептор до окончательной ответной реакции клет-



Модель, отражающая взаимодействие субъединиц потенциал-управляемого кальциевого канала (вверху), и его доменная структура. Этот белок-канал построен из пяти субъединиц (α_1 , α_2 , β , γ и δ), три из которых — α_1 , γ и δ — прошивают плазматическую мембрану, причем их N- и C-концы расположены в цитоплазме. β -субъединица полностью находится в цитозольном пространстве, а α_2 -субъединица, взаимодействующая через S-S-мостики с δ -субъединицей, выступает над наружной стороной мембраны. Все субъединицы, за исключением δ , состоят из нескольких доменов, соединенных между собой петлями. В виде цилиндров изображены α -спиральные участки субъединиц; места фосфорилирования (P) аминокислотных остатков показаны красным цветом.

ки. Весь процесс воздействия включает: связывание сигнального вещества с мембранным рецептором; изменение активности клеточных белков — молекулярных переключателей; активацию внутриклеточных фер-

ментов; повышение или понижение внутриклеточного содержания вторичных посредников; изменение активности соответствующих протеинкиназ; изменение активности эффекторного фермента клетки или ее ион-



Модель механочувствительного ионного канала в клеточной мембране.

ных каналов. Последний этап и есть конечный ответ клетки.

«Физиология мышц», как и уже упомянутый раздел «Основы молекулярно-клеточной физиологии», представлен одним и тем же коллективом авторов и делится на две главы: физиологию скелетных и гладких мышц. Наряду с описанием структуры, возбуждения и электромеханического сопряжения, а также молекулярных механизмов сокращения здесь подробно изложена биомеханика мышц. В главе о скелетных мышцах отражены и классическое, и современное молекулярно-биологическое представления о механизме сокращения. Физиология гладких мышц дана значительно полнее, чем в известных учебниках. Здесь вместе с типами и особенностями гладкомышечной структуры изложены молекулярные механизмы активации плазматической мембраны и поперечных мостиков, приводящих к сокращению, и способы регуляции активности.

Самый большой по объему раздел — «Физиология нервной

системы» — написан выдающимся американским ученым из Техаса профессором Уильямом Уиллисом-младшим (William D. Willis, Jr.). Здесь содержатся современные сведения о молекулярных, биохимических, клеточных основах функционирования нервной системы, о взаимосвязи всех ее элементов, принципах топической диагностики неврологических заболеваний. Очень важно, что терминологические и клинические вопросы приведены в строгое соответствие с принятыми в нашей стране. Компонировка материала решена своеобразно: наряду с традиционным изложением структуры и функций периферической и центральной нервных систем даются главы по физиологии сенсорных систем. Значительное внимание уделено спинальной организации двигательной функции, управлению движениями различными структурами мозга. Отдельная глава посвящена физиологии автономной нервной системы. Содержание и построение представленного материала пол-

ностью соответствуют требованиям международных программ высшей школы по подготовке врачей, медицинских исследователей, биологов, а также отечественной программы дисциплины «физиология» по разделу «нейрофизиология».

Авторы раздела «Физиология сердечно-сосудистой системы» — крупнейшие американские профессора Роберт Берн (Robert M. Berne) и Метью Леви (Matthew N. Levy) из Вирджинии. Представленная ими информация позволяет воспринимать деятельность всей сердечно-сосудистой системы как единое целое. После краткого обзора функций системы кровообращения авторы подробно излагают деятельность каждого отдела. В результате читатель получает всесторонний и достаточно глубокий объем знаний о работе сердца и ее регуляции; об основах гемодинамики, артериальной системе как гидравлическом фильтре; микроциркуляции и лимфатической системе; о периферическом кровообращении и механизмах его регулирования. Читатель узнает также о взаимодействии центральных и периферических факторов, регулирующих кровообращение, и об особенностях кровотока в разных органах. Поскольку за последние годы более всего изменились представления об электрофизиологии сердца, то именно этим данным уделяется наибольшее внимание. С учетом самых новейших достижений разбираются ионные механизмы быстрых и медленных ответов клеток сердца. Анализируются химические и электрические силы, которыми обусловлено изменение мембранного потенциала во время разных фаз возбуждения; демонстрируется работа воротного механизма и обсуждается движение основных ионных токов в различные фазы потенциала действия для многих типов клеток. Подробно разбирается ионный механизм автоматии и факторы, на нее влияющие. Глава о сопряженной

работе сердца и кровеносных сосудов — новая по сравнению с отечественными учебниками. В ней отдельно описываются функциональные кривые сердца и сосудистой системы, в том числе в ответ на изменения сердечного выброса; дается математический анализ кривых. Кроме того, в этом разделе обсуждается ряд новых параметров, характеризующих работу сердечно-сосудистой системы, которые общеприняты в западных странах, но не описаны в отечественной литературе из-за отсутствия в стране новейшей диагностической аппаратуры. Большое достоинство этого раздела — глубокие и исчерпывающие данные о работе сердца и сосудов, необходимые как физиологу-теоретику, так и клиницисту-кардиологу.

Абсолютно новое направление в физиологии, которое обозначилось немногим более 10 лет, — учение о механоэлектрической обратной связи в сердце. Посвященный этому раздел написан российскими учеными профессорами Андреем Глебовичем Камкиным и Ириной Сергеевной Киселевой, одними из основоположников данного направления. Именно им впервые в мире удалось установить молекулярные и клеточные механизмы механоэлектрической обратной связи в сердце*. За огромный вклад в развитие этого направления Камкин и Киселева были избраны титульными редакторами Всемирного сборника научных работ «Mechanosensitivity in Cells and Tissues», который выходит в текущем году.

Механоэлектрическая обратная связь в сердце представляет собой механизм, обеспечивающий изменение электрических процессов или электрических свойств клетки при любых механических воздействиях, т.е. при деформации клетки. Для

* О механоэлектрической обратной связи см.: Камкин А.Г., Киселева И.С., Ярыгин В.Н. Фибрилляция, дефибрилляция... // Природа. 2002. №4. С.6—16.

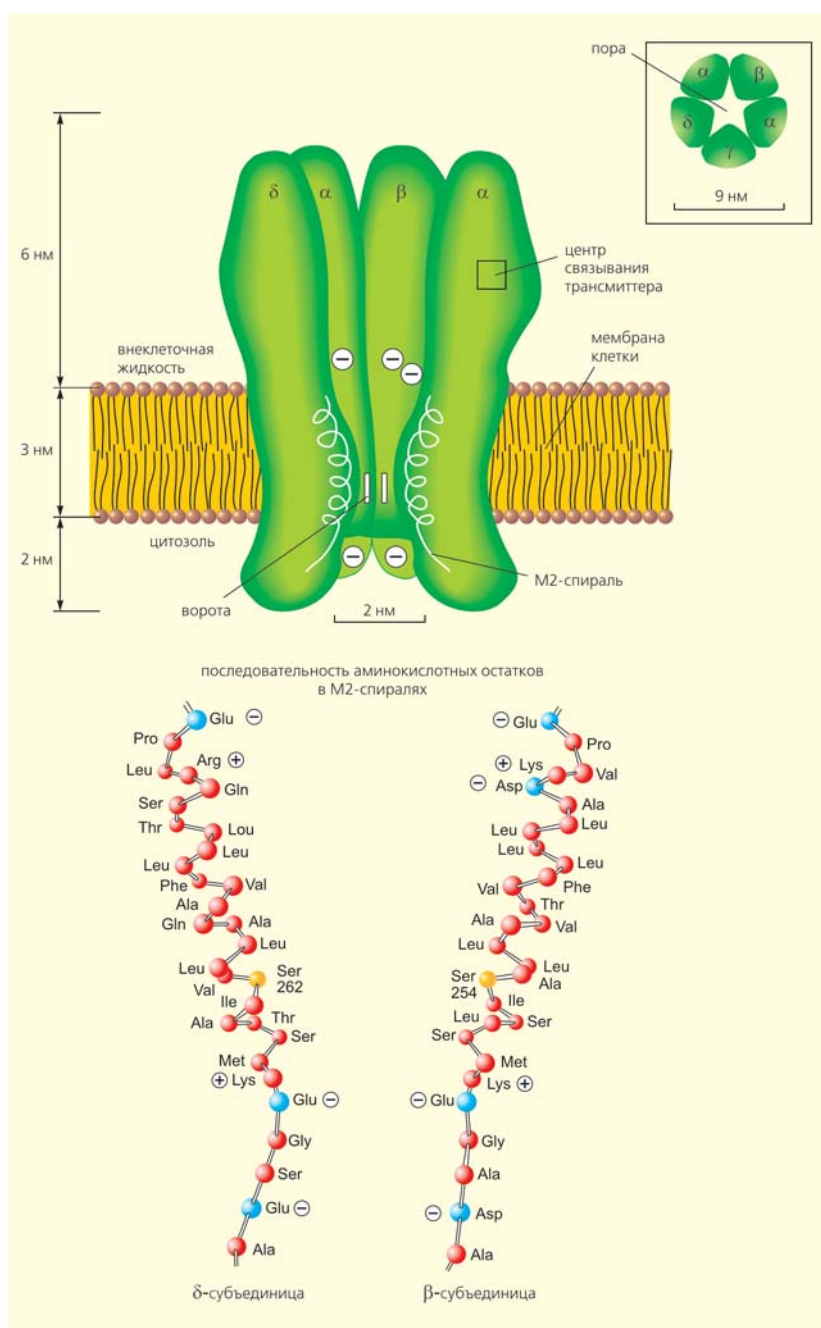


Схема расположения субъединиц никотинового ацетилхолинового рецептора (вверху) и аминокислотные последовательности M2 α -спирали в β - и δ -субъединицах. Из пяти субъединиц (в поперечном разрезе все они — α_1 , α_2 , β , γ , δ — показаны на врезке), образующих пору, изображены четыре, чтобы были видны участки M2, облицовывающие ионный канал, и ворота. Большая часть молекулы белка выходит за внешнюю поверхность плазматической мембраны; каждая α -субъединица содержит связывающий центр для ацетилхолина. Ворота, находящиеся в пределах поры, открываются при связывании ацетилхолина с белком-рецептором. Отрицательно заряженные остатки глутаминовой и аспарагиновой аминокислот (выделены синим цветом) присутствуют в обоих концах M2-спиралей, т.е. с двух сторон поры, благодаря чему предотвращается вход анионов, а катионы Na^+ и K^+ могут быть связаны в канале.

кардиомиоцита это может выражаться в «незапланированной» деполяризации мембраны и изменении таких параметров, как длительность и форма потенциала действия, возбудимость клетки, длительность фаз рефрактерности, скорость проведения возбуждения. Результатом могут быть одиночные и групповые экстрасистолы, другие нарушения ритма, может возникнуть даже самое грозное осложнение — фибрилляция желудочков сердца. Этот материал, изложенный на базе научных работ прежде всего Камкина и Киселевой, уже обсуждается в ряде последних изданий зарубежных учебников, однако в нашей стране он впервые представлен в качестве раздела физиологии.

«Физиология крови», включающая также иммунную защиту, написана выдающимся ученым и педагогом Кристианом Бауэром (Christian Bauer), профессором из Швейцарии. Он основное внимание уделил структуре и функциям форменных элементов крови, вопросам, связанным с ее переливанием, разобрал механизмы остановки кровотечения и заживления ран. Очень удачно и органично сюда вошел текст, дающий общее представление об иммунной системе, написанный в виде расширенного примечания рецензентом профессором Л.В.Ковальчуком.

Автор двух следующих разделов — «Физиология дыхания» и «Кислотно-щелочное равновесие» — германский профессор Петер Шейд (Peter Scheid). Этот крупнейший специалист в области физиологии дыхания излагает тему не совсем привычно для русского читателя, уделяя значительное внимание физике газа, количественным различиям дыхательных объемов в зависимости от физических параметров условий, в которых производятся измерения. В разделе дается сравнительная характеристика гемодинамических показателей малого и большого кругов кровообращения, а также

нормальные величины, характеризующие внешнее дыхание, газообмен, транспортную функцию крови. Подробно разбираются вентиляционно-перфузионные взаимоотношения и обсуждаются влияющие на них факторы. Касаясь тканевого дыхания, автор рассматривает не только механизмы диффузии, но и возможные нарушения в обеспечении тканей кислородом, а также следствия нарушений. Раздел заканчивается прикладными вопросами, которые интересны даже неспециалисту. Например, как правильно дышать обычному пловцу и тому, кто ныряет под воду с трубкой или профессиональным аквалангом; какие газовые смеси и почему предпочтительны для разных глубин. И все это — на основе биофизических и физиологических механизмов. Раздел мог бы служить самостоятельным учебником не только для аквалангистов, но и для альпинистов, поскольку излагаются процессы, происходящие при подъеме на разные высоты.

В теме «Кислотно-щелочное равновесие» сначала дается общее представление о буферных системах, а затем — особенности каждой из них. Кроме того, на высоком профессиональном уровне анализируются ответные реакции организма на первичный сдвиг кислотно-щелочного равновесия, возникший в результате респираторных и нереспираторных нарушений, указываются пути компенсации.

«Эндокринная система» представлена в учебнике широко известным специалистом из Германии профессором Карлхайнцем Вогтом (Karlheinz Voigt). Эндокринная система занимает особое место в организме, поскольку она наряду с нервной системой обеспечивает взаимосвязь отдельных органов и формирование организма как единого целого. Гормоны рассматриваются как сигнальные вещества, способные передавать информацию, а следовательно, запускать, изменять или

подавлять ту или иную функцию клетки. Автор детально излагает механизмы синтеза гормонов, проследив путь от гена, обсуждает способы транспорта, механизмы передачи и взаимодействия их с эффектором. Не менее подробно показывает эффекты действия гормонов в норме, при их гиперфункции и недостаточной продукции. Работа каждой железы внутренней секреции рассматривается не изолированно, а в тесном единстве с другими. В разделе содержится много таблиц с количественными показателями уровня гормонов, а также схем, иллюстрирующих механизм работы каждой эндокринной железы, пути ее регуляции и возможные взаимодействия.

«Физиология почек» написана профессором из Германии Стефаном Зильбернаглем (Stefan Silbernagl), признанным авторитетом в этой области. Общие сведения касаются структуры почки, почечного кровообращения, процесса мочеобразования и методов исследования функций почек. В отдельных главах даны молекулярные и клеточные механизмы гломерулярной фильтрации, реабсорбции и секреции. Автору в доступной форме удалось продемонстрировать удивительно тонкое «распределение труда» в отдельных частях нефрона и дать представление о функциональном назначении каждого микроскопического участка.

Раздел «Физиология пищеварения» написан коллективом авторов из Австралии: Джоном Янгом (John A. Young), Дэвидом Куком (David Cook), Дженифер Лингард (Jennifer Lingard), Эрнстом ван Леннепом (Ernst W. van Lennep) и Эриком Уегманом (Eric A. Wegman). Здесь довольно компактно — в виде схем и кратких пояснений — приведены все основные механизмы секреции и всасывания, а также разобраны механизмы моторной деятельности желудочно-кишечного тракта. Именно современное представление клеточных меха-

низмов переваривания пищи ценно и для отечественных клиницистов, и для рядового студента.

Цветные схематические рисунки и фотографии гистологических срезов, которыми изобилует весь учебник, помогают создать зрительное представление о физиологических, а в ряде случаев и о патологических механизмах. Подписи под рисунками имеют самостоятельное значение: разъясняя основную идею, они тем самым помогают лучше понять и усвоить сложные детали. Этот новый методический прием не был характерен ранее для учебников, изданных в России. При воспроизведении экспериментальных кривых, как правило, дается схематичное изображение того метода, с помощью которого результат получен.

К положительным сторонам следует отнести построение каждого раздела: оно начинается с описания рассматриваемых в нем ключевых вопросов, а затем уже детально излагается материал. В конце каждой главы имеется резюме и обязательный список специально сформулированных контрольных вопросов для самопроверки. Все это способствует лучшему пониманию и усвоению материала, а при необходимости и самостоятельному изучению.

Перевод книги выполнен квалифицированными переводчиками, а редакторы и рецензенты, будучи крупнейшими российскими учеными, приложили максимум усилий, чтобы адаптировать материал к требованиям, принятым в России. Существенный вклад в качество перевода внесли консультанты Физиологических обществ Великобритании и Германии: профессор Макс Леб (Max J.Lab) и доктор медицины Рудольф

Шуберт (Rudolf Schubert) соответственно. В результате получился прекрасный перевод и хо-роший стиль изложения.

Огромную работу проделали научные редакторы учебника — профессора И.С.Киселева и И.Н.Дьяконова, а скорректировали отдельные вопросы рецензенты: академики и члены-корреспонденты РАН и РАМН Арчаков А.И., Банин В.В., Владимир Ю.А., Ковальчук Л.В., Мазо Е.Б., Розенштраух Л.В., Романов Ю.А., Середенин С.Б., Скворцова В.И., Ткачук В.А., профессора Дьяченко А.И., Киришук С.И., Кузьменко Н.Е., Лопина О.Д., Онищенко Г.Е., Павлов Б.Н., Смирнова О.В.

Разные тексты учебника даны в цветном исполнении, что позволяет сократить время поиска интересующего материала и повысить эффективность его восприятия. Так, на белом фоне представлен общетеоретический текст, на голубом — необходимый для студентов, получающих более детальное биологическое или биофизическое образование, а на розовом — патофизиологические или клинические комментарии по определенным проблемам физиологии.

Весь основной материал учебника еще до его издания в течение нескольких лет апробировался в учебном процессе на кафедре фундаментальной и прикладной физиологии РГМУ. Там же и на кафедре физиологии человека и животных МГУ прошел успешные «испытания» в 2004—2005 учебном году уже вышедший в свет учебник. Его использовали и преподаватели ряда медицинских университетов страны при подготовке к занятиям.

Прочитав эту книгу, понимаешь, что физиология — наука динамичная и быстро развивающаяся, поскольку за послед-

ние годы появилось много новых сведений, существенно изменились взгляды на механизмы ряда физиологических процессов. Сегодня без знания основ физики, химии, молекулярной биологии и, конечно, современной физиологии будущий врач не сможет по-настоящему овладеть своей специальностью, стать профессионалом. По существу, это единственный учебник, изданный в России, в котором новый, современный уровень физиологии сочетается с классическими представлениями. Уже сейчас благодаря учебнику значительно повысилась эффективность обучения студентов не только физиологии человека, но и медико-биологическим и клиническим дисциплинам, что в целом поможет формированию творчески мыслящего, квалифицированного и широко образованного врача-исследователя, работающего в 21-м столетии.

По этому учебнику должны изучать физиологию все студенты — медики и биологи — в России. Он, безусловно, будет полезен и преподавателям физиологии, поскольку многие изложенные в нем сведения имеются только в оригинальной специальной литературе и требуют для их изучения по крайней мере хорошего знания английского и немецкого языков. Характерно, что этот учебник уже сейчас лежит на столах не только многих физиологов, но и врачей различных профилей. Можно только приветствовать выпуск издания, столь уникального и столь необходимого для развития отечественной физиологии. И не случайно в 2004 г. учебник был удостоен Золотой медали Российской Федерации на конкурсе «Профессиональный учебник», а в 2005 г. — престижной премии Серебряная лира. ■

Экология. Лесоведение

Е.Н.Иерусалимов. ЗООГЕННАЯ ДЕФОЛИАЦИЯ И ЛЕСНОЕ СООБЩЕСТВО. Отв. ред. Г.В.Линдеман. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2004. 263 с.

По мере развития лесного хозяйства на Земле лесоводы все чаще и чаще сталкиваются с потерями, вызванными массовым размножением филлофагов, которое производит впечатление регулярно повторяющейся катастрофы.

Эта периодичность выражена нечетко, и наступление очередной вспышки точно предсказать нельзя. Обычно совершенно неожиданно в кронах лесных насаждений резко увеличивается численность одного или нескольких видов насекомых, питающихся хвоей или листвой. Чаще всего в зоне умеренного климата это личинки некоторых видов бабочек или пилильщиков. Произведя существенные опустошения, они исчезают, превращаются во взрослых насекомых, те снова откладывают яйца, и опять появляются прожорливые личинки. В лесной, лесостепной и в небольших, но очень важных для хозяйства лесах степной зоны такие массовые размножения повторяются довольно часто и наносят большой ущерб.

В книге рассматриваются последствия повреждения деревьев в очагах массового размножения лесных филлофагов. Приводятся результаты многолетних исследований, которые показывают, как влияют подобные повреждения на физиологические процессы у древесных растений, на микроклимат и на ценоотические отношения в лесном сообществе. Описаны компенсационные процессы у поврежденных деревьев и в насаждениях, позволяющие сохранить необходимый

уровень продуктивности лесного сообщества. Предложены также пределы допустимой степени повреждения.

Биология

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИНВАЗИИ В ВОДНЫХ И НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ. Под ред. акад. А.Ф.Алимова и Н.Г.Богуцкой. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2004. 436 с.

В XX в. инвазии различных организмов стали причиной изменения границ биогеографических областей. Инвазии как плата за гидростроительство, туризм, звероводство, спортивный лов и охоту признаны одним из ведущих факторов трансформации природных экосистем.

Изучение основных закономерностей расширения ареала видами животных имеет богатую историю, начало которой на территории Российской империи было положено экспедициями Императорского зоологического музея.

Книга обобщает многолетние результаты работ Зоологического института РАН и его партнеров в области изучения биоразнообразия, формирующегося в водных и наземных экосистемах под влиянием чужеродных видов. На современном уровне проанализирована и систематизирована терминология, характеризующая предмет и различные аспекты инвазионной биологии, дано общее представление о биологических инвазиях как частном случае расселения организмов и оценены масштабы этого явления. Описаны основные причины и закономерности антропогенного расселения видов в сравнении с естественным на примере конкретных видов животных и надвидовых таксонов в конкретных водных и наземных экосистемах. Особенное внимание уделено значению

видов-вселенцев в формировании фаун и флор, влиянию на структурно-функциональные характеристики экосистем. Показаны возможности применения информационных технологий в изучении чужеродных видов.

История науки

Г.Е.Горелик. АНДРЕЙ САХАРОВ. НАУКА И СВОБОДА. М.: Вагриус, 2004. 367 с.

Эта книга — первая биография «отца советской водородной бомбы» и первого русского лауреата Нобелевской премии мира. В ее основе лежат уникальные, недавно рассекреченные архивные документы и около 50 интервью историка науки Г.Е.Горелика с людьми, лично знавшими А.Д.Сахарова еще студентом, затем — выдающимся физиком и, наконец, опальным правозащитником.

Андрей Дмитриевич жил в эпоху советской цивилизации с ее разительными контрастами: первый спутник в космосе, высоты художественного творчества — и подавление свободы. Чудом на фоне сталинской эпохи была научная школа, в которой Сахаров начал свой путь в физике. Его жизнь разворачивалась на фоне ядерной алхимии, вышедшей из научных журналов на первые страницы мировых газет.

В книге даны ответы на глобальные вопросы. Как и почему главный теоретик советского термоядерного оружия превратился в защитника прав человека? Была ли водородная бомба создана отечественными физиками самостоятельно или при помощи разведки? Что общего между симметрией бабочки и асимметрией Вселенной? Как Сахаров смотрел на свою судьбу и что думал о соотношении научного мышления и религиозного чувства?

Несколько жизней «Калипсо»

Р.Чарлиер

Свободный университет Брюсселя (Бельгия)

К.Аксельрод-Чарлиер

г.Туксон (штат Аризона, США)

Мало кто знает, что знаменитое океанографическое судно еще более знаменитого командора Жака-Ива Кусто (1910—1997) нынче ржавеет в старинном порту Ла-Рошель во Франции. В своей первой жизни «Калипсо» была минным тральщиком, во второй — пассажирским паромом, в третьей — исследовательским судном, странствующим по ближним и дальним морям, в четвертой — звездой кино и телевидения. Суждена ли ей еще одна, пятая жизнь? Судно медленно умирает уже более семи лет, ожидая спасителя.

Одному из авторов этой статьи (Р.Чарлиеру — местоимение «я» в тексте относится именно к нему) приходилось встречаться с Кусто и даже ходить на «Калипсо». Но интерес к истории океанографии у нас общий, вот почему мы предприняли попытку проследить судьбу «Калипсо» на фоне некоторых эпизодов из жизни командора. Впрочем, эти заметки вовсе не претендуют на роль биографии знаменитого исследователя и оценки его достижений.

Итак, «Калипсо».

Имя этого судна мифично: Калипсо — это персонаж греческой мифологии*. На наш

* Калипсо — это также музыкальный стиль Карибских о-вов и название народного оркестра, играющего такую музыку. Кроме того, так названо одно из небесных тел.

© Чарлиер Р., Аксельрод-Чарлиер К., 2005



Ржавеющая «Калипсо» в порту Ла-Рошели (Франция).

взгляд, оно выбрано на редкость удачно. Нимфа Калипсо, дочь титана Атласа, часто изображаемого держащим на своих плечах небесный свод, жила на острове Огигия (в некоторых источниках ее называют царицей этого острова), где, согласно Гомеру, потерпел кораблекрушение великий скиталец, которого римляне называли Улиссом, а греки Одиссеем; Калипсо удерживала его на своем острове семь лет. Она всевозможными уловками пыталась убедить его остаться с ней и предлагала бессмертие, но Одиссей предпочел продолжить плавание. Думается, что в названии судна содержится намек, что оно будет вечно бороздить Мировой океан.

Невероятные истории в изобилии сопутствовали жизни и карьере Кусто и, тем самым, его «второму я» в глазах публики — судну «Калипсо». Что из всего этого правда, а что вымысел — понять трудно, поскольку лукавый капитан сумел мастерски переплести свою жизнь с жизнью своего судна и позволил этим сказкам стать полуправдами, а бль претворить в легенды.

Возьмем, например, историю об его экспедиции на оз.Титикака на высокогорном плато в Южной Америке. Кусто или его помощники утверждали, что в глубинах этого озера обитают «гигантские черепахи». Поиск продолжался, время уходило, но ни одна черепаха не сооблаговостила

показаться; расходы росли, угрожая превысить отведенный бюджет. Зная об упрямстве и несговорчивости этих явно избегающих общения тварей, Кусто приказал выпустить в озеро нескольких привезенных издалека черепах и заснять их. Правда это или нет? Поклонники капитана гневно отвергают эту историю как клевету, очернители — и среди них бывшие сотрудники — клянутся, что так оно и было.

Другую небылицу опровергали официально — в коммюнике Фонда Кусто [1] и сам Кусто в своей книге [2]. Любители старинных карт наверняка видели на них изображения ужасных чудовищ, вынырывающих из глубин, оплетающих своими щупальцами корабли и пытающихся утащить их на дно. Якобы одно из них видели французские военные моряки, база которых расположена на территории крохотной Республики Джибути. Чудище, по их словам, обитает в водах Губэ — залива вблизи от Джибути, соединенного узким проходом с Красным морем. Команда «Калипсо», побывавшая в этих водах, будто бы не только видела чудище, но и засняла его на пленку, тщательно засекретив свое открытие.

Тайны окружают и приобретение «Калипсо» «командором Кусто». Одну из версий я услышал во время исследований, которые проводил с группой ныне покойного Ж.Буркарта — профессора естественного факультета Сорбонны и директора океанографической станции Вилле Форж, расположенной в бывших верфях Королевства Сардинии в Виллефранш-сюр-Мер рядом с Монако, примерно в 5 км к востоку от Ниццы. Она состояла в том, что в самом конце Второй мировой войны или сразу после нее Кусто участвовал в совещании о дележе трофейных и брошенных военно-морских судов вместе с рядом весьма высокопоставленных офицеров военно-морских сил Великобритании. Соперничество, не говоря уже о взаимной неприязни, меж-

ду британскими (особенно английскими) и французскими морскими офицерами столь же традиционно, как и красный помпон на берете французских военных моряков. Кусто на этом совещании просил дать ему шанс показать, на что годны эти суда (показать фигу этим самонадеянным англичанам, утереть им нос — вот, наверно, более точное описание его намерений). Эксперты Его Величества утверждали, что эти «корыта» более не годятся для мореплавания, а их ремонт себя не окупит. Кусто с ними не соглашался. Возможно, раздраженный язвительными замечаниями французского офицера Королевского флота захотел проучить нахала и предложил держать пари.

— Пари на что? — тут же вскинулся Кусто.

— Если вы переплывете на ней Пролив, она ваша.

Ударили по рукам.

С бесстрашной командой на борту корабль, предназначенный на слом, добрался до французского побережья и был отремонтирован в доке ВМС. Конечно, тут же возник «небольшой» вопрос: кто оплатит счета за ремонт судна и обеспечит дальнейшие расходы на его содержание?

Французские фирмы жаждали доступа на процветавший океанографический рынок и стремились доказать высокое качество и эффективность разработанных ими приборов. Кусто уговорил их пополнить своими взносами те деньги, которые он собрал понемногу из разных источников и сумел вытрясти из французского правительства, но, что еще лучше, предложил им бесплатно испытать свое оборудование на борту «Калипсо» в течение, скажем, полугода. Бизнесмены приняли это предложение, и целый клад навигационных и океанографических приборов был смонтирован на борту. Когда рейс был завершен и шесть месяцев или около того истекли, они могли потребовать вернуть свои приборы и оборудование. Кусто был готов сдер-

жать свое обещание, но заметил, что демонтаж оборудования должен производиться за счет предоставивших его фирм, и все повреждения и изменения, возникшие в связи с демонтажом, тоже должны оплачиваться фирмами. Вот так это оборудование, возможно, не совсем добровольно, было «подарено» Кусто. «Калипсо» стала одним из самых хорошо оборудованных океанографических судов того времени и начала свою научную карьеру в 1950 г.

Если история с оснащением судна кажется вполне достоверной, то байка о пари с англичанами опровергалась уже не раз. Судно было американской постройки (из орегонского дерева) и стало затем британским минным тральщиком, а в послевоенное время — паромом на Мальте. Там, в Ла-Валетте, его впервые увидел Кусто, а купил судно британский миллиардер и меценат Лоел Гиннес — производитель прославленного пива, — который заплатил за его ремонт и предоставил в пользование (как выясняется, в аренду) Кусто за символическую плату в один франк.

Длина судна около 42,5 м, оно оснащено двумя двигателями мощностью по 500 л.с. Судно подверглось нескольким переделкам и в одном из последних вариантов было оборудовано трехтонным гидравлическим краном и кормовой лебедкой, а в кормовой части была устроена площадка для хранения «ныряющего блюда» Кусто или же двух одноместных подводных аппаратов, способных погружаться почти на 500 м. В средней части судна была оборудована фотолаборатория, в носовой — научная лаборатория и камера для подводных наблюдений.

Жизнь на «Калипсо»

В ту пору уже университетский профессор с докторской степенью, я поддался на уговоры уже упомянутого Буркарта на два

года оставить свой пост и переключиться с географии и геологии на океанографические исследования (благодаря этому совету я получил свою вторую докторскую степень). Чтобы дополнить свои знания о суше, обучаясь наукам о море, я записался в Парижский университет, став еще одним из 130 тыс. студентов. Морскую практику проходил в памятном рейсе «Калипсо», где наслаждался изысканной кухней, отборными винами, коллекцией фильмов с Фернанделем и работал столь же усердно, как мне уже приходилось прежде на военной службе.

Личный состав судна включал довольно многочисленную команду моряков и около дюжины ученых. Рейс чуть было не сорвался: Франция шумно протестовала против возвращения к власти Шарля де Голля, Корсика же фактически взбунтовалась против правительственных чиновников Четвертой Республики и поклялась в верности де Голлю. Кусто не был поклонником генерала и разрешил «Калипсо» выйти в рейс лишь при условии, что судно не будет швартоваться где-либо на Корсике, так что нам не удалось взглянуть на этот прекрасный остров и вместо этого пришлось две недели торчать на борту.

Неуклонно соблюдавшееся правило жизни на «Калипсо» состояло в том, что на капитанском мостике всегда должны были находиться не менее двух человек. Каждый (и каждая) из нас должны были держать вахту у штурвала или следить за экраном сонара. Моя вахта пришлась на особенно беспокойную погоду. Даже кок, Ж.Морган, который казался человеком из железа, перегнулся через борт, делясь последним непереваренным обедом с обитателями глубин. Я вскарабкался на мостик. Судно было остановлено для проведения каких-то измерений и болталось на волнах, как пробка в кастрюле с супом, перемешиваемом шеф-поваром. Моряк за штурвалом был сед, я же довольно-таки зе-



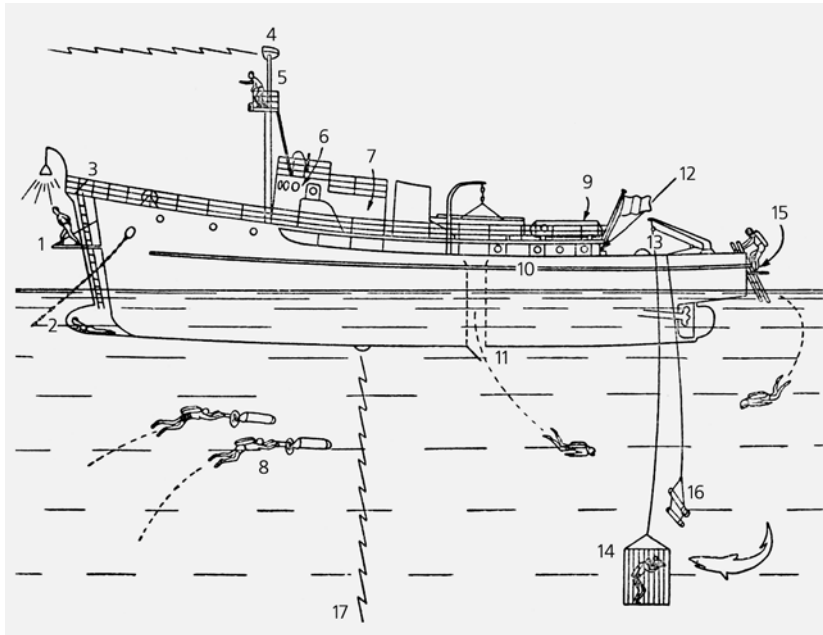
«Калипсо» во время одной из экспедиций.

лен. Мы даже не разговаривали. Каждый из нас время от времени выходил на край мостика немного подышать воздухом, увы, жарким и влажным, и попытаться освободить свой желудок от пищи, которой там больше не было. Проворчав: «Я иду в нос, — так на морском жаргоне назывался душ, — скоро вернусь», этот моряк ушел, оставив меня одного на мостике, и больше не появился. И тут мне пришлось пережить самый сильный испуг в моей жизни. Внезапно двигатели вновь запустились, и мы поползли вперед, проводя измерения по мере продвижения в ночном мраке; все огни были включены, и на мачте был отлично видна океанографическая будка. Вдруг, откуда ни возьмись, британское пассажирское судно, нарушая все правила мореходства (дающие абсолютный приоритет океанографическим судам), вынырнуло нам наперерез перед носом «Калипсо», не обращая ни малейшего внимания на отчаянные свистки наших сирен. Позже мне рассказали, что это был туристский лайнер Тихоокеанско-Восточной пароходной компании. К перекрученному желудку добавились сердцебиение и жуткая головная боль, и я позорно бежал, бросив штурвал, и плюхнул-

ся на свою койку, так и не узнав, как судно продвинулось вперед с опустевшим мостиком.

А впервые я увидел Кусто и «Калипсо» в Монако, и когда меня представили ему как американца, он сразу поинтересовался, с какой крупной компанией или университетом я связан, но отвернулся от меня, как от дохлой рыбы, услышав, что я стажер-практикант. Я не заслужил ни экскурсии у побережья Монако, устроенной для участников конгресса на «Калипсо», ни банкета и был направлен на судно «Винеретта Зингер», где не предлагалось ни закусок, ни напитков.

«Калипсо» вновь промелькнула на моем горизонте уже в новом столетии. Один из ее капитанов (скиперов) по прозвищу «Калипсо Клименте» вернулся на свою родину, в Мексику, и открыл в Акапулько, в центре модного пляжа, пункт проката снаряжения для подводного плавания. Мы обнялись, и он пригласил меня в свою уютную гостиную. Когда я спросил бывшего капитана, что случилось с его судном, этот морской волк лишь пожал плечами и усмехнулся: «Ржавеет где-нибудь, наверное». Как оказалось впоследствии, он был прав.



Схематическое изображение «Калипсо», относящееся к 1956 г.

- 1 — гарпунерская площадка, 2 — подводная наблюдательная кабина, 3 — вход в кабину для подводных наблюдений, 4 — антенна радара, 5 — высокий наблюдательный мостик, 6 — рулевая рубка, 7 — штурманская рубка, 8 — подводные скутера, 9 — декомпрессионная камера, 10 — дежурное помещение водолазов, 11 — водолазный колодец, 12 — подача сжатого воздуха, 13 — лебедка, 14 — акулоубежище и кинооператор, 15 — подъемная водолазная площадка и трап, 16 — глубоководная съемочная камера с электронной вспышкой, 17 — ультразвуковой луч.

Образ «Калипсо»

Однажды мы запросили фотоснимок прославленного судна для использования в написанной нами научной книге и получили в ответ бланк официального требования, который предлагалось заполнить и вернуть вместе с чеком на 250 долл. Мой соавтор нашел французского друга, который однажды сфотографировал судно, находясь в отпуске, и бесплатно прислал нам этот снимок. Забота об охране авторских прав на этот образ по-прежнему не дает покоя Франкин Кусто — второй жене и наследнице Кусто. Вспомним, что и при такой коммерциализации образа судна его несколько лет гоняли туда-сюда из порта в порт.

«Калипсо» вместе с Кусто несколько раз круто меняли поле деятельности. Однажды ко-

мандор сделался пылким защитником окружающей среды и заявил, что из-за промышленного загрязнения и чрезмерного рыболовства, по его оценке, океанские экосистемы уже разрушены на 40%, что вызвало скандал в научных кругах. На основании 35 лет наблюдений Кусто пришел к выводу, что распространность коралловых рифов уменьшилась наполовину, некоторые виды рыб близки к вымиранию, донная фауна находится под угрозой и сильно нарушена. Вряд ли эти преувеличенные оценки ущерба соответствовали действительности, но «Калипсо» и ее хозяин внесли существенный вклад в озабоченность общественности вопросами охраны среды обитания. Люди, зачарованно смотрящие телепередачи, обеспокоились этими вопросами скорее благодаря кар-

тинкам. Кусто также привлек «Калипсо» к попытке разгадать тайну Атлантиды, хотя к тому времени, когда судно вступило в драку, уже получила всеобщее признание та точка зрения, что из множества выдвинутых гипотез именно о Санторин был тем «затонувшим материком», о котором написал Платон, и цивилизация, разрушенная этим катаклизмом, — это минойская культура.

Последний раз я встречался с Кусто — к тому времени членом престижной Французской академии, — когда Свободный университет Брюсселя присвоил ему звание почетного доктора. Впоследствии была даже основана кафедра им. Кусто, увы, так и не получившая финансирования. Амбициозные планы, отраженные в этом наименовании, по сей день остались на бумаге. Герой дня все еще был в отличной форме. Если на собраниях во Французской академии наук он появлялся в академической мантии, то на церемонии в Брюсселе отказался облачиться в это одеяние и вышел на сцену в свитере, джинсах и кроссовках. Жак-Ив Кусто, военный моряк, овладел американской техникой создания образа, публичной саморекламы и манипуляции прессой столь мастерски, как мало кому из ученых когда-либо удавалось. Командир Кусто, хоть и был француз, в юности учился в американской школе и своих детей от первого брака тоже отправил в школы США. Оба его сына от первой жены Симоны пошли по его стопам. Старший, Филипп Кусто, аквалангист и писатель, которому сулили яркое будущее в морских исследованиях и журналистике, погиб при катастрофе вертолета во Флориде, изучая ламантинов; младший Жан-Мишель, менее знаменитый участник плаваний на «Калипсо», стал инженером-кораблестроителем, занимался проектом переоборудования бывшего пассажирского лайнера «Куин Мэри» в плавучий отель и музей,

стоящий на якоре в Лонг-Бич, Калифорния, а ныне занимается в США образовательными проектами в области биологии моря. Однако он недавно вновь появился перед французской публикой, и именно в связи с «будущим» «Калипсо».

Было бы упущением не упомянуть об университетских «кафедрах» им.Кусто в других местах, судьба которых сложилась более удачно, чем в Брюсселе. 29 сентября 2004 г. под эгидой ЮНЕСКО была создана самая новая из таких кафедр (экотехнологии) — это произошло в Университете Род-Айленд, который длительное время был лидером в океанографических исследованиях. Цель этого проекта — разработать устойчивые прибрежные экосистемы. Другой университетский проект осуществляется в Рутгерсовском Университете (Нью-Брунсуик, штат Нью-Джерси), где основан Национальный исследовательский заповедник эстуариев (им.Жака Кусто). Другие подобные кафедры были созданы начиная с 1993 г. в Аргентине, Бахрейне, Египте, Индии, Ливане, Молдавии, Румынии, Швеции и Вьетнаме.

Как бы то ни было на самом деле и какие бы мифы их ни окружали, Кусто и его сотрудники и горячо любимая ими «Калипсо», спасенная от превращения в кучу металлолома и получившая новую жизнь, внесли огромный вклад в развитие техники океанографических исследований и подводной фотографии и познакомили миллионы телезрителей с восхитительным миром океана. Кусто также участвовал в разработке и совершенствовании подводного обитаемого аппарата для изучения шельфа «Кон-Шельф», для которого «Калипсо» служила судноносителем. Никогда не упуская случая привлечь внимание прессы, Кусто добился публикации фотографии, на которой он пьет шампанское со своей женой Симоной в «Кон-Шельфе», отмечая их серебряную свадьбу на дне Красного моря, в попу-



«Ныряющее блюдо» с «Калипсо» на дне моря.

лярном иллюстрированном журнале «Нэшнл Джеографик». Симона управляла сувенирным киоском Океанографического музея в Монако и отвечала за материально-техническое обеспечение судна (обязанности старшины-рулевого), была горячо любима всем экипажем

«Калипсо»; ее с нежностью называли пастушкой. Брак Кусто закончился разводом, как некоторые говорили, из-за безвременной гибели их сына, а Кусто женился повторно; его второй женой стала Франкин. Симона Мельхиор Кусто умерла раньше Жака-Ива. «Кон-Шельф» был



Ж.-И.Кусто и известный советский океанолог А.А.Аксенов.

Фото из архива «Природы»

разработан командой Кусто в сотрудничестве с другими организациями. Последний раз мы видели его ржавеющим неподалеку от Океанографического музея Монако.

Об этом «подводном доме» Кусто Ф.П.Шефард из Института океанографии им.Скриппса, проведший в нем некоторое время, заявил, что он узнал больше за одно погружение в этом аппарате, чем могли бы дать годы исследований. Оборудованное водометными двигателями «ныряющее блюдо» оставалось под водой до четырех часов и погружалось на глубины до 330 м. Кусто сотрудничал с Ж.Молларом в разработке этого подводного аппарата, который часто путешествовал вместе с «Калипсо». В экспедициях на судне участвовали и другие известные ученые: Е.Кларк, например, изучая поведение животных в 1967 г., разглядывала косяки акул и даже организовала школу для акул, пытаясь их обучать.

Популяризация достижений

«Калипсо» стала знаменитой потому, что у Кусто был острый нюх на наиболее эффективные способы популяризировать свои достижения и извлекать из них прибыль, и нам ничуть не хочется упрекать его за это. В качестве директора Океанографического музея Монако (1957—1988) он сумел стряхнуть пыль с этого сонного учреждения, запустил в аквариум нескольких дельфинов и дал им запоминающиеся прозвища. Посетители выстраивались в очередь у входа в музей, чтобы полюбоваться подводными пейзажами и жизнью морских обитателей. И чтобы извлечь пользу из величественной панорамы, которой можно было наслаждаться с крыши здания музея, он пустил туда публику и открыл там кафе и бар с безалкогольными напитками.

В середине 60-х (1966) Кусто заключил контракт с американской компанией «Вольпер Продакшнз», снимавшей кинофильмы для Национального географического общества и фактически дававшей ему карт-бланш на съемки серии кинофильмов практически на любую тему по его выбору. С этого момента «Калипсо» то отправлялась искать неуловимую кистеперую рыбу латимерию, предположительно вымершую свыше 70 млн лет назад (но впоследствии выловленную живой), то гигантских кальмаров, то обломки каравелл Колумба, изучала акул (начиная с 1967 г.), раскрывала тайны затонувшего материка Атлантиды, посетила острова Клиппертон и Кларин, выходила в поход для борьбы за сохранение коралловых рифов и т.п. В конечном счете было снято 75 фильмов (хотя Э.Орсенна в своей хвалебной речи в честь Кусто во Французской академии сказал, что их было 100). Однако новое направление деятельности потребовало убрать с судна глубинные пробоотборники, лебедки и прочее научное снаряжение, в том числе лаборатории. Судно очистили от всякого научного барахла и заменили его тем, что было необходимо, чтобы снимать кинофильмы и заодно делать деньги. Ученые уступили свои места аквалангистам и кинооператорам.

Телевизионная программа, повествующая о плаваниях команды Кусто, в которой «Калипсо» стала одним из центральных персонажей, просуществовала с 1968 по 1976 г., но Кусто еще до того получил награду Академии за одночасовые кинофильмы «Мир без солнца» и «Золотая рыбка» (1960), тогда как фильм «В мире безмолвия» получил Золотую пальмовую ветвь Каннского кинофестиваля, Большой приз французского кино за фильмы для юношества и «Оскара». Команда «Калипсо» понимала, что получение доступа к миллионам телезрителей и распространение изображений и

комментариев — это привилегия, налагающая серьезные обязательства; «наука» об океане тогда редко удостоивалась внимания телевидения. Кусто воспользовался помощью одного из наиболее прославленных французских кинематографистов, Л.Малле, впоследствии безвременно скончавшегося от рака. Дети и взрослые по всему миру обычно прилипали к телевизорам, когда на экранах появлялось изображение плывущей по волнам «Калипсо».

И все же...

Кусто целиком поставил свое судно на службу нашей планете, жизнь на которой оказалась под угрозой. И ему удалось добиться некоторых успехов: например, он сумел остановить планы добычи полезных ископаемых в Антарктиде.

Глазам «Калипсо» предстало уникальное зрелище почти ненарушенных морских пейзажей, хотя находиться в специально оборудованной для этого в носу судна подводной наблюдательной камере при сильной качке было крайне опасно, даже лежа на матрасе из вспененной резины. Поэтому под носом судна была установлена дистанционно управляемая телекамера. Эта система оказалась полезной не только для производства развлекательных программ, но и для слежения за подводными аппаратами, выявления рифов и мелей, обломков кораблекрушений и затонувших кораблей, для наблюдения за поведением животных; стационарная камера не привлекает внимания животных, в отличие от человека или движущегося аппарата. Правда, смонтированная на судне камера — глаза «Калипсо» — неудобна и неэффективна для наблюдения на больших глубинах, и для этого были разработаны другие подходы.

«Калипсо» больше не занималась тралением мин и не пыталась разрешить загадки океанских глубин, но в своей новой жизни стала служить публике,

скорее развлекая ее, чем просвещающая и информируя.

Так прошла слава кинематографическая. А как обстоят дела теперь?

Камо грядеши, «Калипсо»?

Судно прошло свыше миллиона морских миль, но его киль, по мнению энтузиастов восстановления «Калипсо», все еще в хорошем состоянии. В 1996 г. оно затонуло в Сингапуре, и его перегнали в Марсель. Из этого средиземноморского порта оно своим ходом дошло до Ла-Рошели, где дожидается решения своей дальнейшей судьбы.

На приведение его в порядок были пожертвованы средства, но они, видимо, пошли на постройку нового судна «Калипсо II». «Калипсо-II» имеет мало общего с подлинной «Калипсо», разве что тех же владельцев и символику. Она больше похожа на «Алкиону», еще одно судно Общества Кусто, которое хотя бы отчасти приводится в движение хитрым устройством, использующим энергию морских ветров; поэтому оно очень «экологично».

Протесты спонсоров заставили перевести деньги обратно на счет, предназначенный для восстановления подлинной «Калипсо». Большая часть вины за бездействие ложится на наследников Кусто, а также на прежних владельцев судна, втянутых в судебное разбирательство. Дело в том, что Л.Гиннес предоставил право использовать судно Кусто, а права собственности унаследовал внук Гиннеса, тоже Лоел, а Франкин Кусто принадлежат право бесплатной аренды вплоть до 2013 г. Безразличие и даже сопротивление последовало со стороны Морского музея, который должен стать окончательным хозяином судна; куратору этого музея Патрику Шнеппу приписывают фразу: «Лучше бы она потонула». Одно время городская администра-

ция собиралась сделать это судно главным украшением центра подводного плавания, затем забросила эту идею и «Калипсо» вместе с ней. Существовало даже предложение, якобы исходившее от самого Кусто, отбуксировать судно к о.Ре неподалеку от Ла-Рошели, затопить его там и превратить в место паломничества аквалангистов.

В 2003 г. этот имущественный спор казался окончательно зашедшим в тупик, но в мае 2004 г. забрезжил слабый луч надежды, хотя владелец и арендатор все еще не пришли к соглашению. Около 150 тыс. «ныряльчиков», членов Французской федерации подводных исследований и спорта, и сама федерация, заявили о проведении в Марселе митинга в качестве последнего шанса спасти «Калипсо». Стоимость приведения в приличный вид того, что ныне является ржавою и изуродованной развалиной, тогда была оценена в сумму около 2 млн евро.

Неожиданно пароходная компания «Карнивал Лайнз», которой принадлежит многочисленный флот круизных судов и даже авиалиния, пришла на помощь и подписала соглашение с Обществом Кусто, обязуясь доставить судно из Ла-Рошели на Большие Багамские о-ва и там отреставрировать. Первоначальная оценка стоимости этих работ, которые должны быть выполнены до конца 2005 г., составляла 1,3 млн долл. Владелец судна, Лоел Гиннес, и Франкин Кусто создают некоммерческое партнерство «Арионис» с целью спасения судна.

Кинозвезда «Калипсо» в своей пятой жизни должна стать плавучим музеем, стоящим на якоре напротив научного центра и природоохранного заповедника в пока еще не указанной гавани. Не такая уж это и новинка: бывший учебный корабль бельгийского ВМФ «Меркатор» вот уже более десятилетия выступает именно в этой роли в Остенде, и плавучие музеи существуют, например, в Стокгольме

(«Ваза» и российская подводная лодка) и в Зебрюгге (плавучий маяк «Вестиндер» и немецкая подводная лодка). Нельзя не вспомнить и российский «Витязь» — звезду Музея Мирового океана в Калининграде.

Наша сага на этом не кончается. Едва истек ноябрь 2004 г., как разразился новый скандал. Жан-Мишель Кусто, сын капитана, глава «Общества будущего океанов», базирующегося в Калифорнии и имеющего свой офис в Париже, а также член Совета директоров Французской океанографической компании (Campagnes Océanographiques Françaises — COF), не связанный ни с организациями, основанными второй женой своего отца, ни даже с Обществом Кусто, вопреки предыдущим сообщениям заявил в декабре 2004 г., что «Калипсо» проделает гораздо более короткое последнее плавание и будет восстановлена на юге Франции, а затем выставлена в качестве экспоната учебного центра, как этого хотели его отец и мать.

Наконец, для пушечного усугубления путаницы, именно COF является зарегистрированным владельцем судна, и в этом качестве с ним судится некая англо-французская организация (Compagnie Anglo-Française), также считающая себя законным собственником «Калипсо».

В свою очередь, Жан-Мишель Кусто твердо придерживается намерения отбуксировать судно на юг Франции и отреставрировать его; он готов с благодарностью принять пожертвование от «Карнивал Лайнз», но считает, что восстановление судна не зависит ни от каких договоренностей с этой корпорацией. Не было ли заявление «Карнивала» слегка преждевременным? Мифы и реальность продолжают переплетаться... Не исключено, что эти семейные склоки и судебные тяжбы могут окончательно потопить знаменитый ковчег!■

©Перевод с английского

С.В.Чудова

Тематический указатель журнала «Природа» за 2005 год

ФИЛОСОФИЯ И ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУКИ

Автокатализ и флуктуации в природе. Вавилин В.А.	6	52
Бюджет исследований океана и атмосферы**	11	45
Где свои, а где чужие? К истории расследования нацистских преступлений в СССР. Сорокина М.Ю.	11	57
Из истории зоологии беспозвоночных в Московском университете. Малахов В.В.	1	26
ИЗ ПЛЕАДЫ ПРОСВЕТИТЕЛЕЙ И УЧЕНЫХ		
К столетию со дня рождения К.К.Маркова и А.П.Жузе	7	59
К.К.Марков глазами современников. Свиточ А.А.	7	60
Иван Алексеевич Второв. Марков К.К.	7	67
Школа А.П.Жузе. Мухина В.В., Казарина Г.Х., Маркова А.К.	7	73
Итоги конкурса научно-популярных статей. Бялко А.В.	2	3
Как мы потеряли барсановит и обрели георгибарсановит (История открытия одного минерального вида). Хомяков А.П., Расцветаева Р.К.	12	25
Как рождался «Курс теоретической физики». Горелик Г.Е.	8	67
Контуры жизни и творчества зоолога Е.И.Лукина. Лукин А.Е.	4	67
Дарвинизм, ламаркизм или что-то между? Аронова Е.А., Александров Д.А.	4	75
ЛАУРЕАТЫ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ 2004 ГОДА	1	70
По физике — Д.Гросс, Д.Политцер, Ф.Вильчек. Комар А.А., Тютин И.В.	1	70
По химии — А.Цихановер, А.Хершко, И.Роуз. Белянова Л.П.	1	74
По физиологии и медицине — Р.Эксел и Л.Бак. Минор А.В.	1	76

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

Знаком ** отмечены материалы, опубликованные в разделе «Калейдоскоп».

Московскому обществу испытателей природы 200 лет. Садчиков А.П.	12	45
«Медный изумруд» Казахских степей (История минерала и месторождения). Бурштейн Е.Ф.	2	27
МУЖЕСТВО И ЖЕНСТВЕННОСТЬ З.С.НИКОРО	3	66
Из жизни Центральной генетической станции. Никоро З.С.	3	67
Светозарность. Голубовский М.Д.	3	74
Награда за метеорологические исследования**	5	44
Научно-политический «прорыв» в пустыне**	9	64
О КОСМОСЕ И О ЗЕМЛЕ		
К 40-летию Института космических исследований РАН	9	3
«Ветер, ветер, ты могуч...» (Солнечный ветер и космическая погода). Ермолаев Ю.И., Зеленый Л.М.	9	4
Рентгеновские маяки Вселенной (Астрофизика высоких энергий). Павлинский М.Н., Вихлинин А.А., Ревнивцев М.Г., Арэфьев В.А.	9	15
Новые исследования Марса и сравнительная планетология. Мороз В.И., Кораблев О.И., Родин А.В.	9	25
Поиски воды на Марсе. Митрофанов И.Г.	9	34
Спутниковый мониторинг бореальных экосистем. Барталев С.А., Лупян Е.А.	9	44
Возрождение гелиобиологии. Бреус Т.К., Рапопорт С.И.	9	54
Оппенгеймер и Харитон: параллели жизни ¹ . Холлоуэй Д.	2	69
Первая в России медаль международной вулканологической ассоциации*. Короткевич Г.В.	4	83
По страницам «Полюсного дневника» П.П.Ширшова (К 100-летию со дня рождения) ²	11	47

¹ Перевод А.Ю.Семенова.

² Подготовила М.Ю.Зубрева.

Поллютанты на острове Росса*	7	86	Скульптура звездного неба**	8	17
Премия за гибридные сорта риса*	2	84	Спутниковый мониторинг бореальных экосистем.		
Роковой недуг рода Скоропадских? Акименко М.А.	10	70	Баргалева С.А., Лупян Е.А.	9	44
Система систем наблюдения Земли*	1	87	Тайна третьей планеты*	10	78
Татьянин день, Татьяна храм Волков А.А.	1	8	У колыбели солнечных систем*	5	82
Университету четверть тысячелетия.			У Солнца обнаружен «близнец»*	1	82
Садовничий В.А.	1	3	Ультрафиолетовая астрономия под угрозой*	6	80
Факультет биоинженерии и биоинформатики.			Уникальный снимок молодой Вселенной*	1	82
Мурунец В.И.	1	21	Фобос и Деймос проходят перед Солнцем**	5	44
Феномен Визберга. Гиляров А.М.	12	47	Частицы малой массы в гамма-лучах*	1	82
			Частный космоплан для туризма**	8	47
			Эти странные галактики с полярными кольцами.		
АСТРОНОМИЯ. АСТРОФИЗИКА.			Решетников В.П.	3	15
КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ					
«Cassini» — искусственный спутник Сатурна*	12	64	ПЛАНЕТОЛОГИЯ. МЕТЕОРИТИКА. ФИЗИКА		
«Cassini» около Сатурна: первые открытия*	6	79	И ХИМИЯ АТМОСФЕРЫ. КОСМОХИМИЯ		
«Don Quixote» полетит в космос**	8	28	И опять: «...есть ли жизнь на Марсе?»*	6	83
Астероид промахнулся, но...**	2	30	Как взаимодействуют аэрозоли с облаками*	4	80
В поисках далекой жизни*	3	80	Карта эмиссии диоксида азота*	10	80
В поисках темного вещества*	9	77	Когда на Марсе еще шли дожди*	9	78
Взгляд на квазар сквозь гравитационную линзу.			Кратер Гусева безводен*	1	84
Богданов М.Б., Черепашук А.М.	1	45	Куда девается углекислый газ?***	9	63
Все больше странных «горячих» планет*	6	81	Марсианское море «заговорило»*	5	83
Вселенная в инфракрасном свете*	7	81	Метеорит с Фобоса? Сурдин В.Г.	2	64
Вся астрофизика — в Интернете**	5	44	Метеоритное поле в Ливийской пустыне**	9	63
Границу Солнечной системы перенесли*	5	83	Метеориты с Луны*	10	79
Двойной радиопульсар*	2	79	Молния в автоколебательном режиме*.		
Древние звезды еще больше постарели*	4	78	Штремель М.А.	12	66
Звезда размером с планету*. Вибе Д.З.	6	82	Над Южной Атлантикой растет озоновый слой*	11	81
Звезда с наименьшим содержанием металлов*.			Не было бы счастья, да несчастье помогло**	7	58
Вибе Д.З.	11	74	Оценка лунных ресурсов*	2	80
«Звездная пыль» в руках ученых*	8	76	Поиски воды на Марсе. Митрофанов И.Г.	9	34
Извержения на Солнце — в трехмерном виде*	7	80	Почему у экзопланет вытянутые орбиты*	12	65
Как оценивать солнечный рентген?*	7	81	Растет число внесолнечных планет*. Вибе Д.З.	8	78
Комета или астероид?*	10	78	С Луны на Землю*. Сурдин В.Г.	1	84
Космическая программа Китая**	8	17	Сатурн и Уран в рентгене*	8	79
Космический телескоп будет еще мощнее**	9	63	Сбор метеоритов в пустыне*. Сурдин В.Г.	2	81
Космическое послание в «бутылке»? Сурдин В.Г.	3	30	Серебристым облакам 120 лет?		
Новое зеркало для космических телескопов**	6	30	Далин П.А., Перцев Н.Н., Ромейко В.А.	6	12
Новые исследования Марса			Солнечные затмения на Марсе*	6	82
и сравнительная планетология.			Спор о марсианском магнетизме*	4	80
Мороз В.И., Кораблев О.И., Родин А.В.	9	25	Странности древней Фебы*	7	82
Нужен ли человек в космосе?*	3	79			
Ньютон опять прав*	4	79	ФИЗИКА. ТЕХНИКА. ЭНЕРГЕТИКА		
О чем говорят планетные диски*	4	78	Антенны из нанотрубок*	7	83
Онионы поглощают космическое излучение*	12	64	В поисках далекой жизни*	3	80
Открытие астронома-любителя**	4	25	«Ветер, ветер, ты могуч...»		
Первый тройной астероид*	12	64	(Солнечный ветер и космическая погода).		
Переменный характер «неподвижной» звезды*	7	82	Ермолаев Ю.И., Зеленый Л.М.	9	4
Планета «командует» своей звездой*	2	79	Во многом знании — новое знание!		
Последствия самых мощных вспышек на Солнце*	2	80	(Базы данных как метод исследования).		
Проблема темной материи не стала ясней*	3	79	Варламов В.В., Бобошин И.Н.	12	29
Проверка общей теории относительности**	7	24	Дислокации формируют наноструктуру*	5	84
Раскрыта тайна пропавшего спутника Седны*	8	76	Квартет «Cluster» исследует тайны магнитосферы.		
Рентгеновские маяки Вселенной (Астрофизика высоких энергий). Павлинский М.Н.,			Зеленый Л.М., Григоренко Е.Е.	6	31
Вихлинин А.А., Ревнивцев М.Г., Арефьев В.А.	9	15	Критическая температура алмазных пленок		
Рентгеновское излучение протозвезды*. Вибе Д.З.	9	77	подросла*	6	83
Самая далекая галактика*	6	80	Миссия «Cluster», восставшая из огня		
Самая маленькая экзопланета*. Вибе Д.З.	1	83	подобно Фениксу. Зеленый Л.М., Григоренко Е.Е.	5	46
Сколько весит самая маленькая звезда? Сурдин В.Г.	11	30	Молекулярная плазмоника*	8	79

Нанокристаллы памяти уже на подходе*	4	80	Война зрения с обонянием*	2	83
Нанотрубки для топливных элементов*	7	84	Врожденные способности новокаледонских ворон*.		
Нижний Новгород на пороге терагерцового лазера*	3	81	Петров П.Н.	7	86
Новое зеркало для космических телескопов**	6	30	Где жили предки змей?*	11	75
Новый метод очистки однослойных нанотрубок*	11	75	Дерево корненожек. Алёшин В.В.,		
Нужен ли человечеству искусственный нос?			Мыльников А.П., Петров Н.Б.	8	40
Рембеза С.И.	2	5		9	65
Ньютон опять прав*	4	79	Из истории зоологии беспозвоночных		
Первые итоги бурения самой глубокой скважины			в Московском университете. Малахов В.В.	1	26
во льдах Гренландии. Талалай П.Г.	11	32	Как воюют шимпанзе*	9	82
Поведение слонов при цунами*	11	75	Конвергентная эволюция у дарвиновых вьюрков*	6	84
Реактор Окло и изменение фундаментальных			Культивирование кардиомиоцитов		
констант. Петров Ю.В.	10	3	зародышей человека*. Липина Т.В.	10	82
Письмо Гамова Зельдовичу	10	12	Левши и правши среди осьминогов**	4	36
«Резерфордские» атомы*	10	81	Летучие мыши сооружают жилища*. Опасев А.С.	8	82
Рентгеновская трубка с катодом из нановолокон*	7	83	Медвежья спячка и... космические полеты**	4	36
Сверхпроводимость гидридов металлов*	1	85	Необычный образ жизни австралийского сцинка*	1	86
Сверхпроводящий алмаз*	3	81	«Перековать эсминец в кораллы»**	9	64
Сегнетоэлектрическая нанопамять*	8	80	Полиплоидия мышечных клеток сердца*.		
Секрет скрипок из Кремоны**	3	44	Липина Т.В.	2	83
Синхротронное излучение: из рук физиков —			Разнообразие рыб как память		
в руки врачей. Недорезов В.Г.	5	73	об исчезнувшем озере*. Гиляров А.М.	9	80
Старая история в новом свете:			Сердце в невесомости*. Липина Т.В.	1	85
вторая гармоника исследует поверхность.			Стресс беременных ящериц*	4	81
Акципетров О.А.	7	9	Уклонившиеся от «рыбьих» стандартов.		
СТМ разрывает молекулы*	11	74	Токранов А.М., Орлов А.М.	8	22
Транзистор-невидимка*	3	81	Уникальная социальная жизнь носухи*. Опасев А.С.	6	85
Ультрафиолетовая астрономия под угрозой*	6	80	Человек для некоторых паразитов —		
Упорядоченная плазма*	2	82	случайный хозяин*	8	80
Электроны выстраиваются в очередь*	12	66	Чтения памяти Б.Л.Астаурова*. Озернюк Н.Д.	3	82
Эффект дальнего действия.			Что такое стволовые клетки. Корочкин Л.И.	6	3
Тетьельбаум Д.И., Баянкин В.Я.	4	9			
МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА					
Во многом знании — новое знание!					
(Базы данных как метод исследования).					
Варламов В.В., Бобошин И.Н.	12	29	Вид ящериц, съеденных на островах Тонга*.		
Вся астрофизика — в Интернете**	5	44	Семенов Д.В.	3	85
			Гигантская черепаха из Ханоя**	3	44
			Для конюг-крошек 100 километров за едой —		
			не крюк*	9	81
			История Генриетты*. Семенов Д.В.	11	76
			Как живет комодскому дракону?*	2	84
			Как поймать геккона*	12	68
			Кишечнодышащие: конец красивой легенды*.		
			Виноградов Г.М.	8	80
			Колибри-европеец нашелся в комод!*	6	87
			Лишайники по желанию*. Еськова А.К.	7	86
			Необычный образ жизни австралийского сцинка*	1	86
			Новый глубоководный удильщик**	8	48
			Обоняние у трубконосых птиц*	9	81
			Остроумные методики исследований*. Семенов Д.В.	7	85
			Пингвины владеют искусством консервирования*	10	82
			Поведение слонов при цунами*	11	75
			Потепление изменяет растительность высокогорий*	8	85
			«Растительный» карантин в США**	3	43
			Рекордный улов**	6	72
			Рыбка-малютка**	5	45
			Состав пигментов цианобактерий		
			и планктонный парадокс*. Гиляров А.М.	3	82
БОТАНИКА. ЗООЛОГИЯ. МИКРОБИОЛОГИЯ					
			Андский кот пойман**	3	44
			Бактерии против радиоактивности. Хижняк Т.В.	11	14
			В очереди на размножение*	9	82

МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА

Во многом знании — новое знание!
(Базы данных как метод исследования).

Варламов В.В., Бобошин И.Н. 12 29
Вся астрофизика — в Интернете** 5 44

ХИМИЯ

Диаграммы состояния для металлургии алюминия. **Трофимов Е.А., Бендера Т.А.** 11 40
Каталитический этюд. **Левцкий М.М., Смирнов В.В.** 6 67
«Магма» в ступке. **Калинкин А.М., Калинкина Е.В.** 4 3
Нanomатериалы на марше* 4 81
Нанотрубки-манганиты* 9 79
Удивительные свойства упаковочной пленки. **Волынский А.Л.** 5 67
«Умные» полимерные гидрогели. **Филиппова О.Е.** 8 11
Управление фотохимическими реакциями: квантовые методы. **Еремин В.В.** 11 9
Фемтохимия: квантовая динамика или химическая кинетика? **Еремин В.В., Кузьменко Н.Е.** 8 3

БИОЛОГИЯ

Видовая насыщенность современных биот. **Акатов В.В.** 4 38
Возрождение гелиобиологии. **Бреус Т.К., Рапопорт С.И.** 9 54

Сюрпризы одной евразийской орхидеи.			Математическая статистика или пари?*	5	87
Виноградова Т.Н.	8	61	Нобелевская премия получена — загадки остались (История открытия инфекционных прионов).		
Таксономия трупной лилии**	3	44	Муронец В.И., Плетень А.П.	4	43
Тантулокариды — микроскопические обитатели Белого моря. Корнев П.Н., Чесунов А.В.	2	13	Нужен ли человек в космосе?*	3	79
Узорчатая древесина карельской березы. Новицкая Л.Л., Кушнир Ф.В.	3	23	Полиплоидия мышечных клеток сердца*.	2	83
УНИКАЛЬНАЯ КОЛЛЕКЦИЯ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ			Липина Т.В.	4	82
К 60-летию Главного ботанического сада	12	3	Ранний этап ВИЧ-инфекции*. Липина Т.В.	11	3
Предыстория. Скворцов А.К.	12	4	Раскрыта природа нарколепсии. Ковальзон В.М.		
Главный сад России. Демидов А.С., Шатко В.Г.	12	7	Решена обратная задача электрокардиографии*.	1	86
Вересковый садик. Александрова М.С.	12	19	Розенштраух Л.В.		
Экзотические гады Флориды*. Семенов Д.В.	5	84	РНКаза бактерий — против опухолевых клеток*.	11	76
			Липина Т.В.	1	87
			Роль бабушек в эволюции человека*. Петров П.Н.		
			Роль оксида азота при инфаркте миокарда*.	8	81
ГЕНЕТИКА. МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ. БИОТЕХНОЛОГИЯ			Липина Т.В.		
Биогенные оксиды азота. Недоспасов А.А., Беда Н.В.	7	35	Синхротронное излучение: из рук физиков — в руки врачей. Недорезов В.Г.	5	73
Генетическая дивергенция у птиц*. Гиляров А.М.	7	84	Создание биологического водителя ритма сердца ¹ .	7	18
Генофонд среднерусской пчелы*. Николенко А.Г.	10	82	СОЮЗ КЛИНИЦИСТОВ И ТЕОРЕТИКОВ	10	15
Дерево корненожек. Алешин В.В., Мыльников А.П., Петров Н.Б.	8	40	К 60-летию Российского кардиологического научно-производственного комплекса		
	9	65	Развитие отечественной кардиологии.		
Естественная история зверя пунаре в 8½ главах. Бородин П.М., Д'Андрея П.С., Баррейро Гомес С.К.	2	32	Кухарчук В.В.	10	16
Как и когда зародилось земледелие в Индии?*	4	85	Новый взгляд на старый белок. Сумароков А.Б.	10	22
Клеточная подвижность в сердечно-сосудистой системе. Ширинский В.П., Воротников А.В.	12	39	Депрессия, воспаление и тромбоз.	10	23
Микроэволюция колорадского жука и инсектициды*.			Бурячковская Л.И., Масенко В.П.		
Николенко А.Г., Беньковская Г.В., Покряков А.В., Удалов М.Б.	12	67	Тромболитический препарат пулолаза.	10	25
Мифы глубокой древности. Березкин Ю.Е.	4	55	Бибилашвили Р.Ш.		
Нейрональные рецепторы в клетках иммунной системы. Болдырев А.А.	7	3	О природе первичной гипертензии.	10	28
Нобелевская премия получена — загадки остались (История открытия инфекционных прионов).			Постнов А.Ю.		
Муронец В.И., Плетень А.П.	4	43	Роль механочувствительности эндотелия в регуляции тонуса сосудов.	10	30
О чем рассказали... крысы*	6	84	Мелькумянц А.М., Балашов С.А.		
Одноклеточные альтруисты.			Нейрогенные механизмы сосудистого тонуса.	10	32
Гордеева А.В., Лабас Ю.А.	6	41	Ревенко С.В.		
Океанические водоросли жаждут железа*	3	83	Стволовые клетки костного мозга и атеросклероз. Соболева Э.Л., Габбасов З.А.	10	36
От чего зависит судьба гена. Карпов В.Л.	3	34	Поиск новых генов для лечения ишемических заболеваний. Парфенова Е.В., Ткачук В.А.	10	39
«Перфторан»: революционная комбинация.			Сорбционные технологии в медицине.	10	43
Недоспасов А.А., Беда Н.В.	8	33	Покровский С.Н.		
«Сорная» ДНК — ключ к пониманию сложности?*	2	82	Устойчивость сердца суслика к гипотермии.	10	46
Тайны волосатых мышей*. Гиляров Д.А.	12	67	Розенштраух Л.В.		
Удвоение генома дрожжей в ходе эволюции*.			Как диагностировать миксому.	10	48
Петров П.Н.	2	83	Бибилашвили Р.Ш.		
Эндокринная функция жировой ткани, или Как Вас теперь называть, мистер Ж..? Берштейн Л.М.	3	9	Антиаритмические препараты нибентан и РГ-2.	10	51
			Розенштраух Л.В., Голицын С.П.		
			Стволовые клетки человека в мозге крыс*.	5	85
			Липина Т.В.	6	72
			Трепанация черепа в XI веке**	6	3
			Что такое стволовые клетки. Корочкин Л.И.		
ФИЗИОЛОГИЯ. ПСИХОЛОГИЯ. МЕДИЦИНА. ДЕМОГРАФИЯ. СОЦИОЛОГИЯ					
Вирусная безопасность переливания крови. Филатов Ф.П.	3	3	ЭКОЛОГИЯ. ОХРАНА ПРИРОДЫ. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		
«Дайте мне новое лицо»**	2	31	Автономный буй LEO**	11	46
Культивирование кардиомиоцитов зародышей человека*. Липина Т.В.	10	82	Аргентинские муравьи-агрессоры**	4	37

¹ Перевод Л.В.Розенштрауха.

В защиту беспозвоночных*	10	83	Конкурс красоты (Минералогическая сказка).		
Величайшее гидростроительство требует величайшей осторожности*	3	83	Расцветаева Р.К.	4	26
Гигантская черепаха из Ханоя**	3	44	Красные горы у Красного моря. Уфимцев Г.Ф.	8	29
Горный зубр. Трепет С.А.	7	48	Куда делись горные вершины?*	5	86
Диклофенак и грифы**	4	25	Микробные сообщества в океанской литосфере (201-й рейс «ДЖОИДЕС Резолюшн»). Басов И.А.	2	66
Завороженные тайгой (К 70-летию Сихотэ-Алинского заповедника). Смирнов Е.Н.	2	46	«Медный изумруд» Казахских степей (История минерала и месторождения). Бурштейн Е.Ф.	2	27
Загрязнение атмосферы подсудно*	8	86	Минералогия земной коры. Ярошевский А.А.	1	35
И в Заполярье нет девственных мест*	10	83	Мировые затраты на геологическую разведку*	6	85
Индонезия теряет леса*	11	77	Новый ювелирно-поделочный камень России.		
Карта эмиссии диоксида азота*	10	80	Воробьев Е.И.	8	18
Корабельный червь в Балтийском море**	9	63	По следам Калининградского землетрясения.		
Курильщики и радон**	8	48	Никонов А.А.	3	47
Леса Бразилии под угрозой*	9	83	Степнякские гипергенные яшмы Северного Казахстана. Спиридонов Э.М.	7	46
Летучая мышь против ветровой энергетики*	2	85	Таусонит синтезирован в США, открыт в недрах России. Воробьев Е.И.	10	53
Лошади Пржевальского в Китае.			Территория Аляски продолжает подниматься*	4	84
Пакина Н.В., Орден Кван	6	60	«Ужасное потрясение» Европы (Лиссабонское землетрясение 1 ноября 1755 г.) Никонов А.А.	11	21
Моллюски ускоряют осаждение органики*	12	68	Цунами поставили Индии титановую руду**	11	46
Мы давно вдыхаем углеродные нанотрубки*	10	83			
Неожиданные потери углерода в экосистемах тундры*. Гиляров А.М.	4	83	ГЕОХИМИЯ. ГЕОФИЗИКА		
Ока: надежда на выздоровление. Нариманов А.А.	8	58	Второй международный геофизический год**	4	37
Океанические водоросли жаждут железа*	3	83	Комета или астероид?*	10	78
Пластмассы загрязняют океан*	9	83	Крупнейший на Земле метановый водоем.		
Поллютанты на острове Росса*	7	86	Ленин А.Ю., Иванов М.В.	2	19
Проблемы отработанного ядерного топлива*	12	70	Ледовая летопись: пример расшифровки с помощью изотопных трассеров. Ленин А.Ю., Саввичев А.С., Лейбман М.О., Передня Д.Д.	7	25
РАДИОДНЕВНИК УССУРИЙСКОЙ КОШКИ			Мантийные плюмы множатся*	2	85
Гонка с антенной. Смирнов Е.Н., Гудрич Дж.	4	48	Минералогия земной коры. Ярошевский А.А.	1	35
У самого Японского моря. Гудрич Дж.	4	52	Подвижность масс нашей планеты*	10	81
Разнообразие хищников ослабляет трофический каскад*. Петров П.Н.	8	82	Приближается III Международный полярный год*	11	79
Сохранится ли Мертвое море?*	4	37	Программа «Двойная звезда»*	9	79
Сохранить камчатских лососей*. Жукова Е.Е.	2	85	Радиоуглеродные «часы» станут точнее*	11	78
Спасти кораллы от траулеров**	11	46	Раннее предупреждение о цунами*	12	69
Степь да степь... кругом ли? Булавинцев В.И.	3	63	Свидетельство космической катастрофы*	8	84
Судьба бабочек Британии под угрозой*	8	83	Статистика циклонов*	7	87
Судьба индоокеанских «Галапагосов»*	11	77	Что рассказывают алмазы*	5	85
Таежная гостя кедровка. Булавинцев В.И.	11	72			
Холодолюбивые коралловые рифы**	8	17	СЕЙСМОЛОГИЯ. ВУЛКАНОЛОГИЯ		
Черепаха-путешественница*	12	68	Вулканизм и покровные оледенения Тувы.		
Численность леммингов определяют хищники*	4	82	Прудников С.Г.	8	49
Экология ядерной энергетики**	5	44	Землетрясение в Иране. Рогожин Е.А.	3	45
			Как противостоять землетрясениям?*	7	88
ГЕОЛОГИЯ. ГЕОТЕКТОНИКА. ПЕТРОЛОГИЯ			Какая может быть «польза» от катастрофы?*	11	82
203-й рейс «ДЖОИДЕС Резолюшн». Басов И.А.	8	65	Льяйма обнажается*	11	80
В Мексиканском заливе извергался асфальт*	7	87	Не спят вулканы в Гватемале*	8	84
Водопады Юго-Западного Прибайкалья.			Первая в России медаль международной вулканологической ассоциации*.		
Щетников А.А., Филинов И.А.	7	43	Короткевич Г.В.	4	83
Газогидраты в осадках континентальной окраины (204-й рейс «ДЖОИДЕС Резолюшн»). Басов И.А.	9	75	По следам Калининградского землетрясения.		
Кайнозойская эволюция юго-восточной части Тихого океана (202-й рейс «ДЖОИДЕС Резолюшн»). Басов И.А., Рубаник Н.К.	6	65	Никонов А.А.	3	47
Как мы потеряли барсановит и обрели георгановит (История открытия одного минерального вида). Хомяков А.П., Расцветаева Р.К.	12	25	Проблема сейсмического прогноза остается нерешенной*	2	86
Катастрофический паводок Иркутка.			Пробуждение вулкана Аву*	6	86
Щетников А.А.	2	56	«Ужасное потрясение» Европы. (Лиссабонское землетрясение 1 ноября 1755 г.) Никонов А.А.	11	21

ЦУНАМИ ГЛАЗАМИ СПЕЦИАЛИСТОВ	5	23	ОКЕАНОЛОГИЯ		
Волна, которая обошла весь мир. Никонов А.А.	5	23	«Spray» пересек Гольфстрим*	10	84
Землетрясение у берегов Суматры. Завьялов А.Д.	5	29	Геофизики изучают дно океана**	8	47
Засекреченное цунами ¹ . Пийп Б.И.	5	36	ИЗ ПЛЕЯДЫ ПРОСВЕТИТЕЛЕЙ И УЧЕНЫХ		
ГЕОГРАФИЯ. КЛИМАТОЛОГИЯ. МЕТЕОРОЛОГИЯ. ГЛЯЦИОЛОГИЯ			К столетию со дня рождения К.К.Маркова и А.П.Жузе	7	59
Арктические льды распадаются*	3	84	К.К.Марков глазами современников. Свиточ А.А.	7	60
Арктический шельф и вечная мерзлота.			Иван Алексеевич Второв. Марков К.К.	7	67
Шполянская Н.А.	1	53	Школа А.П.Жузе. Мухина В.В., Казарина Г.Х., Маркова А.К.	7	73
Атлас нового типа, или МГУ на компакт-диске.			Климат Европы и субполярный гир*	3	84
Берлянт А.М., Вилков А.Ю.	1	13	Космические снимки для картографирования биологической продуктивности морей.		
Аэроледомер**	7	24	Лисицын Б.Е.	2	40
Водопады Юго-Западного Прибайкалья.			Новый взгляд на океанический конвейер*	6	86
Щетников А.А., Филинов И.А.	7	43	Океанские пустыни оживают после урагана**	2	31
Вулканизм и покровные оледенения Тувы.			Откуда Гольфстрим на древнейшей карте?***	6	30
Прудников С.Г.	8	49	Тень цунами бежит впереди*	5	86
Гидрология Ладожского озера**	7	58	Япония и Китай изучают дно океана*	9	83
ИЗ ПЛЕЯДЫ ПРОСВЕТИТЕЛЕЙ И УЧЕНЫХ			ПАЛЕОНТОЛОГИЯ. ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ. ПАЛЕОКЛИМАТОЛОГИЯ		
К столетию со дня рождения К.К.Маркова и А.П.Жузе	7	59	Археоптерикс летал как курица?*	9	84
К.К.Марков глазами современников. Свиточ А.А.	7	60	Динозавры Антарктики*	9	85
Иван Алексеевич Второв. Марков К.К.	7	67	Западная Сибирь — великая позднеледниковая пустыня. Величко А.А., Тимирёва С.Н.	5	54
Школа А.П.Жузе. Мухина В.В., Казарина Г.Х., Маркова А.К.	7	73	И в меловой период возникали ледники*	8	85
Источник воды — под дюнами*	10	84	Колибри-европеец найден в комод!*	6	87
Как долговечен земной пейзаж?***	11	46	Образ жизни древней обезьяны*	10	85
Космические снимки для картографирования биологической продуктивности морей.			Палеоклимат Новой Зеландии*	9	84
Лисицын Б.Е.	2	40	Первое открытие стегозавра в Монголии.		
Космический прогноз стихийных бедствий**	5	45	Алифанов В.Р., Туманова Т.А., Курзанов С.М.	12	61
Красные горы у Красного моря. Уфимцев Г.Ф.	8	29	Пещеры говорят о климате далекого прошлого*	5	86
Много ли на Земле озер? Рянжин С.В.	4	18	Почетный хищник или королева Альпийских гор?		
На форуме гидрологов: оценки, эксперименты, прогнозы ²	6	22	Островский А.Н.	11	65
Наводнения на реках Восточной Сибири**	8	48	Следы древнейшей жизни — в донной лаве?*	2	88
Награда за метеорологические исследования**	5	44	Удивительные рогатые динозавры. Алифанов В.Р.	10	58
Над Южной Атлантикой растет озоновый слой*	11	81	АРХЕОЛОГИЯ. АНТРОПОЛОГИЯ. ЭТНОГРАФИЯ		
О климате за полтысячелетия*	10	84	Алгебра и гармония социальных структур: от общины до империи.		
От богатства к упадку и вновь к процветанию, или История залива Зуин и портов Брюгге ³ .			Боринская С.А., Коротаев А.В.	6	73
Чарлиер Р.	3	54	Вид ящериц, съеденных на островах Тонга*.		
Первые итоги бурения самой глубокой скважины во льдах Гренландии. Талалай П.Г.	11	32	Семенов Д.В.	3	85
По страницам «Полюсного дневника» П.П.Ширшова (К 100-летию со дня рождения) ⁴	11	47	«Гормональный портрет» человека. Бец Л.В.	1	61
Пожары и атмосфера*	4	85	Грот Александровского сада, археология и... мухоморы. Панова Т.Д.	9	73
Потепление изменяет растительность высокогорий*	8	85	Древнейшая из пивоварен*	8	86
«Почему бы нет?»*	7	89	Древнейшие бусы и серьги из Южной Африки**	3	43
Риск катастрофических речных паводков**	8	47	Захоронение с повозкой**	7	58
Самозащита деревьев на сыпучих песках.			Игры римских легионеров**	5	45
Агафонов Б.П.	2	60	Как и когда зародилось земледелие в Индии?*	4	85
Сохранится ли Мертвое море?***	4	37	Какая может быть «польза» от катастрофы?*	11	82
Судно пересекает Южный полярный круг**	6	30	Когда человек «приручил» огонь?*	10	85
Теплеет, но как быстро?*	5	87	Кто и когда одомашнил кошку?*	2	88
Трудное время для земных ледников*	2	87	Мифы глубокой древности. Березкин Ю.Е.	4	55
¹ Предисловие и послесловие А.Б.Белоусова.			Могила изгоя в урочище Улуг-Чолтух.		
² Подготовила М.Ю.Зубрева.			Худяков Ю.С.	5	63
³ Сокращенный перевод М.Ю.Зубревой.					
⁴ Подготовила М.Ю.Зубрева.					

Найден «Бигль»?*	2	31
Новости из Стоунхенджа*	9	85
О чем рассказали... крысы*	6	84
От руин древнего курорта — к музею*	7	89
Первые американцы — кто они?*	11	82
Пещерная живопись в Англии**	4	37
Раковины каури в находках Московского Кремля.		
Панова Т.Д.	6	49
Роль бабушек в эволюции человека*.		
Петров П.Н.	1	87
Скелет гигантского человека**	4	36
Трепанация черепа в XI веке**	6	72
Увидеть мумию насквозь*	6	87

АПРЕЛЬСКИЙ ФАКУЛЬТАТИВ

Из научных трактатов	4	33
Конкурс красоты (Минералогическая сказка).		
Расцветаева Р.К.	4	26
Следы жизнедеятельности ¹	4	34

АРХИВНЫЕ SMS-КИ

Премьер Столыпин: «Примите уверение в совершенном моем уважении...»	2	68
---	---	----

БИОГРАФИЯ СОВРЕМЕННОГО

Контуры жизни и творчества зоолога Е.И.Лукина.		
Лукин А.Е.	4	67
Судьба рядового Алехина. Киселев Г.В.	5	3

В КОНЦЕ НОМЕРА

Несколько жизней «Калипсо» ² .		
Чарлиер Р., Аксельрод-Чарлиер К.	12	79
Освоение космического пространства в СССР.		
Пономарева В.Л.	11	91

ВЕСТИ ИЗ ЭКСПЕДИЦИЙ

Вулканизм и покровные оледенения Тувы.		
Прудников С.Г.	8	49
Лошади Пржевальского в Китае.		
Пакина Н.В., Орден Кван	6	60
Первые итоги бурения самой глубокой скважины во льдах Гренландии. Талалай П.Г.	11	32

ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ

Балтийский «Варяг». Краснов В.Н.	7	94
«В кристально чистой атмосфере Гербария» (К 100-летию со дня рождения выдающегося ботаника и историка науки С.Ю.Липшица).		
Сытин А.К.	10	91
Вспоминая С.Ю.Липшица. Тихомиров В.Н.	10	94
Возвращение зубров в Россию. Баскин Л.М.	2	94
Гербарий Абрахама Энса. Сытин А.К., Рязанова Л.В.	6	92
«Голубая лента Атлантики». Борисов В.П., Волков А.В.	5	93
Друзья называли его «Гри-Гри». Смирнов А.В.	3	92
«Люди гляделись в темную синеву небес и мечтали...». Филина Л.А.	9	92

¹ Подготовил Г.М.Виноградов.

² Перевод С.В.Чудова.

Научные стратегии профессора А.П.Богданова.		
Сорокина М.Ю.	1	92
«Умирая лично почти нищим...» ² . Богданов А.П.	1	95
Первая любовь Чарльза Дарвина. Бородин П.М.	4	91
Туркестанский пленник. Сорокина М.Ю.	8	91

ЗАМЕТКИ И НАБЛЮДЕНИЯ

Журавли. Булавинцев В.И.	4	62
Катастрофический паводок Иркутка. Щегников А.А.	2	56
Красные горы у Красного моря. Уфимцев Г.Ф.	8	29
Ока: надежда на выздоровление. Нариманов А.А.	8	58
Почетный хищник или корова Альпийских гор?		
Островский А.Н.	11	65
Самозащита деревьев на сыпучих песках.		
Агафонов Б.П.	2	60
Степь да степь... кругом ли? Булавинцев В.И.	3	63
Таежная гостя кедровка. Булавинцев В.И.	11	72

КОРОТКО

1 60, 69; 2 26, 63, 67; 3 33; 4 17; 5 72; 6 48, 51, 59; 7 57; 8 60, 64, 66; 9 62; 10 57; 11 73; 12 60

ЛЕКТОРИЙ

Одноклеточные альтруисты.		
Гордеева А.В., Лабас Ю.А.	6	41
От чего зависит судьба гена. Карпов В.Л.	3	34

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

203-й рейс «ДЖОИДЕС Резолюшн». Басов И.А.	8	65
Антиаритмические препараты нибентан и РГ-2.		
Розенштраух Л.В., Голицын С.П.	10	51
Газогидраты в осадках континентальной окраины (204-й рейс «ДЖОИДЕС Резолюшн»). Басов И.А.	9	75
Грот Александровского сада, археология и... мухоморы. Панова Т.Д.	9	73
Депрессия, воспаление и тромбоз.		
Бурячковская Л.И., Масенко В.П.	10	23
Кайнозойская эволюция юго-восточной части Тихого океана (202-й рейс «ДЖОИДЕС Резолюшн»). Басов И.А.	6	65
Как диагностировать миксому. Бибилашвили Р.Ш.	10	48
Космическое послание в «бутылке»? Сурдин В.Г.	3	30
Метеорит с Фобоса? Сурдин В.Г.	2	64
Микробные сообщества в океанской литосфере (201-й рейс «ДЖОИДЕС Резолюшн»). Басов И.А.	2	66
Могила изгоя в урочище Улуг-Чолтух. Худяков Ю.С.	5	63
Нейрогенные механизмы сосудистого тонуса.		
Ревенко С.В.	10	32
Новый взгляд на старый белок. Сумароков А.Б.	10	22
О природе первичной гипертензии. Постнов А.Ю.	10	28
Первое открытие стегозабра в Монголии.		
Алифанов В.Р., Туманова Т.А., Курзанов С.М.	12	61
Поиск новых генов для лечения ишемических заболеваний. Парфенова Е.В., Ткачук В.А.	10	39
Раковины каури в находках Московского Кремля.		
Панова Т.Д.	6	49
Роль механочувствительности эндотелия в регуляции тонуса сосудов. Мелькумянц А.М., Балашов С.А.	10	30

² Публикация Г.А.Савиной.

Сколько весит самая маленькая звезда?		
Сурдин В.Г.	11	30
Сорбционные технологии в медицине.		
Покровский С.Н.	10	43
Стволовые клетки костного мозга и атеросклероз.		
Соболева Э.Л., Габбасов З.А.	10	36
Сюрпризы одной евразийской орхидеи.		
Виноградова Т.Н.	8	61
Тромболитический препарат пулолаза.		
Бибилашвили Р.Ш.	10	25
Устойчивость сердца суслика к гипотермии.		
Розенштраух Л.В.	10	46

НАСЛЕДИЕ

А.А. и П.Л.Капицы в письмах военных лет.		
Капица Е.Л.	5	16
Из жизни Центральной генетической станции.		
Никоро З.С.	3	67
О записке Е.Л.Кринова. Сорокина М.Ю.	5	10
Октябрь 1941-го в Москве ¹ . Кринов Е.Л.	5	11

НЕКРОЛОГ

Памяти Бориса Исааковича Силкина.	3	78
-----------------------------------	---	----

¹ Публикация и комментарии М.Ю.Сорокиной.

НОВЫЕ КНИГИ

1 91; 2 93; 3 90; 4 89; 5 91; 6 90; 7 93;
8 88; 9 90; 10 89; 11 90; 12 78

РЕЦЕНЗИИ

Генетическая летопись населения Северной Евразии. Ашмарин И.П.	11	83
Документальный памятник эпохи. Максименко В.М.	5	88
Золотая Лира за «Физиологию». Лопухин Ю.М.	12	71
«Космос» Карла Сагана. Сурдин В.Г.	4	86
Нефтяное загрязнение океана. Лисицын А.П.	10	86
О временах и времени жизни. Гурвиц Б.Я.	1	88
О науке — доступно и кратко. Сурдин В.Г.	9	86
«Описание обитаемого нами земного шара». Глушков В.В.	7	90
Пределы индивидуальности человека. Каплан А.Я.	8	87
Событие в мире наук о Земле и Мировом океане. Силкин Б.И.	6	88
Четыре жизни, прожитые одним человеком. Зеленин А.В.	3	86
Шангины — семейство первопроходцев. Веймарн А.Б.	11	87
Эпоха глазами личности. Горелик Г.Е.	2	89

Авторский указатель журнала «Природа» за 2005 год

Агафонов Б.П.	2	60	Басов И.А. (Рубаник Н.К.)	6	65	Бурячковская Л.И. (Масенко В.П.)	10	23
Акатов В.В.	4	38	Баянкин В.Я. (Тетельбаум Д.И.)	4	9	Бялко А.В.	2	3
Акименко М.А.	10	70	Беда Н.В. (Недоспасов А.А.)	7	35			
Аксельрод-Чарлиер К. (Чарлиер Р.*)	12	79		8	33			
Акципетров О.А.	7	9	Белянова Л.П.	1	74	Вавилин В.А.	6	52
Александров Д.А. (Аронова Е.А.)	4	75	Бендера Т.А. (Трофимов Е.А.)	11	40	Варламов В.В. (Бобошин И.Н.)	12	29
Александрова М.С.	12	19	Беньковская Г.В. (Николенко А.Г., Поскряков А.В., Удалов М.Б.)	12	67	Веймарн А.Б.	11	87
Алёшин В.В. (Мыльников А.П., Петров Н.Б.)	8	40	Березкин Ю.Е.	4	55	Величко А.А. (Тимирёва С.Н.)	5	54
	9	65	Берлянт А.М. (Вилков А.Ю.)	1	13	Вибе Д.З.	1	83
Алифанов В.Р.	10	58	Берштейн Л.М.	3	9		6	82
Алифанов В.Р. (Туманова Т.А., Курзанов С.М.)	12	61	Бец Л.В.	1	61		8	78
Арефьев В.А. (Павлинский М.Н., Вихлинин А.А., Ревнивцев М.Г.)	9	15	Бибилашвили Р.Ш.	10	25	Вилков А.Ю. (Берлянт А.М.)	1	13
Аронова Е.А. (Александров Д.А.)	4	75		10	48	Виноградов Г.М.	4	34
Ашмарин И.П.	11	83	Бобошин И.Н. (Варламов В.В.)	12	29		8	80
			Богданов А.П.	1	95	Виноградова Т.Н.	8	61
Балашов С.А. (Мелькумянц А.М.)	10	30	Богданов М.Б. (Черепашук А.М.)	1	45	Вихлинин А.А. (Павлинский М.Н., Ревнивцев М.Г., Арефьев В.А.)	9	15
Баррейро Гомес С.К. (Бородин П.М., Д'Андрея П.С.)	2	32	Болдырев А.А.	7	3	Волков А.А.	1	8
Барталев С.А. (Лулян Е.А.)	9	44	Боринская С.А. (Коротаев А.В.)	6	73	Волков А.В. (Борисов В.П.)	5	93
Баскин Л.М.	2	94	Борисов В.П. (Волков А.В.)	5	93	Волынский А.Л.	5	67
Басов И.А.	2	66	Бородин П.М.	4	91	Воробьев Е.И.	8	18
	8	65	Бородин П.М. (Д'Андрея П.С., Баррейро Гомес С.К.)	2	32		10	53
	9	75	Бреус Т.К. (Рапопорт С.И.)	9	54	Воротников А.В. (Ширинский В.П.)	12	39
			Булавинцев В.И.	3	63			
				4	62			
				11	72			
			Бурштейн Е.Ф.	2	27	Габбасов З.А. (Соболева Э.Л.)	10	36

* Здесь и далее в скобках указаны соавторы.

Гиляров А.М.	3 82	Курзанов С.М.		Новицкая Л.Л. (Кушнир Ф.В.)	3 23
	4 83	(Алифанов В.Р., Туманова Т.А.)	12 61	Озернюк Н.Д.	3 82
	7 84	Кухарчук В.В.	10 16	Опаев А.С.	6 85
	9 80	Кушнир Ф.В.			8 82
	12 47	(Новицкая Л.Л.)	3 23	Орден К.ван (Паклина Н.В.)	6 60
Гиляров Д.А.	12 67			Орлов А.М. (Токранов А.М.)	8 22
Глушков В.В.	7 90	Лабас Ю.А. (Гордеева А.В.)	6 41	Островский А.Н.	11 65
Голицын С.П.		Левицкий М.М.			
(Розенштраух Л.В.)	10 51	(Смирнов В.В.)	6 67	Павлинский М.Н.	
Голубовский М.Д.	3 74	Леин А.Ю. (Иванов М.В.)	2 19	(Вихлинин А.А., Ревнивцев М.Г.,	
Гордеева А.В. (Лабас Ю.А.)	6 41	Леин А.Ю. (Саввичев А.С.,		Арефьев В.А.)	9 15
Горелик Г.Е.	2 89	Лейбман М.О., Передня Д.Д.)	7 25	Паклина Н.В. (Орден К.ван)	6 60
	8 67	Лейбман М.О. (Леин А.Ю.,		Панова Т.Д.	6 49
Григоренко Е.Е. (Зеленый Л.М.)	5 46	Саввичев А.С., Передня Д.Д.)	7 25		9 73
	6 31	Липина Т.В.	1 85	Парфенова Е.В.	
Гудрич Дж.	4 52		2 83	(Ткачук В.А.)	10 39
Гудрич Дж. (Смирнов Е.Н.)	4 48		4 82	Передня Д.Д. (Леин А.Ю.,	
Гурвиц Б.Я.	1 88		5 85	Саввичев А.С., Лейбман М.О.)	7 25
			8 81	Перцев Н.Н. (Далин П.А.,	
Д'Андрея П.С. (Бородин П.М.,			10 82	Ромейко В.А.)	6 12
Баррейро Гомес С.К.)	2 32		11 76	Петров Н.Б. (Алёшин В.В.,	
Далин П.А.		Лисицын А.П.	10 86	Мыльников А.П.)	8 40
(Перцев Н.Н., Ромейко В.А.)	6 12	Лисицын Б.Е.	2 40		9 65
Демидов А.С. (Шатко В.Г.)	12 7	Лопухин Ю.М.	12 71	Петров П.Н.	1 87
		Лукин А.Е.	4 67		2 83
Еремин В.В.	11 9	Лупян Е.А. (Барталев С.А.)	9 44		7 86
Еремин В.В. (Кузьменко Н.Е.)	8 3				8 82
Ермолаев Ю.И. (Зеленый Л.М.)	9 4	Максименко В.М.	5 88	Петров Ю.В.	10 3
Еськова А.К.	7 86	Малахов В.В.	1 26	Пийп Б.И.	5 36
		Марков К.К.	7 67	Плетень А.П. (Муронец В.И.)	4 43
Жукова Е.Е.	2 85	Маркова А.К. (Мухина В.В.,		Покровский С.Н.	10 43
		Казарина Г.Х.)	7 73	Пономарева В.Л.	11 91
Завьялов А.Д.	5 29	Масенко В.П.		Поскряков А.В.	
Зеленин А.В.	3 86	(Бурячковская Л.И.)	10 23	(Николенко А.Г.,	
Зеленый Л.М. (Григоренко Е.Е.)	5 46	Мелькумянц А.М.		Беньковская Г.В., Удалов М.Б.)	12 67
	6 31	(Балашов С.А.)	10 30	Постнов А.Ю.	10 28
Зеленый Л.М. (Ермолаев Ю.И.)	9 4	Минор А.В.	1 76	Прудников С.Г.	8 49
		Митрофанов И.Г.	9 34		
Иванов М.В. (Леин А.Ю.)	2 19	Мороз В.И.		Рапопорт С.И. (Бреус Т.К.)	9 54
Казарина Г.Х. (Мухина В.В.,		(Кораблев О.И., Родин А.В.)	9 25	Расцветаева Р.К.	4 26
Маркова А.К.)	7 73	Муронец В.И.	1 21	Расцветаева Р.К.	
		Муронец В.И. (Плетень А.П.)	4 43	(Хомяков А.П.)	12 25
Калинкин А.М.		Мухина В.В. (Казарина Г.Х.,		Ревенко С.В.	10 32
(Калинкина Е.В.)	4 3	Маркова А.К.)	7 73	Ревнивцев М.Г.	
Калинкина Е.В. (Калинкин А.М.)	4 3	Мыльников А.П.		(Павлинский М.Н.,	
Капица Е.Л.	5 16	(Алёшин В.В., Петров Н.Б.)	8 40	Вихлинин А.А., Арефьев В.А.)	9 15
Каплан А.Я.	8 87		9 65	Рембеза С.И.	2 5
Карпов В.Л.	3 34			Решетников В.П.	3 15
Киселев Г.В.	5 3	Нариманов А.А.	8 58	Рогожин Е.А.	3 45
Ковальзон В.М.	11 3	Недорезов В.Г.	5 73	Родин А.В.	
Комар А.А. (Тютин И.В.)	1 70	Недоспасов А.А. (Беда Н.В.)	7 35	(Мороз В.И., Кораблев О.И.)	9 25
Кораблев О.И.			8 33	Розен М.	7 18
(Мороз В.И., Родин А.В.)	9 25	Николенко А.Г.	10 82	Розенштраух Л.В.	1 86
Корнев П.Н. (Чесунов А.В.)	2 13	Николенко А.Г.			10 46
Коротаяв А.В. (Боринская С.А.)	6 73	(Беньковская Г.В.,		Розенштраух Л.В.	
Короткевич Г.В.	4 83	Поскряков А.В., Удалов М.Б.)	12 67	(Голицын С.П.)	10 51
Корочкин Л.И.	6 3	Никонов А.А.	3 47	Ромейко В.А.	
Краснов В.Н.	7 94		5 23	(Далин П.А., Перцев Н.Н.)	6 12
Кринов Е.Л.	5 11		11 21	Рубаник Н.К. (Басов И.А.)	6 65
Кузьменко Н.Е. (Еремин В.В.)	8 3	Никоро З.С.	3 67		

Рязанова Л.В. (Сытин А.К.)	6	92	Сурдин В.Г.	1	84	Филина Л.А.	9	92
Рянжин С.В.	4	18		2	64	Филинов И.А.		
Саввичев А.С. (Леин А.Ю.,				2	81	(Щетников А.А.)	7	43
Лейбман М.О., Передня Д.Д.)	7	25		3	30	Филиппова О.Е.	8	11
Садовничий В.А.	1	3		4	86			
Садчиков А.П.	12	45		9	86	Хижняк Т.В.	11	14
Свиточ А.А.	7	60	Сытин А.К.	11	30	Холлоуэй Д.	2	69
Семенов Д.В.	3	85	Сытин А.К. (Рязанова Л.В.)	10	91	Хомяков А.П. (Расцветаева Р.К.)	12	25
	5	84		6	92	Худяков Ю.С.	5	63
	7	85	Талалай П.Г.	11	32	Чарлиер Р.	3	54
	11	76	Тетельбаум Д.И. (Баянкин В.Я.)	4	9	Чарлиер Р.		
Силкин Б.И.	6	88	Тимирёва С.Н. (Величко А.А.)	5	54	(Аксельрод-Чарлиер К.)	12	79
Скворцов А.К.	12	4	Тихомиров В.Н.	10	94	Черепашук А.М.		
Смирнов А.В.	3	92	Ткачук В.А. (Парфенова Е.В.)	10	39	(Богданов М.Б.)	1	45
Смирнов В.В.			Токранов А.М. (Орлов А.М.)	8	22	Чесунов А.В. (Корнев П.Н.)	2	13
(Левицкий М.М.)	6	67	Трепет С.А.	7	48			
Смирнов Е.Н.	2	46	Трофимов Е.А. (Бендера Т.А.)	11	40	Шатко В.Г. (Демидов А.С.)	12	7
Смирнов Е.Н. (Гудрич Дж.)	4	48	Туманова Т.А. (Алифанов В.Р.,			Ширинский В.П.		
С.М.С.	2	68	Курзанов С.М.)	12	61	(Воротников А.В.)	12	39
Соболева Э.Л.			Тютин И.В. (Комар А.А.)	1	70	Ширшов П.П.	11	47
(Габбасов З.А.)	10	36	Удалов М.Б. (Николенко А.Г.,			Шполянская Н.А.	1	53
Сорокина М.Ю.	1	92	Беньковская Г.В.,			Штремель М.А.	12	66
	5	10	Поскряков А.В.)	12	67	Щетников А.А.	2	56
	8	91	Уфимцев Г.Ф.	8	29	Щетников А.А. (Филинов И.А.)	7	43
	11	57	Филатов Ф.П.	3	3	Ярошевский А.А.	1	35
Спирidonov Э.М.	7	46						
Сумароков А.Б.	10	22						

ПРИРОДА

Над номером работали

Ответственный секретарь
Е.А.КУДРЯШОВА

Научные редакторы
О.О.АСТАХОВА
Л.П.БЕЛЯНОВА
Е.Е.БУШУЕВА
М.Ю.ЗУБРЕВА
Г.В.КОРОТКЕВИЧ
К.Л.СОРОКИНА
Н.В.УЛЬЯНОВА
Н.В.УСПЕНСКАЯ
О.И.ШУТОВА

Литературный редактор
С.В.ЧУДОВ

Художественный редактор
Т.К.ТАКТАШОВА

Заведующая редакцией
И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА

Младший редактор
Г.С.ДОРОХОВА

Перевод:
С.В.ЧУДОВ

Набор:
Е.Е.ЖУКОВА

Корректоры:
В.А.ЕРМОЛАЕВА
Е.А.ПИМЕНОВА

Графика, верстка:
Д.А.БРАГИН

Свидетельство о регистрации
№1202 от 13.12.90

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

Адрес редакции: 119991,
Москва, ГСП-1, Мароковский пер., 26
Тел.: 238-24-56, 238-25-77
Факс: (095) 238-24-56
E-mail: priroda@naukaran.ru

Подписано в печать 14.11.2005
Формат 60×88 1/8
Офсетная печать, усл. печ. л. 10,32,
усл. кр.-отт. 67,8 тыс., уч.-изд. л. 12,2
Заказ 858
Набрано и сверстано в редакции

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