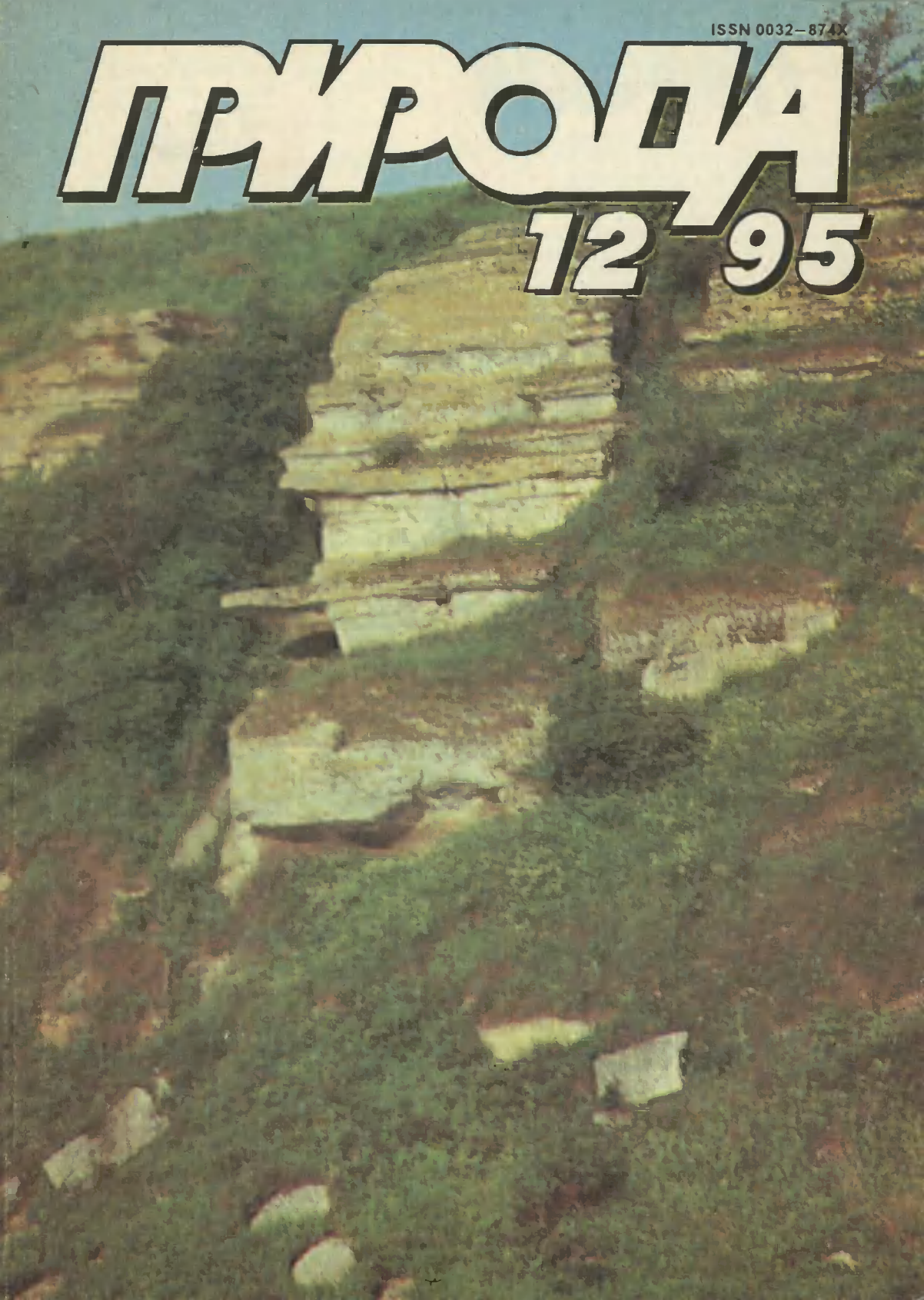


ISSN 0032-874X

ПРИРОДА

12 95



Главный редактор академик А.Ф.АНДРЕЕВ

Первый заместитель главного редактора А.В.БЯЛКО

Заместители главного редактора:

А.А.ГУРШТЕЙН (история естествознания),

А.А.КОМАР (физика),

А.К.СКВОРЦОВ (биология),

А.А.ЯРОШЕВСКИЙ (науки о Земле)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

И.Н.АРУТЮНЯН (редактор отдела физико-математических наук), О.О.АСТАХОВА (редактор отдела биологии и медицины), кандидат химических наук Л.П.БЕЛЯНОВА (ответственный секретарь), член-корреспондент РАН Н.А.БОГДАНОВ (геология), член-корреспондент РАН В.Б.БРАГИНСКИЙ (физика), член-корреспондент РАН А.Л.БЫЗОВ (физиология), доктор географических наук А.А.ВЕЛИЧКО (палеогеография), академик АМН А.И.ВОРОБЬЕВ (медицина), доктор биологических наук Н.Н.ВОРОНЦОВ (охрана природы), академик М.Е.ВИНОГРАДОВ (биоокеанология), член-корреспондент РАН С.С.ГЕРШТЕЙН (физика), доктор географических наук Н.Ф.ГЛАЗОВСКИЙ (география), академик Г.С.ГОЛИЦЫН (физика атмосферы), академик Г.В.ДОБРОВОЛЬСКИЙ (почвоведение), академик В.А.ЖАРИКОВ (геология), член-корреспондент РАН Г.А.ЗАВАРЗИН (микробиология, экология), М.Ю.ЗУБРЕВА (редактор отдела географии и океанологии), академик В.Т.ИВАНОВ (биоорганическая химия), академик В.А.КАБАНОВ (общая и техническая химия), Г.В.КОРОТКЕВИЧ (редактор отдела научной информации), академик Н.П.ЛАВЕРОВ (геология), Л.Д.МАЙОРОВА (редактор отдела геологии, геофизики и геохимии), доктор биологических наук Б.М.МЕДНИКОВ (биология), Н.Д.МОРОЗОВА (научная информация), доктор геолого-минералогических наук Л.Л.ПЕРЧУК (геология), доктор технических наук Д.А.ПОСПЕЛОВ (информатика), член-корреспондент РАН В.А.СИДОРЕНКО (энергетика), академик В.Е.СОКОЛОВ (зоология), академик В.С.СТЕПИН (философия естествознания), академик В.Н.СТРАХОВ (геофизика), Н.В.УСПЕНСКАЯ (редактор отдела философии, истории естествознания и публицистики), академик Л.Д.ФАДДЕЕВ (математика), доктор биологических наук М.А.ФЕДОНКИН (палеонтология), доктор биологических наук С.Э.ШНОЛЬ (биология, биофизика), О.И.ШУТОВА (редактор отдела экологии и химии), доктор физико-математических наук А.М.ЧЕРЕПАЦУК (астрономия, астрофизика).

НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Выходы девонских известняков в долине Дона. См. в номере: Мильков Ф.Н., Бережной А.В. Гельция Гора - Мекка натуралистов.

Фото А.В.Бережного

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Стеллаж с коллекцией семян, собранной во времена Вавилова. См. в номере: От Вавилова до наших дней.



Издательство «Наука» РАН

© Российская академия наук
журнал «Природа» 1995

В НОМЕРЕ

3 Кудрявцев Е.Г.
ПЛУТОНИЙ: РАЗНООБРАЗИЕ
ПОДХОДОВ И МНЕНИЙ

Проблемы, связанные с плутонием — радиоактивным элементом, который применяется в атомной энергетике и потенциально несет в себе опасности для человека, — находятся в фокусе общественного интереса.

12 Кашкаров П.К., Тимошенко В.Ю.
ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ПОРИСТОГО
КРЕМНИЯ

Найден способ получения наноструктур на поверхности кристаллического кремния — слоев пористого кремния с элементами нанометровых размеров. При пропускании тока или освещении этих слоев возникает свечение — электро- или фотолюминесценция с частотой, зависящей от размеров элементов наноструктуры.

21 Журавлев А.Ю.
МИР, КОТОРОГО НЕ МОЖЕТ
БЫТЬ

Новые находки в отложениях кембрийского периода (около 550 млн. лет назад) более значимы, чем открытие археоптерикса, поскольку не только выявляют родственные отношения современных типов животных, но и позволяют по-иному трактовать эти связи.

**29 МЕДАЛЬ МЕНДЕЛЯ — ПОЧЕТНАЯ
НАГРАДА ГЕНЕТИКУ**

30 Флоренский П.В., Глазовская Л.И.
СТЕКЛЯННЫЙ ШАРИК ВЕРХНЕ-
ПЕРМСКОГО ВОЗРАСТА

34 Мильков Ф.Н., Бережной А.В.
ГАЛИЧЬЯ ГОРА — МЕККА НАТУ-
РАЛИСТОВ

Более 100 лет внимание специалистов привлекает необычная для равнины растительность на нескольких участках в долине Дона. Ныне здесь уникальный, островной микрозаповедник «Галичья Гора».

КРАСНАЯ КНИГА ДОМАШНИХ
ЖИВОТНЫХ

46 Столповский Ю.А., Уханов С.В.
ЯРОСЛАВСКАЯ ПОРОДА КРУП-
НОГО РОГАТОГО СКОТА

**50 ИСКУССТВЕННЫЕ ШАРОВЫЕ
МОЛНИИ**

52 Хаин В.Е.
ВОЛГА, ВЕЛИКАЯ И ДРЕВНЯЯ
ИСТОРИЯ ОДНОЙ ГИПОТЕЗЫ

В некоторые эпохи мезозоя и кайнозоя устье Волги находилось в области современного Каспия. Это предположение возникло более 65 лет назад у В.П.Батурина, ухватившегося за тонкую ниточку — находку относительно редко-го минерала в нефтеносной толще Апшерона.

59 От Вавилова до наших дней
Мысль Н.И.Вавилова о необходимости планомерной работы по сохранению генетических ресурсов растений сегодня получила реальное воплощение. Во многих странах мира приняты государственные программы в этой области, однако в России такой программы еще нет.

Драгавцев В.А. СТРАТЕГИЧЕСКИ ВАЖНЫЙ КАПИТАЛ (59)
Хоукс Дж.Г. АКАДЕМИК Н.И.ВАВИЛОВ (63)

**68 ОТКРЫТИЕ ГЛЮОНА ОТМЕЧЕНО
ПРЕСТИЖНОЙ ПРЕМИЕЙ**

70 НОВОСТИ НАУКИ

82 КОРОТКО

84 НОВЫЕ КНИГИ

РЕЗОНАНС

86 Ранюк Ю.Н.
М.А.КОРЕЦЬ И Л.Д.ЛАНДАУ В
КОЛЬЦЕ ХАРЬКОВСКИХ СПЕЦ-
СЛУЖБ

ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ

93 НЕИЩЕРПАЕМЫЙ МИР ЗУБРА
(Снова о Н.В.Тимофееве-Ресовском)
**Ромпе Р. СРЕДИ БЕРЛИНСКИХ
ФИЗИКОВ (94)**

Аутрум Г.-И. В ПАМЯТИ НЕМЕЦКОГО ФИЗИОЛОГА (97)

**100 Тематический и авторский
указатели журнала «Природа»
1995 года**

«Природа благодарит Российский фонд фундаментальных исследований за финансовую поддержку.

«Природа» благодарит фонд Дж. Сороса «Открытое общество» за существенную поддержку журнала и подписку на него библиотек России, других стран СНГ и Балтии.

IN THIS ISSUE

- 3 Kudriavtsev E.G.**
PLUTONIUM: VARIETY OF OPINIONS AND OPTIONS

Different views are exchanged in the scientific community and media of plutonium management, its danger and prospects for use.

- 12 Kashkarov P.K., Timoshenko V.Yu.**

LUMINESCENCE OF POROUS SILICON

Researchers have recently developed an effective method allowing producing nanostructures on the surface of crystalline silicon, i.e., layers of porous silicon with the elements of nanometer size. These layers give electro- or photoluminescence when either passing current or lighting. Luminescence frequency depends on sizes of nanoelements.

- 21 Zhuraviev A.Yu.**
WORLD WHICH CAN'T BE

During last years, the ideas on the earliest stages of the metazoan evolution changed drastically. New finds from Cambrian strata (about 550 million years ago) are more significant than the find of Archaeopteryx because they allow us to introduce new interpretation of relationships among recent phyla of animals.

- 29 Geneticist receives Mendel's Award**

- 30 Florensky P.V., Glazovskaya L.I.**
GLASS BALL OF UPPER PERMIAN PERIOD

- 34 Mil'kov F.N., Berezhnoi A.V.**
GALICH'YA MOUNTAIN IS MECCA FOR NATURALISTS

More than a century Don valley's plants unusual for plains pay attention experts. Today unique island microreserve "Galich'ya Mountain" is there.

RED BOOK OF DOMESTIC ANIMALS

- 46 Stolpovsky Yu.A., Ukhanov S.V.**
THE YAROSLAVL BREED OF CATTLE

- 50 Artificial Globe Lighting**

- 52 Khain V.E.**
THE GREAT AND ANCIENT VOLGA RIVER
HISTORY OF A HYPOTHESIS

Recently obtained data confirms that in some epochs of the Mesozoic and Cenozoic eras the Volga estuary was formed in the regions occupied today on the Caspian Sea. Some 65 years ago such hypothesis was arisen by V.Baturin who made this proposition after he found some infrequent mineral in the Apsheron oil field.

- 59 VAVILOV'S IDEAS SERVE TODAY**
Vavilov always stressed the need in the carefully planned approach toward the problem of preserving plant genetic resources. Today many nations turned to the state-funded programs in the domain though Russia still has not such a program yet.

Dragavtsev V.A. CAPITAL OF STRATEGIC VALUE (59)

Howks G.H. ACADEMICIAN NICOLAI VAVILOV (63)

- 68 PRESTIGIOUS AWARD FOR THE DISCOVERY OF GLUON**

- 70 SCIENCE NEWS**

- 82 NEWS IN BRIEF**

- 84 BOOK REVIEWS**

RESONANCE

- 86 Ranyuk Yu. N.**
LANDAU AND KORETS IN THE RING OF KHARKOV SECURITY

MEETING THE FORGOTTEN PAST

- 93 INEXHAUSTIBLE WORLD OF TI-MOFEEV-RESOVSKY**
Rompe R. AMONG THE BERLIN PHYSICISTS' (94)

Autrum H.-J. GERMAN PHYSIOLOGIST RECALLS (97)

- 100 Priroda — 1995: Annual Contents**

Плутоний: разнообразие подходов и мнений

Е.Г. Кудрявцев

Контрабандные перевозки и хищения ядерных материалов, угроза ядерного терроризма, радионуклиды в окружающей среде — эти и многие другие опасности все чаще связывают с плутонием, элементом с уникальными свойствами и трудной судьбой.

Плутоний известен прежде всего как начинка для ядерного оружия и токсичный радиоактивный элемент. Его обнаружение даже в небольшом (несколько граммов) количестве широко комментируется российскими и западными средствами массовой информации.

Наибольшее внимание привлек случай «вылова» спецслужбами Германии в 1994 г. плутония якобы российского происхождения и будто бы из ядерных арсеналов.

Напомним, что 10 августа прошлого года в аэропорту г. Мюнхена был задержан некий колумбиец, прилетевший рейсом «Люфтганзы» из Москвы. В его багаже был найден стальной контейнер с 363 г оксида плутония, смешанного с ураном. Несмотря на приписываемое ядерной находке российское происхождение и попытки связать ее с атомным оружием, в Москву для исследования образцы этого плутония нашим специалистам переданы не были.

Ядерные материалы «по определению» могут иметь двойное применение. Важно, однако, чтобы любая ядерная деятельность находилась под эффективным национальным или международным контролем.

В журнале «Природа» (1995. № 8. С. 3) министром Российской Федерации по атомной энергии В.Н.Михайловым уже затрагивалась эта тема. Речь шла, в частности, об опасениях США, связанных с возможным применением Ираном российских технологий для военных целей. Международный рынок ядерных технологий и ядерных материалов отличается жестокой конкурентной борьбой. Россия стремится сохранить свои позиции на рынке урана и услуг по его обогащению.

Здесь мы продолжим тему ядерных материалов, но теперь обратимся к плутонию — проблемам существующим и мнимым, связанным с этим радиоактивным элементом.



Евгений Георгиевич Кудрявцев, кандидат химических наук, главный специалист Главного ядерно-химического управления Минатома России. Область профессиональных интересов — прикладная радиохимия, переработка ядерных отходов, безопасность ядерного топливного цикла.

ПЛУТОНИЙ, новости и слухи, с ним связанные, привлекают постоянное внимание средств массовой информации. Можно услышать и прочитать¹, что:

плутоний — самое токсичное вещество на планете и самый опасный компонент любых радиоактивных отходов;

любое ядерное предприятие или АЭС — неременный источник радиоактивного, в том числе плутониевого, загрязнения;

плутоний и регенерированный уран для ядерной бомбы можно выделить из топлива АЭС даже в небольшой лаборатории;

© Кудрявцев Е.Г. Плутоний: разнообразие подходов и мнений.

¹ Яблоков А.В. Ядерная мифология конца XX века // Новый мир. 1995. № 2. С. 90—107; Плутоний в России. Экология, экономика, политика // Центр экологической политики России. Центр ядерной экологии и энергетической политики Социально-экологического союза. М., 1994.

плутониевое топливо невозможно эффективно использовать на существующих АЭС;

от плутония, а заодно и от атомной энергетики следует избавиться любым путем и как можно скорее.

Давайте попытаемся разобраться, что из сведений о плутонии соответствует действительности.

ПОЛУЧЕНИЕ Pu И ЕГО НАХОЖДЕНИЕ В ПРИРОДЕ

В 1940 г. американскими учеными Г.Сиборгом, Дж.Кеннеди и А.Валем был открыт ^{238}Pu . Весной 1941 г. Сиборг с сотрудниками обнаружили и впервые выделили четверть микрограмма ^{239}Pu после распада ^{239}Np , образовавшегося при облучении ^{238}U нейтронами. Вслед за ураном и нептунием новый элемент получил свое имя в честь открытой в 1930 г. планеты Плутон. (В греческой мифологии Плутон, он же Аид, — бог царства мертвых.) На ядерные исследования и создание атомной промышленности в США; как позднее и в СССР, были брошены огромные силы и средства. В короткий срок были изучены ядерные и физико-химические свойства плутония, организованы его реакторное производство и химико-металлургическая переработка. В июле 1945 г. взорвали первую американскую плутониевую бомбу².

Работы по созданию ядерного оружия в СССР развернулись ударными темпами сразу после войны. Первые эксперименты с «импульсными» количествами плутония и нептуния были начаты в Ленинграде и Москве в 1944—1945 гг., в 1947 г. технология получения плутония была отработана на опытной установке в Москве, а зимой 1948/49 года на заводе Б комбината № 817 (теперь ПО «Маяк») получили первый промышленный плутоний³.

Плутония в природе практически не было, пока США, а потом СССР и

другие ядерные державы не создали атомную бомбу и не начали проводить испытания на земле, в атмосфере и на море. За счет несовершенных технологий переработки плутоний попал в окружающую среду в местах расположения ядерных производств США, СССР, Великобритании и других стран. По оценкам Комитета по окружающей среде ООН, около 3.9 т суммы изотопов ^{239}Pu и ^{240}Pu выпало на земную поверхность.

При тщательном изучении в руде богатых урановых месторождений плутоний все-таки обнаруживается, хотя и в ничтожно малой концентрации. Можно вспомнить и такой природный источник плутония, как ядерный реактор в Окло (Африка), действовавший в естественных условиях многие миллионы лет назад на богатейшем урановом месторождении и нарабатывавший плутоний, в те далекие годы никому ненужный и позднее благополучно распавшийся.

Наконец, плутоний образуется из урана при действии всепроникающих космических лучей. Уран на нашей планете был всегда, причем раньше его было гораздо больше — значительная часть за прошедшие миллиарды лет распалась. В малых количествах уран рассеян везде: в гранитах, фосфоритах, апатитах, морской воде, почве и т.д., так что говорить об абсолютной чужеродности плутония для биосферы не вполне корректно.

Важно подчеркнуть, что в настоящее время ученые могут достаточно быстро и точно определить присутствие радиоактивных элементов в воде, почве, растениях. Сделать это гораздо проще, чем измерить в природных объектах высокие концентрации токсичных органических веществ или тяжелых металлов (ртути, таллия, свинца или кадмия). В такой ситуации, конечно, легче «искать под фонарем» и обвинять радиоактивность вообще, и атомщиков в частности, в возникновении экологических проблем. Исследовать же действительные причинно-следственные связи воздействия промышленности на состояние природы —

² Rhodes R. The Making of the Atomic Bomb. New York, 1988. P. 352—356.

³ Круглов А.К. Как создавалась атомная промышленность в СССР. М., 1995.

хлопотное, а зачастую и весьма неблагоприятное занятие.

ТОКСИЧНОСТЬ Pu

Токсичность плутония связана прежде всего с его радиологическими свойствами — при попадании Pu в организм происходит облучение α -частицами тех тканей, где он «застрял». Это потенциально чревато возникновением онкологических заболеваний. Химическая токсичность плутония несопоставима с радиологической. Если радиологическую токсичность ^{238}U принять за единицу, этот же показатель для плутония и некоторых других элементов образует ряд:

^{235}U	1,6,
^{239}Pu	$5.0 \cdot 10^4$,
^{241}Am	$3.2 \cdot 10^6$,
^{90}Sr	$4.8 \cdot 10^6$,
^{226}Ra	$3.0 \cdot 10^7$.

Критерием выбрана предельно допустимая массовая концентрация элемента в воде, установленная действующими «Нормами радиационной безопасности»⁴. Можно видеть, что плутоний отнюдь не самый «самый» среди радионуклидов в отношении радиологической угрозы.

Повышенные меры предосторожности при работе с плутонием и постоянный контроль персонала плутониевых производств связаны со способностью этого элемента задерживаться в организме, прежде всего в печени и скелете, что ведет к их переоблучению. Период биологического выведения половины накопленного плутония из печени составляет 20 лет, а из скелета — 50 лет, что сопоставимо с длительностью человеческой жизни⁵.

Токсичность этого элемента сильно зависит от пути его поступления в организм. Плутоний, попавший в желудочно-кишечный тракт, менее ядовит, чем хорошо известные яды цианид

или стрихнин. Для получения летальной дозы необходимо проглотить 0.5 г Pu (цианида хватило бы 0.1 г). При вдыхании его химическая токсичность сопоставима с парами ртути или кадмия⁶.

Паразитально, но ученые не имеют ни одного факта, однозначно свидетельствующего о смертельном отравлении кого-либо плутонием. К примеру, в 1945—1946 гг. ученые США получили достоверные данные о поведении Pu в организме человека из экспериментов по инъекциям плутония 18 обреченным больным, но прямого воздействия Pu не обнаружили⁷.

В настоящее время аналогичные исследования ведутся в Великобритании с применением короткоживущего изотопа ^{247}Pu в опытах с добровольцами⁸.

Если органы дыхания как наиболее уязвимые для попадания аэрозолей плутония надежно защищены, то его токсичное воздействие относительно невелико: из желудочно-кишечного тракта он практически не усваивается (коэффициент перехода от 10^{-4} до 10^{-5} для разных форм Pu), а через кожные покровы, которые одновременно задерживают α -излучение изотопов ^{238}Pu — ^{240}Pu , этому элементу очень трудно проникать.

В недавно опубликованной работе У.Сатклиффа и др.⁹ дан анализ гипотетической ситуации, когда плутоний используется террористами при попытке отравить население крупного города (например, Мюнхена). В случае растворения 300 г Pu в крупном водохранилище, снабжающем город питьевой водой, только 3 мг останется в воде, а основная часть плутония в результате гидролиза попадет в донные отложения или системы фильтрации. Если весь этот плутоний (3 мг)

⁶ Plutonium Fuel. An Assessment. Report by an Expert Group. OECD. Paris, 1989.

⁷ См. сноску 5.

⁸ Войс Э. Эксперименты с плутонием in vivo // Природа. 1993. № 8. С.92—93.

⁹ Sutcliffe W.G. et al. A Perspective on the Dangers of Plutonium. Center for Security and Technology Studies, Livermore (California), 1995.

⁴ Нормы радиационной безопасности НРБ-76/87 и основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87. М., 1988.

⁵ The Metabolism of Plutonium and Related Elements. ICRP Publication 48. Oxford, 1986.

будет потреблен жителями, то можно ожидать дополнительно 0.006 смертей от рака.

Большое количество экспериментальных данных получено за прошедшие годы по поведению Pu в природе. Так, например, выяснено, что во многих случаях он очень плохо (с коэффициентами 10^{-5} — 10^{-8}) переходит из почвы в растения. Этот элемент быстро и прочно фиксируется частицами почвы, а затем очень медленно мигрирует с водными потоками. Попавший в моря и океаны плутоний постепенно осаждается и закрепляется в донных слоях.

ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Плутоний обладает уникальным комплексом ядерных и физико-химических свойств. Так, плотность чистого плутония при нагревании уменьшается от 19.82 до 14.7 г/см³ и вновь растет до 16.52 г/см³. Поэтому для ядерных зарядов металлический плутоний легируют специальными добавками. В растворе плутоний может одновременно находиться в степенях окисления от +3 до +6, что делает его химию исключительно сложной и интересной.

В атомных реакторах за счет комплекса параллельных и последовательных ядерных реакций образуется набор изотопов плутония от 236-го до 244-го. Их химические свойства одинаковы, а ядерные существенно различаются (табл. 1). Изотопы имеют разные периоды полураспада $T_{1/2}$ (время, за которое распадается половина атомов): ²³⁸Pu — 87.7 г., ²⁴¹Pu — лишь 14.1 г., а период полураспада самого «знаменитого» ²³⁹Pu составляет 24.1 тыс. лет. Изотопы ²³⁹Pu и ²⁴¹Pu хорошо делятся тепловыми нейтронами, поэтому «нечетный» плутоний и образуется, и одновременно «выгорает» в реакторах АЭС типа ВВЭР, PWR, CANDU, РБМК; четные изотопы при этом накапливаются. Различия в ядерных свойствах изотопов приводят к изменению состава плутония, образующегося в разных реакторах и даже в разных зонах одного реактора.

Чем дольше работает ядерное

топливо в активной зоне реактора типа ВВЭР, тем больше в нем четных изотопов и тем ниже энергетическая ценность этого плутония для использования в качестве вторичного ядерного топлива. В реакторах на быстрых нейтронах делятся (выгорают) как нечетные, так и четные изотопы. Поэтому состав плутония в топливе «быстрых» реакторов относительно стабилен.

В отработавшем топливе реакторов ВВЭР-1000 или PWR содержится ориентировочно от 0.8 до 1% невыгоревшего ²³⁵U и от 0.95 до 1.2% плутония; примерно 3—4% массы топлива составляют продукты деления, остальные 94—95% — ²³⁸U. Согласно сделанным оценкам, около 50% энергии, производимой АЭС, образуется за счет деления плутония. Плутоний неизбежно нарабатывается, «горит» в топливе АЭС и вырабатывает электроэнергию даже тогда, когда первоначально в реактор загружается только урановое топливо.

Изотопный состав плутония в отработавшем топливе разных реакторов различен (табл. 2). Плутоний из энергетических реакторов обычно называют «гражданским» или «энергетическим»; а наработанный в специальных (промышленных) реакторах, — «оружейным». Как нетрудно заметить, это материалы, существенно различающиеся по изотопному составу. В разных реакторах при разном выгорании топлива образуется плутоний, состав которого значительно варьируется. Кроме того, в мире существуют сотни различных исследовательских реакторов, отработавшее топливо которых может иметь совсем другой состав. Поэтому, если обнаружен, например, контрабандный плутоний, по его изотопному составу можно ориентировочно оценить, из топлива какого реактора он выделен и, что самое важное, имеет ли он отношение к ядерному оружию. Если состав отличается от приведенного в табл. 2, то, вообще говоря, идентифицировать источник такого плутония непросто.

Каждый ядерный материал имеет «свое лицо». Он несет в себе

Таблица 1

Свойства некоторых изотопов Pu и ²³⁵U (Plutonium Fuel. Paris, 1989)

Изотоп	Период полураспада, г.	Основной тип радиоактивного распада	Относительная энергетическая ценность (²³⁹ Pu=1)	
			в тепловом реакторе	в быстром реакторе
²³⁸ Pu	87.7	α-распад, спонтанное деление	-1.0	+0.5
²³⁹ Pu	24 100	α-распад	1.0	1.0
²⁴⁰ Pu	6560	α-распад, спонтанное деление	-0.4	+0.2
²⁴¹ Pu	14.1	β-распад	+1.3	+1.4
²⁴² Pu	37 500	α-распад, спонтанное деление	-1.4	+0.1
²³⁵ U	7 · 10 ⁸	α-распад	+0.8	+0.7

отпечаток того завода, на котором получен, и тех задач, для которых предназначается.

Дополнительную информацию о происхождении и истории плутония можно получить, измерив количество ²⁴¹Am, накопившегося в ядерном материале при хранении за счет распада ²⁴¹Pu: чем больше его превратилось в ²⁴¹Am, тем дольше лежал материал после переработки.

В качестве «отпечатков пальцев» помимо изотопного состава могут быть использованы те свойства ядерного материала, которые меняются в зависимости от его предыстории: из какого соединения и как его получили, какие радиоактивные и нерадиоактивные примеси остались в нем после операций очистки и т.д. Так, обнаруженные летом 1994 г. в Германии плутоний и уран по составу соответствовали энергетическим материалам и не имели никакого отношения к ядерному оружию. Существует обоснованное мнение, что вся эта операция (только ли эта?) была сфабрикована германскими спецслужбами¹⁰. До сих пор не было зафиксировано ни одного случая обнаружения на Западе оружейных ядерных материалов из России.

ПЕРЕРАБОТКА ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

Проблемы использования плутония в первую очередь связаны с заключительной стадией топливного цикла. Среди государств, имеющих АЭС, сейчас нет единства в отношении переработки использованного топлива.

Одни страны (например, США, Канада, Швеция) считают переработку нецелесообразной и планируют захоранивать непереработанное топливо в глубокие подземные могильники. Этот вариант называют «открытым топливным циклом», потому что ни уран, ни плутоний больше не используются. Надо сказать, что пока, кроме небольших подземных исследовательских лабораторий, ни одного могильника для отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) не построено. Однако технические проблемы представляются вполне преодолимыми, и вопрос лишь во времени и наличии необходимых средств.

Другие страны (в частности, Франция, Япония, Бельгия, Великобритания, Индия) сделали ставку на переработку топлива и повторное использование урана и плутония, т.е. на замкнутый цикл. На захоронение направляются только отвержденные отходы, причем объем высокоактивных отходов (и соответственно затраты на их дорогостоящее глубокое захоронение) оказывается существенно меньше, чем в случае непереработанного топлива.

И, наконец, ряд стран (в том

¹⁰ Суриков А. Ядерный чемоданчик с тройным дном // Ядерный контроль. 1995. № 8. С.15-17.

Таблица 2

Изотопный состав плутония в отработавшем топливе различных АЭС

Тип реактора	Выгорание, ГВт · сут/т U	Изотопный состав, % Pu				
		²³⁸ Pu	²³⁹ Pu	²⁴⁰ Pu	²⁴¹ Pu	²⁴² Pu
ВВЭР-440	10	0.2	69.7	20.3	8.4	1.3
	22	0.8	59.9	22.9	12.8	3.6
	30	1.2	59.2	22.1	13.6	3.9
ВВЭР-1000	40	1.6	44.1	30.4	16.4	7.3
LWR	33	1.3	56.6	23.2	13.9	4.7
	43	2.0	52.5	24.1	14.7	6.2
AGR	18	0.6	53.7	30.8	9.9	5.0
BWR	27.5	2.6	59.8	23.7	10.6	3.3
Magnox	5	—	68.5	25.0	5.3	1.2
CANDU	7.5	—	66.0	26.6	5.3	1.5
РБМК-1000*	18	0.8	44.0	40.0	9.0	6.2
БН-600**	—	0.1	85.0	13.5	1.0	0.1
Оружейный плутоний	—	0.05	93.6	6.0	0.4	0.05

Примечания. * Расчетные данные. ** Расчетные данные при загрузке реактора оружейным плутонием.

числе Германия, Корея и др.) заняли выжидательную позицию и склоняются к так называемому отложенному топливному циклу. Действительно, топливо после выгрузки из реактора технически можно несколько десятилетий хранить либо в заполненных водой, либо в сухих хранилищах, отложив решение его судьбы «на потом». Это означает не вполне корректное решение переложить существующую проблему на плечи наших детей или даже внуков.

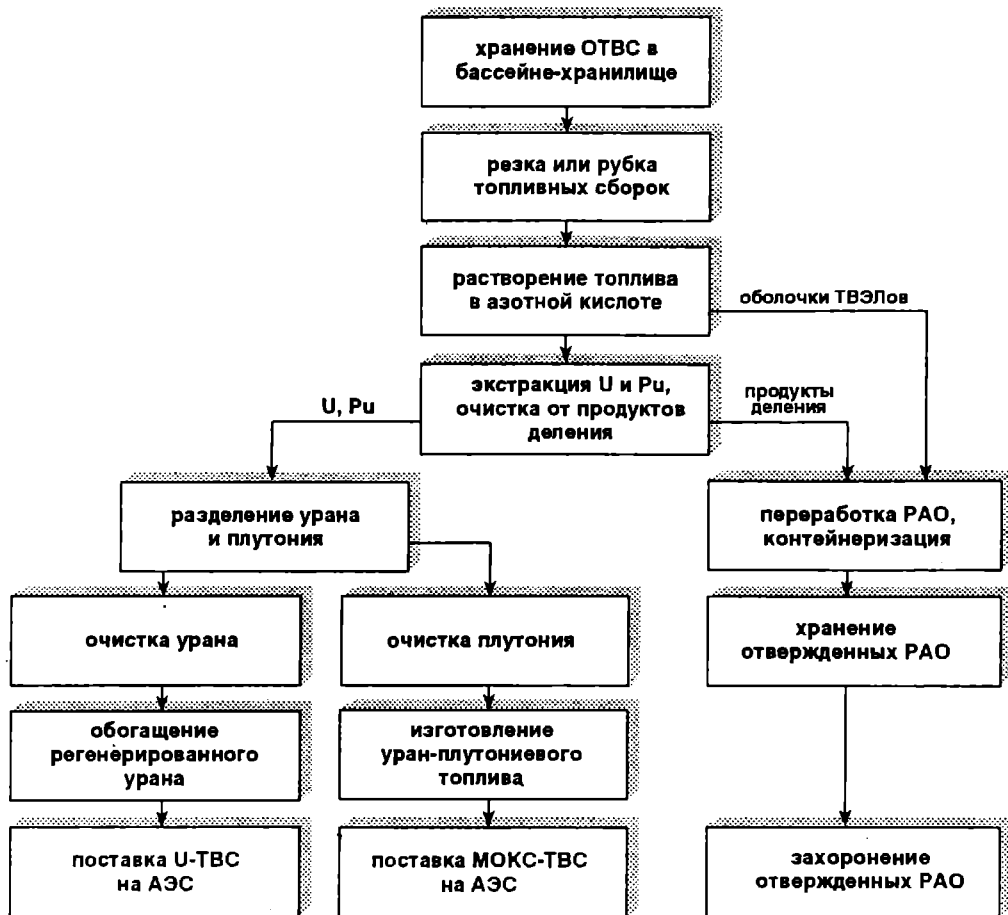
Сейчас в мире действует несколько радиохимических заводов по переработке топлива АЭС. Их потенциальная мощность составляет: во Франции 2250 т/г., в Великобритании — 2700, России (ПО «Маяк») — 400, Японии — 100 (к 2000 г. планируется 900 т/г.), Индии — 200 т/г. Заводы Франции и Великобритании за плату со стороны поставщика перерабатывают топливо АЭС, в основном реакторов PWR и BWR, цена переработки достигает 1 млн. долл. за 1 т ОЯТ. В России на ПО «Маяк» перерабатывается топливо ВВЭР-440, БН-600, атомных ледоколов и подводных лодок, а также исследовательских реакторов.

Переработка ядерного топлива включает ряд операций, подробно описанных в литературе¹¹. (В принципе аналогичный набор операций использовался и для выделения оружейного плутония на оборонных заводах.)

Современные радиохимические заводы — это крупные комплексные производства, где все операции осуществляются дистанционно, персонал защищен от воздействия излучения. Глубоко заблуждаются те, кто считает, что в относительно небольшой радиохимической лаборатории можно переработать сборки современной АЭС, содержащие по полмиллиона кюри радиоактивных осколков, и таким образом тайком выделить несколько килограммов плутония для «подпольной» атомной бомбы.

Промышленная переработка ОЯТ сама по себе не означает возможности создания атомного оружия. Так, по мнению министра РФ по атомной энергии В.Н.Михайлова, выделение плутония — это лишь четверть пути от ядерного материала до реальной бомбы.

¹¹ Землянухин В. И. и др. Радиохимическая переработка ядерного топлива АЭС. 2-е изд. М., 1989.



Основные операции по радиохимической переработке отработавшего топлива АЭС. ТВС — тепловыделяющая сборка; РАО — радиоактивные отходы; МОКС (mixed oxides, МОХ — англ.) — смешанные окислы урана и плутония, используемые как вторичное топливо; ТВЭЛ — тепловыделяющие элементы; ОТВС — отработавшая тепловыделяющая сборка.

Те страны, которые выбрали вариант переработки ОЯТ, в то же время активно продвигаются по пути повторного использования плутония в атомной энергетике.

КАК И ЗАЧЕМ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ПЛУТОНИЙ

В пользу переработки ОЯТ и использования плутония приводятся обычно два довода.

Этот токсичный и долгоживущий радиоактивный элемент безопаснее

сжечь в реакторе, чем создавать сложные системы для изоляции биосферы от десятков и сотен тонн плутония в непереработанном топливе.

Плутоний — ценный материал для долгосрочного развития атомной энергетики, и нецелесообразно отказываться от его использования в качестве топлива для существующих, но главное — для будущих атомных электростанций.

В атомной энергетике зарубежных стран плутоний уже используют тоннами в качестве вторичного ядерного топлива для АЭС.

Вторичное плутониевое топливо для тепловых реакторов — это обычно смесь окислов урана и плутония, содержащая ~5% энергетического плутония, смешанного (с высокой степенью однородности) с 95% природного

Таблица 3

Имеющиеся и планируемые предприятия по производству уран-плутониевого топлива в мире (Problems Concerning the Accumulation of Separated Plutonium. Report of an Advisory Group Meeting Held in Vienna, 26–29 April. IAEA, Vienna, 1993)

Страна, ядерный комплекс	Производительность по МОКС-топливу, т/г.*	
	в 1995 г.	в 2000 г. (проект)
Бельгия, Дессель	40	80
Франция, Кадараш	20	25
Маркуль	120	120
Япония, Токаи-мура	10	15**
Великобритания, British Nuclear Fuel	8	8 100
Германия, Хану	***	***
Россия, НИИАР, Димитровград	1****	1****
ПО «Маяк»	0.4	*****
США	0	0

Примечания. * Данные приведены для суммарного количества урана и плутония в топливе, т.е. при производительности 10 т/г. установка перерабатывает ~0.5 т плутония и ~9.5 т урана в год.

** Япония планирует в 2005–2010 гг. ввести в действие завод на 100 т/г. смешанного топлива.

*** В Германии в 1991 г. перестала действовать первая установка на 20 т/г., на которой было переработано в топливо 8.5 т. энергетического плутония. В 1995 г. принято решение не завершать строительство в Хану практически построенного нового завода на 120 т/г. Будущее этого завода пока не определено.

**** В НИИАР изготавливается смешанное топливо для экспериментального реактора БОР-60. В таблице показана потенциальная мощность установки, реальная — ниже.

***** Проектная производительность Комплекса 300 на ПО «Маяк» составляет 15–20 т/г. топлива для БН-600 и БН-800, что соответствует 5–6 т/г. по плутонию.

или обедненного урана (изотопный состав и содержание ^{235}U в них различны). Для быстрых реакторов состав уран-плутониевого топлива иной: обычно плутония в таком топливе 20–30%, остальное — уран.

Несмотря на быстрый рост мощностей промышленных и полупромышленных установок для изготовления смешанного топлива (табл.3), количество накопленного энергетического плутония постепенно возрастает.

Таблица 4

Возможность использования плутония в российских реакторах (данные Физико-энергетического института из отчета «Техническое исследование производства уран-плутониевого топлива из оружейного плутония и возможности его применения в ядерной энергетике». Минатом России — Siemens — GRS, 1995)

Тип реактора	Загрузка Pu, кг/г.	Выход Pu, кг/г.	Баланс, кг/г.
1 ВВЭР-1000	0	223	+223
2 ВВЭР-1000	254	308	+54
3 ВВЭР-1000	364	395	+31
4 БН-600	1141	1053	-88
5 БН-800	1637	1508	-129

Примечания. Реактор ВВЭР-1000 загружается в первом случае традиционным низкообогащенным UO_2 -топливом (4,3% ^{235}U — в качестве эталонного примера), во втором — на одну треть МОКС-ТВС (содержание плутония 3,5%; материал-носитель — обедненный диоксид урана с 0,25% ^{235}U и на две трети урановыми ТВС с 4,2% ^{235}U , в третьем — на одну треть МОКС-ТВС, но с более высоким содержанием плутония в смеси оксидов (5% Pu) и с более низким обогащением урана (3,7 ^{235}U) в урановых ТВС. Реакторы БН-600 и БН-800 загружаются на 100% уран-плутониевым топливом.

По оценкам МАГАТЭ, сейчас в хранилищах находится ~110 т энергетического плутония. Ожидается, что до 2000 г. его запасы увеличатся до 150–170 т, а затем начнут снижаться ежегодно на 7–20 т. Многое будет зависеть от ситуации на рынке урана, влияния политических и других факторов.

Согласно данным таблицы 3, происходит решительное продвижение к крупномасштабному промышленному использованию плутония во Франции, Великобритании, Японии и Бельгии.

Кризис, переживаемый атомной промышленностью и наукой в России, привел к резкому замедлению строительства новых АЭС, в том числе запланированных первых блоков Южно-Уральской АЭС с реакторами на быстрых нейтронах БН-800. По плану Минатома именно эта станция должна стать первым крупным потребителем плутония в России. Вместе с фактической остановкой ее строительства замерла и стройка цеха на ПО «Маяк», спроектированного для изготовления уран-плутониевого топлива для реакторов БН-600 и БН-800.

Для сжигания плутония наиболее эффективно использование быстрых реакторов БН (табл. 4). Использование плутония в тепловых реакторах приводит к некоторому замедлению темпов наработки этого элемента в топливном цикле. Создание парка энергетических быстрых реакторов потребует больших затрат и, видимо, начнется только в следующем веке.

КАК ИЗБАВИТЬСЯ ОТ ЛИШНЕГО ПЛУТОНИЯ

Количество плутония, накопленно-го в арсеналах США и бывшего СССР, достаточно велико; по разным оценкам, на обе державы приходится в сумме примерно 200 т оружейного плутония. При условии соблюдения паритета в ходе первого этапа разоружения и выполнения договоров СНВ-1, -2 высвободится по ~50 т плутония в каждой стране.

В 1993—1994 гг. ученые Национальной академии наук США по заказу правительства изучали проблему, что делать с этим избыточным оружейным плутонием. Хотя вопрос касался американского плутония, исследование носило достаточно универсальный характер¹².

Рассматривались три основных варианта обращения с плутонием. После промежуточного непродолжительного хранения ядерного материала можно:

продолжать хранить плутоний (в той или иной форме) неопределенно долго;

сделать ядерный материал труднодоступным для какого-либо дальнейшего, и прежде всего военного, использования (например, смешать его с высокоактивными отходами, захоронить в глубоких могильниках или на дне океанов, уничтожить с помощью подземных ядерных взрывов и т.д.);

уничтожить плутоний как элемент или полностью удалить его из среды обитания человека (использовать в ядерных реакторах с постоянной пере-

работкой топлива либо, например, отправить в космическое пространство).

Взвесив все «за» и «против», американские эксперты пришли к выводу, что наиболее реальными и приемлемыми являются два способа ликвидации плутония:

использовать его в качестве топлива ядерных реакторов (есть отработанная технология, имеются лицензированные реакторы);

остекловать плутоний вместе с высокоактивными отходами и направить на окончательное захоронение (требуются доработка технологии и создание подземных могильников).

Такие способы уничтожения, как отправка плутония в космос, растворение в воде морей и океанов до безопасной концентрации и другие варианты ликвидации, а также неопределенно долгое хранение признаны менее перспективными или неприемлемыми. Важное значение, по мнению американских экспертов, имеет паритетность в ликвидации плутония со стороны США и России.

Универсального, быстрого и дешевого способа использования как энергетического, так и оружейного плутония пока нет. Но нет и острой необходимости в принятии поспешных решений, особенно по «закапыванию» столь дорогостоящего материала.

В выступлениях на многочисленных международных конференциях, посвященных этой проблеме, большинство ученых ратует за полезное использование плутония в ядерной энергетике. У России есть хороший опыт в этой области. В действующем реакторе БН-600 прошли испытания десятки сборок с плутониевым топливом, разработан новый реактор — утилизатор плутония БН-800. Но, чтобы двигаться вперед, нужны немалые средства. И конечно, необходимо сберечь имеющийся опыт и знания. В любом случае, плутониевая проблема — это надолго.

Возможно, в будущем в отношении плутония возникнут принципиально другие подходы.

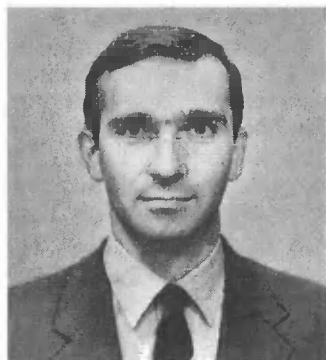
¹² Management and Disposition of Excess Weapons Plutonium. Washington (D.C.), 1994.

Люминесценция пористого кремния

П.К. Кашкаров, В.Ю. Тимошенко



Павел Константинович Кашкаров, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой общей физики и молекулярной электроники физического факультета МГУ. Научные интересы — взаимодействие лазерного излучения с поверхностью и физика твердотельных систем пониженной размерности.

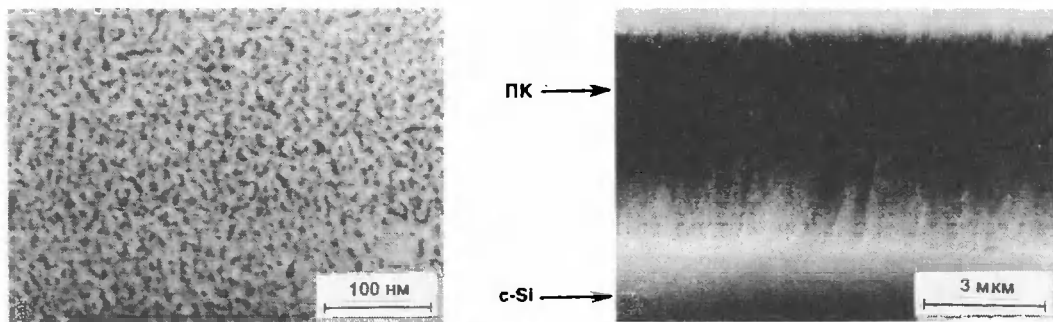


Виктор Юрьевич Тимошенко, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник той же кафедры. Научные интересы связаны с физикой поверхности полупроводников, твердотельными наноструктурами и оптическими явлениями в полупроводниках.

НЕОБЫЧНЫЙ КРЕМНИЙ

Химический элемент кремний (Si) — второй (после кислорода) по распространенности на Земле. Его содержание в земной коре оценивается в 27.6% по массе. Важнейшее достоинство кремния заключается в том, что во многих своих разновидностях — монокристаллический, поликристаллический или аморфный кремний — он проявляет полупроводниковые свойства. В настоящее время монокристаллический кремний (с-Si) представляет собой основной материал микроэлектронной технологии. На базе с-Si выпускаются разнообразные полупроводниковые приборы от дискретных диодов и транзисторов до сверхсложных интегральных микросхем и процессоров. Кроме того, широко используется высокая фоточувствительность кремния (изменение электропроводности при освещении), что позволяет преобразовывать световую энергию в электрическую. Этот эффект используется в кремниевых фотодиодах и солнечных элементах. Однако обратный процесс, т.е. достаточно эффективное преобразование электрической энергии в видимый свет, в кремниевых устройствах осуществить пока не удастся. Это связано с особенностями электронных свойств кремния, для которого маловероятны электронные процессы с испусканием оптических квантов.

Электронные свойства кремния можно изменить посредством формирования на его основе наноструктур — пространственно разделенных кремниевых участков с минимальными разме-



Поверхность (слева) и боковой скан образца пористого кремния, сформированного электрохимическим травлением в растворе HF. Фотографии получены в растровом электронном микроскопе высокого разрешения.

рами в несколько нанометров ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$). В этом случае носители заряда (электроны и дырки) приобретают дополнительную энергию вследствие квантового размерного эффекта. Обычно технология создания наноструктур в виде так называемых квантовых ям и квантовых точек (тонких слоев или мельчайших кристаллов, внедренных в другое вещество) довольно сложна; кроме того, полученные результаты пока не позволяют говорить о практическом использовании подобных кремниевых структур в светоизлучающих полупроводниковых устройствах.

Еще в 1956 г. А. Улиром (A.Uhlir) был получен так называемый пористый кремний (ПК)¹. Этот материал представлял собой монокристаллы c-Si, в которых в результате электрохимического травления образовалось огромное количество мельчайших пор. Плотность пор в некоторых образцах была столь большой, что происходило их перекрытие, и непротравленные участки кремния имели вид кораллоподобной системы нитей переменного сечения. Минимальные размеры сечения кремниевых нитей и их изолированных участков (кластеров) в пористом слое составляют, по данным электронной микроскопии, единицы нанометров. ПК обычно формируется как слой на

поверхности пластины c-Si, что очень важно для использования в микроэлектронике.

До недавнего времени интерес к ПК был связан прежде всего с его электро- и теплофизическими свойствами. Так, например, используя пористость данного материала, можно почти полностью его окислить и получить толстый изолирующий слой, или же, наоборот, ввести примеси, увеличивающие электропроводность. Первые сообщения о возможности излучения видимого света в ПК, полученном электрохимическим методом, датируются 1960 г., когда было обнаружено его заметное свечение. В 1984 г. была зафиксирована и исследована фотолюминесценция (ФЛ) — эмиссия света под действием оптического возбуждения — в ПК, охлажденном до температуры жидкого гелия. Однако интенсивные исследования этого явления тогда не проводились, что возможно, было связано с отсутствием ясной физической идеи, объясняющей наблюдаемые факты.

В конце 1990 г. в науке о полупроводниках произошла настоящая сенсация. Доктор Л. Кэнхэм (L.Canham) из Великобритании сообщил о наблюдении эффективной красно-оранжевой ФЛ из пористого кремния при комнатной температуре². Практически одновременно о сходных результатах информировала группа исследователей из

¹ Uhlir A. Electrolytic Shaping of Germanium and Silicon // Bell Syst. Tech. 1956. V.35. № 2. P. 333—347.

² Canham L.T. Silicon Quantum Wire Array Fabrication by Electrochemical and Chemical Dissolution of Wafers // Appl. Phys. Lett. 1990. V.57. № 10. P. 1046—1048.

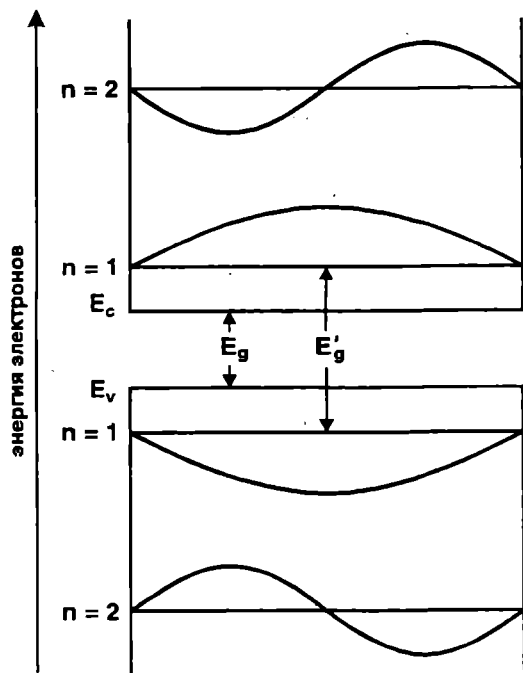


Схема возникновения квантового размерного эффекта. E_c — энергия дна зоны проводимости, E_v — энергия потолка валентной зоны, E_g — энергия запрещенной зоны, n — номер уровня размерного квантования.

Франции³. Авторы этих работ прямо связывали наблюдаемую люминесценцию с квантовым размерным эффектом в наноструктурах пористого слоя. Результаты весьма заинтересовали специалистов, и вскоре было получено сообщение о наблюдении электролюминесценции (ЭЛ) в данном материале. При ЭЛ излучение света происходит в результате прохождения электрического тока в полупроводнике, приводящего к возбуждению электронов и дырок с последующей их рекомбинацией. Количество публикаций по проблеме люминесцирующего ПК стало лавинообразно расти и в настоящее время измеряется сотнями статей в ведущих научных журналах. Главным стимулом интенсив-

ного изучения свойств ПК явилась перспектива его практического использования для создания кремниевых светоизлучающих устройств. Последнее позволило бы совершить качественный скачок в развитии полупроводниковой технологии. Однако сегодня можно уже сказать, что быстрого успеха в практическом применении ПК не удалось достигнуть. Данный материал оказался значительно более сложным, чем предполагалось вначале. В настоящее время ситуация в исследовании люминесценции ПК перешла, образно говоря, от «кавалерийской атаки» к «медленной осаде». Причем большое внимание уделяется не только явлению люминесценции, но и всей совокупности необычных физических свойств ПК.

Рассмотрим основные закономерности получения ПК, а также предполагаемые механизмы люминесценции и перспективы практического использования данного материала.

ПОЛУЧЕНИЕ И СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ

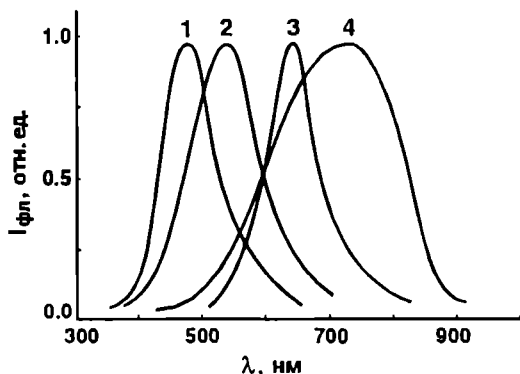
В основе стандартного способа формирования ПК лежит процесс электрохимического травления пластин c -Si в электролите на основе плавиковой кислоты (HF). При положительном потенциале на кремниевом электроде (аноде) протекают многоступенчатые реакции растворения и восстановления кремния. Вторым электродом (катодом) обычно служит платиновая пластина. При подходящем выборе плотности электрического тока на поверхности c -Si происходит формирование пористого слоя. Толщина пленки ПК практически линейно зависит от времени травления и может меняться от долей до сотен микрометров. Структура пористого слоя определяется плотностью тока, концентрацией HF в электролите и характером легирования кремниевой подложки. Так, например, для кремния с электронным типом проводимости (n -Si) или сильно легированного дырочного кремния (p^+ -Si) поры имеют вид перпендикулярных поверхности каналов диаметром в десятки наномет-

³ Bsiesy A., Vial J.C., Gaspard F. et al. Photoluminescence of High Porosity and of Electrochemically Oxidized Porous Silicon Layers // Surface Science. 1991. V. 254. № 1. P.195—200.

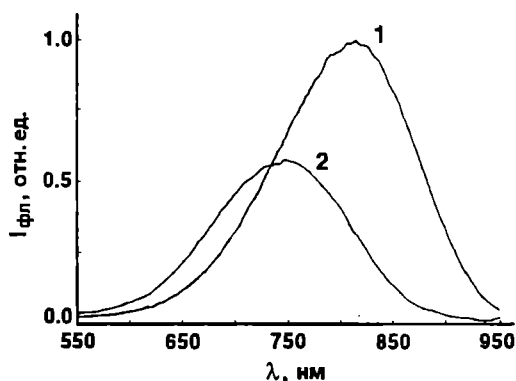
ров с более мелкими боковыми ответвлениями. Для образцов слабо легированного дырочного кремния (p-Si) или при освещении n-Si формируется структура в виде губки или коралла. Размеры пор и непротравленных участков при этом очень малы и составляют всего несколько нанометров⁴.

Многочисленными экспериментами установлено, что в ПК в основном сохраняется порядок расположения атомов, унаследованный от кремниевой подложки, хотя иногда и обнаруживается неупорядоченная аморфная фаза. Подобное противоречие не представляется неразрешимым. ПК характеризуется многочисленными границами раздела и огромной внутренней поверхностью (до 600 м² в одном кубическом сантиметре) и, следовательно, неупорядоченным расположением значительной части атомов, включенных в поверхностный слой элементов наноструктуры. Тем не менее, для модельных рассмотрений в первом приближении удобно представить пористый слой как область кристаллического кремния, из которой просто удалена часть вещества. Отношение удаленного объема к исходному называется пористостью. Величина пористости для люминесцирующего ПК составляет обычно от 50 до 85 %.

В многочисленных экспериментах установлена тесная взаимосвязь характеристик люминесценции и параметров пористого слоя, и это стимулирует разработку новых методов получения ПК. Недавно установлено, что люминесцирующий ПК можно формировать химическим травлением пластин c-Si в растворе HF:HNO₃ и без пропускания электрического тока⁵, и тогда он имеет вид тонкой (до 1 мкм) пленки. Предполагается, что пористый слой формируется вследствие протекания



Спектры электролюминесценции пористого кремния, полученного в разных режимах в растворе HF при освещении. Спектр люминесценции соответствует голубому (1), зеленому (2), оранжевому (3) и красному (4) свету (по: Jung K.H. et al. 1993).

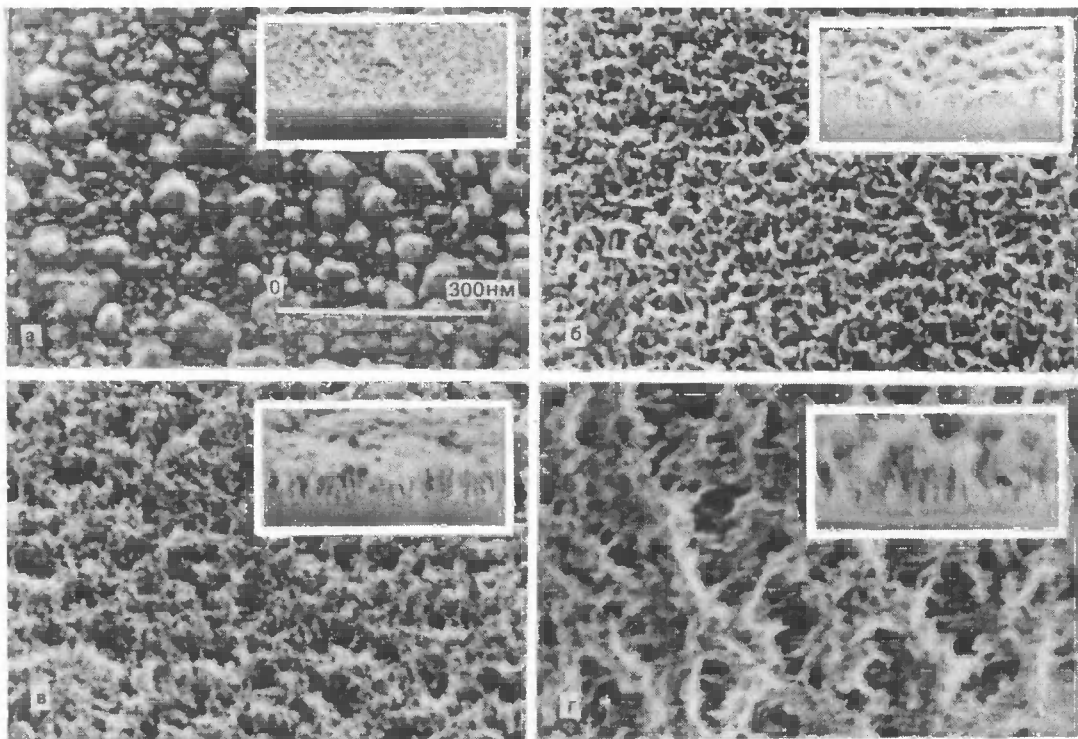


Спектры фотолюминесценции исходного образца пористого кремния (1) и пористого кремния в парах этанола (2).

⁴ Smith R.L., Collins S.D. Porous Silicon Formation Mechanisms // J. Appl. Phys. 1992. V.71. № 8. P.R1—R22.

⁵ Jung K.H., Shih S., Kwong D.L. Development in Luminescent Porous Si // J. Electrochem. Soc. 1993. V.140. № 10. P.3046—3062.

локальных электрохимических реакций на поверхностных неоднородностях кремниевой пластины. В исследованиях, проводимых на физическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова, установлено, что эффективность порообразования можно значительно повысить, предварительно подвергая поверхность кремниевых пластин микродеструкции, например механической шлифовке или ионной имплантации



Фотографии поверхности и бокового скола (врезки) кремниевых пластин с пористым слоем, полученным в растворе NH_4F при значениях $\text{pH}=4.5$ (а); 4.0 (б); 3.5 (в) и 3.0 (г). Фотографии получены в растровом электронном микроскопе высокого разрешения. В структурах типа (б)—(г) возникает эффективная фото- и электролюминесценция.

(бомбардировке ионами)⁶. При этом характеристики люминесценции практически не зависят от свойств исходного кремния. Полученные химическим способом тонкие пленки ПК люминесцируют в желто-оранжевом диапазоне спектра почти с той же эффективностью, что и в лучших образцах с толстыми слоями ПК, сформированными стандартным методом.

Плавиковая кислота, используе-

мая для получения ПК, опасна для здоровья человека и окружающей среды. Поскольку в остальной процедура формирования пористого кремния очень проста, именно свойства HF могут тормозить исследования и практическое использование ПК. В совместных работах с учеными из института Хана и Мейтнер (Германия) нами был найден альтернативный способ получения ПК посредством фотоэлектрохимического травления в водных растворах фтористого аммония (NH_4F). Такой электролит значительно безопаснее, поскольку не содержит вредных испарений. Кроме того, он удобен в использовании, так как NH_4F представляет собой порошок. Важным достоинством предлагаемого метода является то, что структура получаемого пористого слоя легко регулируется с помощью освещения и показателя кислотности среды (pH), хорошо поддающегося контролю. Установлено, что при $\text{pH}=3.0-4.0$ формируется ПК со стабильной и эффективной фото- и электролюминесценцией.

⁶ Тимошенко В.Ю., Кашкаров П.К., Константинова Е.А., Петрова С.А., Зотеев А.В. О структурных и электронных свойствах поверхности пористого кремния, полученного химическим травлением // XXII конференция по эмиссионной электронике. М., 1994. Т.1. С.98—100.

МОДЕЛИ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ПОРИС-ТОГО КРЕМНИЯ

Огромный интерес к исследованию ПК, вспыхнувший в последние годы, связан в значительной степени с красивой физической моделью, предложенной пять лет назад и объясняющей явление видимой люминесценции — **квантовым размерным эффектом** в кремниевой наноструктуре. Предполагается, что излучение квантов света происходит при рекомбинации электронов и дырок, энергии которых изменены за счет вторичного (размерного) квантования. Считается, что первичное квантование определяет характеристики носителей заряда в объеме кремния. Для *c*-Si важнейшим параметром является величина запрещенной зоны $E_{g0}=1.12$ эВ (1 эВ = $1.6 \cdot 10^{-19}$ Дж) при комнатной температуре. Величина $E_g = E_c - E_v$, где E_c и E_v — энергии дна зоны проводимости и потолка валентной зоны соответственно, определяет энергию квантов света, которые могут испускаться полупроводником. Люминесцентный свет имеет частоту $\nu_0 = E_{g0}/h$ и длину волны $\lambda_0 = c/\nu_0$, где $h = 6.62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с — постоянная Планка и $c = 3 \cdot 10^8$ м/с — скорость света в вакууме. Для *c*-Si величина λ_0 соответствует инфракрасной области спектра.

Для лучшего понимания сути эффекта размерного квантования рассмотрим электроны в твердом теле как волны де-Бройля с длиной волны $\lambda_e = h/p_e$, где p_e — квазиимпульс электрона. Когда размеры участка кремния уменьшаются и становятся сравнимыми с λ_e , происходит отражение электронных волн от границ структуры. Стабильному состоянию электрона в пространственно ограниченном участке длиной L отвечают так называемые стоячие волны, когда на длине L укладывается целое число полувольт де-Бройля: $L = n\lambda_e/2$, где $n = 1, 2, 3, \dots$. Состоянию с минимальной энергией соответствует одна полуволна с квазиимпульсом $p_e = h/\lambda_e = h/2L$ и добавочной энергией $\Delta E_g = p_e^2/2m_e = h^2/8m_e L^2$, где m_e — эффективная масса электрона.

Добавочную энергию получают не только электроны (ΔE_e), но и дырки (ΔE_p). В результате модифицированная ширина запрещенной зоны составляет $E_g = E_{g0} + \Delta E_e + \Delta E_p$, причем эти добавки могут достигать величины E_{g0} и даже быть больше. Если ограничение движения носителей заряда происходит не только в одном направлении, а в двух или трех, то добавочная энергия соответственно удваивается или утраивается.

Таким образом, в пространственно ограниченных структурах, которые присутствуют в ПК, происходит уширение запрещенной зоны. Следовательно, становятся возможными излучательные электронные переходы с большей частотой ν , принадлежащей видимой области спектра. Расчеты показывают, что при уменьшении диаметра кремниевых нитей от 2.3 до 0.7 нм значение E_g увеличивается от 1.7 до 3.5 эВ, так что можно получить излучение в диапазоне видимого света от красного до фиолетового.

Замечательная особенность ПК — возможность управлять длиной волны люминесценции при изменении характерных размеров наноструктуры. Последнее, например, можно делать простым дотравливанием пористых слоев в HF. В этом случае кремниевые нити утончаются и спектр люминесценции смещается в голубую область. Подобные экспериментальные факты подтверждают квантово-размерную модель люминесценции.

Однако существуют и другие точки зрения, объясняющие люминесценцию ПК электронными излучательными переходами в молекулярных группах на поверхности наноструктуры. Предполагается, что такими молекулами могут быть силоксены ($\text{Si}_6\text{O}_3\text{H}_8$) или соединения с Si—H- или Si—O—H группами. Главные аргументы сторонников модели **молекулярной люминесценции** основаны на чрезвычайной чувствительности параметров люминесценции ПК к составу поверхностного покрытия, температуре и различным физико-химическим воздействиям. Так, например, известно, что нагрев свеже-

приготовленного ПК до температуры выше 250°C приводит к почти полному гашению люминесценции. Анализ показывает, что при таких температурах с поверхности ПК полностью удаляется водород, присутствовавший там после формирования в электролите.

На наш взгляд, две концепции люминесценции ПК (квантово-размерная и молекулярная) не исключают одна другую. Вероятно, оба подхода дополняют друг друга в описании свойств столь сложного объекта, как пористый кремний: в первом люминесценция объясняется с позиции теории твердого тела (когда наличие пространственных ограничений меняет электронные свойства), во втором — в рамках молекулярной электроники (когда определяющими являются процессы в молекуле или группе молекул). Но, как достоверно установлено, люминесцирующий ПК содержит мельчайшие элементы нанометрических размеров. При этом, например, в сферический кластер диаметром около 3 нм входит 1058 атомов, 352 из которых находится непосредственно на поверхности. Понятно, что электронные свойства такой системы будут определяться как поверхностными, так и объемными атомами.

До разработки полной модели, учитывающей все особенности электронных процессов в наноструктурах ПК, мы предлагаем качественную модель, которую можно назвать **экситонной моделью** люминесценции ПК. Суть модели заключается в том, что в наноструктурах ПК следует учитывать силы притяжения возбужденного светом электрона и того места, где он раньше находился (дырки). Такое образование в виде связанных кулоновским притяжением электрона и дырки называется экситоном. Экситон напоминает атом водорода, только вращение электрона и дырки происходит вокруг их общего центра масс. Мы считаем, что параметры экситона (его радиус, энергии излучения и связи) определяются как поперечным размером элемента наноструктуры, в которой он локализован, так и составом

окружающих кремниевые структуры молекул. Испускание света происходит при излучательной рекомбинации (аннигиляции) экситона. Вероятность этого процесса, согласно теоретическим расчетам, резко увеличивается при уменьшении размеров наноструктур.

Помимо излучательного пути распада экситона возможна безызлучательная рекомбинация составляющих его носителей заряда на электронных состояниях поверхностных атомов, когда энергия электрона целиком переходит в тепло, например за счет эмиссии большого числа квантов колебательного движения (фононов). В теоретических работах рассчитано, что вероятность безызлучательного процесса многофононной эмиссии на центрах, расположенных на границах наноструктур, резко увеличивается. Поэтому поверхностные атомы в ПК будут в наибольшей степени участвовать в безызлучательной рекомбинации. Конкуренцией излучательной и безызлучательной рекомбинаций во всех элементах структуры ПК определяются параметры результирующей люминесценции (интенсивность и спектральная полоса).

На наш взгляд, возможность люминесценции в ПК обусловлена наличием в кремнии одновременно областей нанометрических размеров и молекул на их поверхности, обеспечивающих невысокий темп безызлучательной трансформации энергии (энергетические уровни у них устроены так, чтобы энергия экситона не поглощалась). Последний фактор необычайно важен, поскольку он определяет эффективность люминесценции и ее стабильность. Можно получать ПК с очень низкой концентрацией поверхностных дефектов — центров безызлучательной рекомбинации. Их число в пересчете на единицу полной поверхности ПК не превысит 10^8 см⁻², что меньше, чем для хорошей поверхности монокристалла кремния. Однако проблема заключается в том, что количество поверхностных дефектов может резко возрасти при взаимодействии с

окружающей средой или при оптическом или электрическом возбуждении.

В рамках экситонной модели удается объяснить изменение люминесцентных свойств ПК при вариациях температуры и поверхностного покрытия наноструктуры. Так, с повышением температуры увеличиваются вероятности термического распада экситонов и безызлучательной рекомбинации составляющих его носителей, что проявляется в экспериментально наблюдаемом гашении фотолюминесценции ПК при росте температуры⁷. Заполнение пор в ПК различными молекулами изменяет параметры экситонов, что ведет к изменению характеристик свечения. Важно, что они могут быть совершенно воспроизводимыми и обратимыми. Например, заполняя поры молекулами различных органических сред (этанола, метанола, уксусной кислоты), удается обратимо сдвигать полосу люминесценции из красной области спектра в желто-зеленую⁸.

ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ

Электролюминесценция в ПК изучена в меньшей степени, чем фотолюминесценция. В то же время именно с электролюминесценцией связаны наиболее заманчивые перспективы практического использования ПК как материала для создания светоизлучающих устройств (светодиодов, плоских цветных дисплеев). Предполагается, что светодиоды из ПК будут значительно дешевле, чем производимые сейчас на базе полупроводниковых соединений. Электролюминесцентный излучатель из ПК может быть доведен до микронных размеров и совмещен с другими полупроводниковыми элементами в

одном кремниевом кристалле. Это позволит осуществлять быстродействующую оптическую обработку информации, т.е. сделать следующий шаг в развитии информационных и компьютерных технологий. Однако на пути реализации подобных задач встает ряд проблем. Укажем на некоторые из них.

Для получения электролюминесценции необходимы прежде всего хорошие электрические контакты, обеспечивающие ввод (инжекцию) носителей заряда в ПК. В качестве одного из таких контактов обычно используют полупрозрачные слои металлов, например золота, или прозрачные проводящие оксиды металлов и полимеры. Возможен также жидкий электролитический контакт. Вторым электродом выступает кремниевая подложка, на которой сформирован пористый слой. При пропускании электрического тока между контактами энергия инжектируемых носителей заряда в результате их излучательной рекомбинации в слое ПК переходит в свет. Количественной характеристикой этого процесса служит квантовая эффективность η . Величина η определяется отношением числа испущенных фотонов к числу электронов, проходящих через возбуждаемую структуру. В твердофазных электролюминесцирующих структурах $\eta \approx 10^{-4} - 10^{-3}\%$. Заметно большие значения $\eta \approx 0.3\%$ получены в системах с жидким контактом, однако их практическое использование сложнее, чем твердотельных элементов.

Полученные в настоящее время значения η для ЭЛ в ПК значительно меньше, чем для ФЛ. Квантовая эффективность ФЛ, равная отношению числа испущенных фотонов к поглощенному их количеству, для ПК, люминесцирующего в желто-оранжевой области, достигает 5—7%. Меньшие значения для ЭЛ связаны со сложностью ввода возбужденных носителей в пористую структуру. Поэтому оптимизация электрических характеристик контактов в электролюминесцентных устройствах на основе ПК имеет первостепенное значение.

⁷ Кашкаров П.К., Тимошенко В.Ю. и др. О рекомбинации носителей заряда в пористом кремнии // Физика и техника полупроводников. 1994. Т.28. Вып.1. С.100—103.

⁸ Dittrich Th., Konstantinova E.A., Timoshenko V.Yu. Influence of Molecule Adsorption on Porous Silicon Photoluminescence // Thin Solid Films. 1995. V.255. P.238—240.

Другой проблемой в использовании ЭЛ пористого кремния является нестабильность его излучательных характеристик. Это может выражаться как в изменении длины волны свечения, так и падении эффективности (деградации) при эксплуатации. На наш взгляд, деградация электролюминесценции ПК связана прежде всего с перестройкой поверхностного окружения кремниевой наноструктуры, которая способна привести к повышению сопротивления при прохождении электрического тока. Поскольку структура люминесцирующего ПК представляет собой совокупность пересекающихся нитей различного размера, электрический ток будет проходить преимущественно по нитям большого сечения. Вклад же нитей малого сечения, где эффективность излучательных процессов максимальна, невелик и будет уменьшаться с ростом их сопротивления при деградации поверхности. Отсюда ясно, что для повышения квантовой эффективности и стабильности ЭЛ следует формировать пористые слои с оптимальным размером нитей и надежным поверхностным покрытием.

В совместных исследованиях с германскими учеными нам удалось получить стабильную ЭЛ в структурах с полупрозрачным золотым электродом и тонким пористым слоем, сформированным в растворе фтористого аммо-

ния. Поверхность наноструктуры такого ПК была покрыта тонким оксидным слоем, что обеспечивало стабильность характеристик ЭЛ. Работы по дальнейшему изучению закономерностей ЭЛ в пористом кремнии и созданию на его основе светоизлучающих устройств продолжаются.

Помимо чисто практических задач пористый кремний очень интересен и как объект для фундаментальных исследований. Как физический объект ПК представляет собой неупорядоченную систему с пониженной размерностью; теоретическое описание таких систем еще не разработано. Однако контуры ряда фундаментальных проблем уже ясны. Одна из них — это взаимное влияние электронных и фоновых процессов в веществе. Подобные процессы трансформируют энергию, запасенную в веществе, из одной формы в другую и, как следует из уже полученных данных, значительно усиливаются в наноструктурах ПК. Другой аспект фундаментальных исследований заключается в использовании матрицы ПК для изучения молекулярных процессов на поверхности твердых тел. Развитая внутренняя поверхность ПК — удобный объект для изучения элементарных актов молекулярной адсорбции и катализа. Свойство ПК люминесцировать может быть использовано как новый источник информации о поверхностных явлениях в твердых телах.

Мир, которого не может быть

А. Ю. Журавлев



*Андрей Юрьевич Журавлев, доктор биологических наук, старший научный сотрудник Палеонтологического института РАН. Специалист в области палеонтологии кембрия, руководитель международного проекта «Экология кембрийской радиации». Автор нескольких монографий, в том числе: *Regular archaeocyaths. Paris, 1990; Irregular archaeocyaths. Paris, 1992* (обе в соавторстве с Ф. Дебрэн и А.Ю. Розановым).*

«Д УНКАН, застыв от ужаса, смотрел, как Цита разделилась на тысячи живых комков, которые заматывались по яме, пытаясь взобраться по стенам, но тут же они падали обратно, на дно ямы, и вслед им со стен осыпался песок... Среди них были маленькие крикуны, миниатюрные донованы, и птицы-пильщики, и стайка кусачих дьяволят, и что-то еще». (Саймак К. Мир, которого не может быть. М., 1968.)

Теперь остается представить, что звери, попавшие в яму, так и перешли в ископаемое состояние. А спустя этот 500 млн. лет палеонтолог обнаружит и опишет богатую биоту, не сомневаясь, что каждый ее элемент представляет собой самостоятельную величину. Сработает принцип дробления отрасли, появятся специалисты отдельно по крикунам, отдельно по донованам и всему прочему. Никому в голову не придет, что все эти вроде бы вполне самостоятельные звери были когда-то единым организмом.

Возвратясь из звездных миров Саймака на Землю, мы увидим, что и здесь существуют, точнее существовали «миры, которых не может быть». И не когда-то в венде (эдиакарская фауна)¹, а в кембрии, когда уже появились все группы организмов, живущие поныне.

История изучения кембрийской морской биоты преодолела три этапа. На заре (не самой ранней) палеонтологии остатки кембрийских организмов четко относили к современным типам, классам, отрядам, а иногда и семействам. С середины 50-х годов появилось увлечение устанавливать на ископае-

© Журавлев А.Ю. Мир, которого не может быть.

¹ Федонкин М. А. Загадки вендской фауны // Природа. 1989. № 8. С. 59—72.

мом материале новые типы. Большинство из них было описано именно по кембрийским остаткам: археоциаты, крибрициаты, хиолиты, агматы, стенокаты, процеломаты... Список можно продолжать. Ведь в кембрийских отложениях насчитывается уже более сотни уникальных по своей морфологии ископаемых групп, каждую из которых при желании можно выделить в отдельный тип, так как ничего даже отдаленно похожего среди современных организмов не встречается. Трудно сказать, который из подходов ближе к истине. Мне кажется, что оба далеки от нее в равной степени, хотя описание новых типов требует меньшей игры воображения.

К счастью, природа позаботилась о том, чтобы оставить для нас улики, хотя бы очень редкие, по которым худо-бедно можно выявить особенности кембрийского этапа эволюции биоты (550—500 млн. лет назад). Из всей этой разнообразной фауны я выбрал только три группы, в разгадывании сущности которых нам особенно повезло в последнее время.

ГУБКИ ПОД КОРАЛЛОВЫМ ПОКРОВОМ

Эти организмы больше относятся к посткембрийским строматопороидеям (*Stromatoporoidea*) и хететидам (*Chaetetida*), которых обычно причисляют к кишечнополостным. Но их собственная история опять же уводит нас в кембрий, а история их изучения — на сто лет назад.




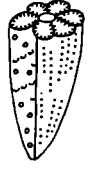
В то время английские биологи Дж. Листер и Р. Киркпатрик описали обитающих в морях тропической Атлантики губок, скелет которых одновременно состоял из кремниевых спикул и массивного известкового каркаса. Около 70 лет эти находки признавались химерами, что в какой-то степени спровоцировал сам Киркпатрик. Он объявил сначала, что строматопораты образованы нуммулитами (раковинными простейшими), а затем выдвинул теорию «нуммулитосферы», согласно которой и вся планета, и

метеориты состоят из нуммулитов.

Лишь в начале 70-х американские биологи У. Хартман и Т. Горо, работая близ Ямайки, не только подтвердили факт существования таких губок, но и обнаружили, что эти губки — основные рифостроители на глубинах, куда не проникает свет. Внешне одни из них напоминали слоистые строматопороидеи и несли на своей поверхности характерные для них звездчатые каналы (астроризы), другие, состоящие из пучков тонких вертикальных трубочек, походили на хететиды. Подобные губки были выделены ими в четвертый класс, за внешнее сходство с кораллами и участие в рифостроении получивший название кораллиновых губок (*Sclerospongiae*). Неожиданности начались позднее. Французский биолог Ж. Васле, пока еще на современном материале, показал, что морфология известкового скелета никак не отражает ни уникальности эмбрионального развития, ни черт гистологии и даже никак не соотносится с особенностями спикульного скелета губок. Наоборот, по всем этим признакам различные склероспонгии хорошо вписываются в класс обыкновенных губок (*Demospongiae*), но в разные его подклассы, отряды и т.д. Даже одно и то же семейство может включать как кораллиновые губки строматопороидного облика, так и хететидного.

Далее случились совсем уже страшные для палеонтологов вещи. Р. Вуд, И. Райтнер и другие исследователи стали проверять идеи Васле на ископаемом материале². После тщательной работы им удалось найти спикулы у ископаемых строматопороидей, хететид, а также у сфинктозоа, или камерных губок (в основном у мезозойских, но и у некоторых палеозойских животных тоже), и тем самым подтвердить их принадлежность к губкам. Более того, они смогли выяс-

² Wood R. A. Reef-building sponges // *Amer. Scientist*. 1990. V. 78. P. 224—235; Reitner J., Engeser T.S. Revision der Demospongiaer mit einem thalamiden, aragonitischen Basalskelett und trabeculärer Internstruktur («Sphinctozoa» pars.) // *Berliner geowiss.* 1985. Bd. 60. S. 151—193.

К Л А С С Г У Б О К			ПЕРИОД	ТИП СКЕЛЕТА
HEXACTINELLIDA	DEMOSPONGIAE	CALCAREA		
	АΨ≡		четвертичный	 хететидный
	А	А	третичный	
	АΨ≡	А	меловой	 строматопоридный
А	АΨ≡	≡	юрский	
	АΨ≡		триасовый	 таламидный
	АΨ≡		пермский	
	А		каменноугольный	 археоциатовый
	Ψ		девонский	
	АΨ		силурийский	
	АΨ≡		ордовикский	
ARCHAEOCYATHA	АΨ≡		кембрийский	
	АΨ≡U		вендский	

Основные варианты строения обызвестеленных скелетов губок и их повторяемость в эволюции трех классов этого типа, сохранившихся в ископаемом материале. Эти варианты строения неоднократно и независимо возникали почти во всех классах губок, причем в отдельных из них по несколько раз на протяжении всей истории класса.

нить, что различные представители этих удобных для палеонтологов групп принадлежали к разным классам, подклассам и другим таксонам типа губок. Это значит, что известковый скелет сам по себе не содержит никаких свидетельств о родстве и филогении подобных животных.

Единственное, что не вызывает сомнений при изучении известкового скелета — это принадлежность этих организмов именно к губкам. К такому

выводу пришли американские палеонтологи М. Лабарбера и Дж. Бояджян в результате морфофункционального анализа астроризальных каналов. Оказалось, что такие каналы идеально приспособлены для фильтрации. Изящный подход этих исследователей и еще одна неожиданная находка Васле (губка без спикул, но с известковым скелетом) позволили по-новому взглянуть и на кембрийский тип археоциат (Archaocyatha). Эти организмы в свое время относили и к простейшим, и к водорослям, и, конечно, к кишечнополостным, и даже к особому вымершему царству. Их скелет, единственное что осталось, напоминает небольшой кубок. Отсюда и пошло название археоциаты (в переводе с греческого — древние кубки). Кубки пористые,

двойные, будто в один — побольше, с мелкими порами, вложили другой — поменьше, но зато с большими отверстиями. Из типа губок их выделили из-за отсутствия спикул в известковом скелете. Сам скелет археоциат, что удалось теперь доказать, был прекрасно приспособлен для фильтрации, и вся морфологическая эволюция этих организмов, подробно сохраненная в ископаемой летописи, шла в направлении его совершенствования как фильтровального аппарата³. Не случайно к концу своей эволюции археоциаты произвели наиболее удачные в этом отношении хететидные и строматопоридные формы.

Сейчас важно уточнить систематическую принадлежность археоциат: к какому конкретно классу губок они принадлежали? Ничто не связывает археоциат с известковыми губками (Calcarea), с которыми их чаще всего сравнивали. С шестилучевыми губками (Hexactinellida) их сближает совершенство скелета, обусловленное у этой группы синцитиальным строением тела (отсутствием клеточных границ), что обеспечивает несвойственное другим губкам единство процессов обмена веществ во всем организме. С обыкновенными губками их объединяют некоторые особенности фильтровальной системы и бесполого размножения, а также отсутствие спикул. Этим отличается не только уникальное живое ископаемое, открытое Васле, но и издревле известная человеку и очень распространенная группа роговых губок (если бы у последних были спикулы, слово «губка» вряд ли так тесно вошло в наш банный обиход). Более того, особенности иммунных реакций (слияние — отторжение) между родственными особями позволяют причислить археоциат именно к обыкновенным губкам⁴.

РЕШЕНИЕ КЕМБРИЙСКОЙ ГОЛОВОЛОМКИ

Напомню, что головоломка — это такая детская задача, когда из разрозненных деталей требуется сложить осмысленную картинку или предмет. Детской она называется потому, что взрослые ее, как правило, решить не могут.

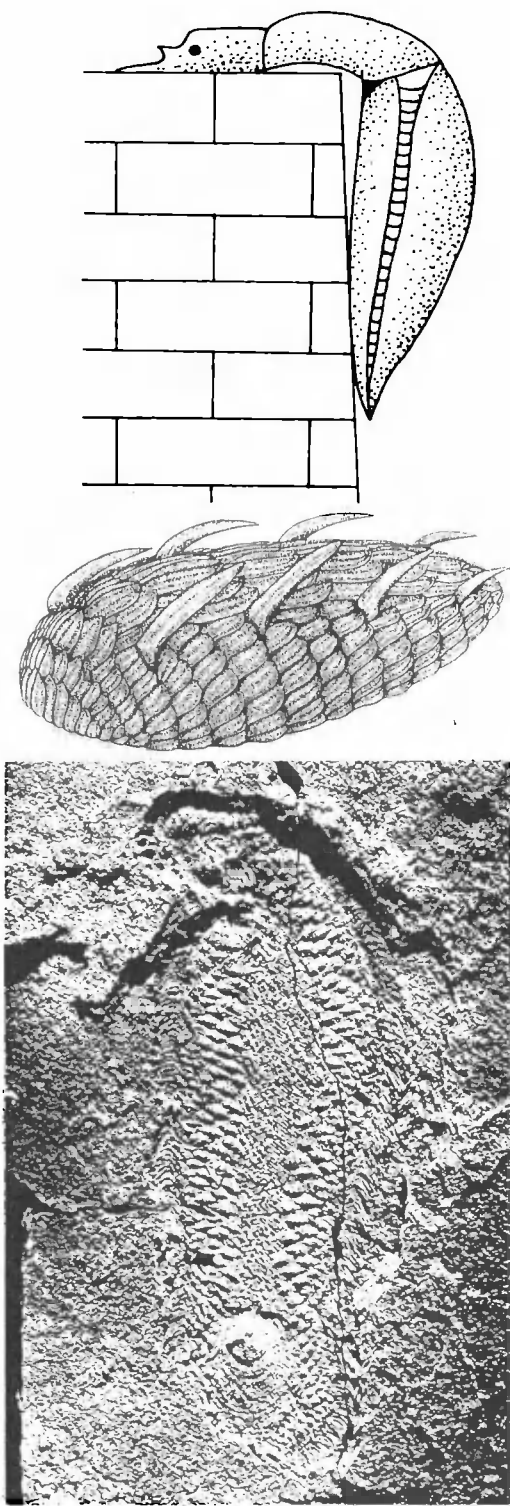
О том, что выражение «мелкоравнинная кембрийская фауна» не стоит понимать слишком буквально, стали догадываться давно. Не последнее место в появлении остроумных догадок принадлежит отечественным ученым. Однако до сих пор еще в литературе можно встретить реконструкции, где целый организм втиснут в раковину менее 3 мм длиной, в которой и полость-то почти отсутствует. Особое сочувствие вызывает «зверь», посаженный в отдельный шип халкиерии — кембрийского животного, о котором речь пойдет дальше. Загнанное волей автора в очень узкую экологическую, даже не нишу, а щель, это нечто должно было обязательно закрепиться в одностороннем потоке воды на прямоугольном карнизовидном субстрате.

Само латинское название *Halkieria* было присвоено одиночному шипу, описанному из нижнего кембрия Дании в качестве хиолита (группа палеозойских, в основном кембрийских, организмов, неясного систематического положения, видимо, близких к брахиоподам). Позднее халкиерий сопоставляли со щитками членистоногих или выделяли в самостоятельную группу фильтраторов, для чего была придумана упомянутая выше реконструкция. С Бенгтсон и В.В. Миссаржевский, изучая естественные скопления и редко, но встречающиеся сочленения шипов халкиерий, пришли к выводу, что имеют дело не с полным скелетом, а лишь с его разрозненными частями⁵. Такие шипы

³ Zhuravlev A.Yu. A functional morphological approach to the biology of Archaeocyatha // N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 1993. V. 190. P. 315—327.

⁴ Debrenne F., Zhuravlev A. Yu. Archaeocyathan affinities: How deep can we go into the systematic affiliation of an extinct group? // Sponges in time and space. Rotterdam, 1994. P. 3—12.

⁵ Bengtson S., Missarzhevsky V.V. Coeloscleritophora, a major group of enigmatic Cambrian metazoans // U.S. Geol. Surv. Open-File Rep. 81—743. 1981. P. 19—21.



Гипотетические реконструкции халкиерии (вверху — отдельное животное в склерите; в центре — с использованием многощетинкового червя виваксии в качестве модели) и фотография полного экземпляра (предоставлена автору С. Конуэй-Моррисом с разрешения Геологической службы Дании).

были названы склеритами, а полный, состоящий из них, пока еще гипотетический, скелет — склеритомом. Позднее С. Бенгтсон и С. Конуэй-Моррис попытались реконструировать склеритом. Для этого они просчитали соотношение различных типов склеритов (шиповидных, перовидных и лезвиеобразных) из одного и того же местонахождения и, глядя на отпечаток *Wiwaxia*, описанный еще в начале века Ч. Уолкоттом из среднекембрийских сланцев Берджесс (Канада), получили хоть и необычное, но вполне правдоподобное животное, достойное, по их мнению, быть выделенным в отдельный тип.

Некоторую сумятицу внесло сообщение канадского палеонтолога Н. Баттерфилда, который извлек чешуйки самой виваксии и выяснил, что они вполне вписываются в разнообразие щетинок и спинных усиков многощетинковых кольчатых червей⁶. Причем, в отличие от минерализованных объемных полых склеритов халкиерий, щетинки виваксии не были минерализованы, но были плоские и не имели никакой полости.

Тревога оказалась не напрасной. Полные склеритомы халкиерии, которые посчастливилось найти Конуэй-Моррису и Дж. Пилу в нижнем кембрии Гренландии, превзошли не только все ожидания, но и фантазии на данную тему⁷. Оказалось, что на спинной стороне, 3—7-сантиметрового тела животного наряду примерно с 2 тыс. склеритов трех вариантов

⁶ Butterfield N.J. Organic preservation of nonmineralizing organisms and the taphonomy of the Burgess Shale // *Paleobiology*. 1992. V. 16. P. 272—286.

⁷ Conway Morris S., Peel J.S. Articulated halkieriid from the Lower Cambrian of North Greenland and their role in early protostome evolution // *Phil. Trans. Soc. London B*. 1995. V. 347. P. 305—358.

находились два щитка, передний и задний. Подобные щитки в кембрийских отложениях — не редкость: более плоский и округлый из них обычно относили к моллюскам класса моноплакофора (*Monoplacophora*), более выпуклый и угловатый — к брахиоподам. Иными словами, одно и то же животное, учитывая особенности наших фундаментально рассчитанных научных коллективов, изучалось независимо двумя-тремя специалистами. Было от чего застыть в ужасе.

На этом загадки халкиерии не закончились. Осталось немного: понять как сочетался непрерывный тип роста щитков с одномоментной сменой склеритов во время линек, а главное, выяснить, к какому типу это животное все-таки принадлежало. С первой задачей пророчески (до находок полного склеритома) справился Миссаржевский и, постфактум, Бенгтсон. Согласно их модели, щитки первоначально сами состояли из склеритов и по мере роста организма цементировали, вбирая в себя, все новые соседние ряды этих шипов. Сложнее оказалось ответить на второй вопрос. Учитывая некоторое сходство халкиеридных склеритов со спикулами моллюсков и возможность образования раковин у последних путем преобразования спикульного покрова, принадлежность халкиерий к данному типу казалась предпочтительнее. Однако, по представлениям Конуэй-Морриса и Пила, такие животные, как халкиериды, могли быть прародителями и брахиопод, и моллюсков, и кольчатых червей. (Ну чем, действительно, не Цита у К. Саймака?) Подобное предположение не противоречит последним данным молекулярной биологии, но заставляет сомневаться во многих общепринятых положениях о родстве беспозвоночных животных. Для эволюционной биологии находки таких, как халкиерия и археоптерикс, организмов, сочетающих в себе черты отдаленных ныне типов беспозвоночных животных, очень важны. Но если «первоптица» была предсказуема, предвидеть халкиерию не смог никто. Остается добавить, что халкиерию назвали евангелиста, то ли намекая

на «начало всех начал», то ли на известную своим совершенством фото-модель.

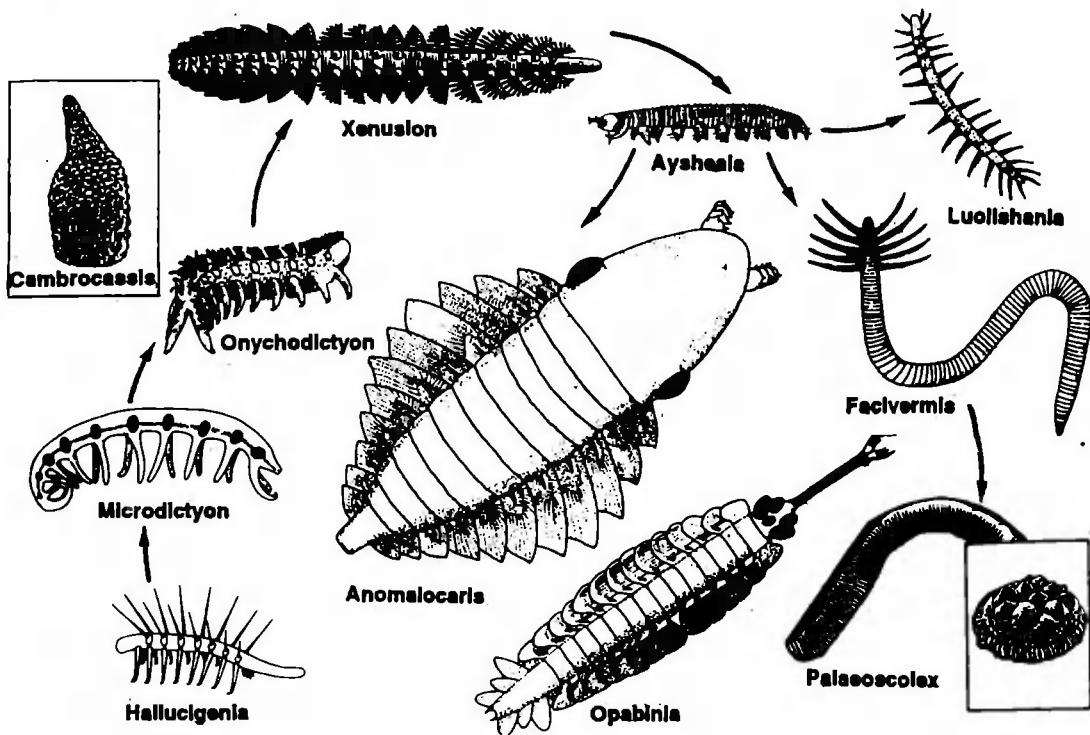
ЖИВОТНОЕ, КОТОРОЕ ПОСТАВИЛИ НА ГОЛОВУ

Ну, не совсем, конечно, на голову, скорее на спинные шипы, и голова у него была с другого конца, как выяснилось. И все это назвали галлюцигения, поскольку и представить себе, что такое могло быть, оказалось сложно.

Прежде чем удалось понять, что это за животное, ученым пришлось изрядно покопаться и на новых местонахождениях (Китай, Гренландия), и в старых коллекциях. В течение двух-трех последних лет в кембрии, главным образом в ранних отложениях этого периода, была открыта уникальная и разнообразная группа ископаемых⁸. Эти организмы имели членистое червеобразное тело (от 2 до 20 см длиной), несколько (8—20) пар кольчатых, как бы вздутых, конечностей, которые заканчивались обращенными назад коготками, и всевозможные изящные сетчатые парные склериты на спинной поверхности. Задний конец туловища плавно переходил в последнюю пару ножек. Склериты, как и коготки, будучи фосфатными, прекрасно сохранились отдельно от всего остального и были известны уже лет пятнадцать. Коготки считались конодонтами (мелкими фосфатными зубчиками, которыми пользовались вымершие родственники позвоночных животных), а спинные склериты были описаны даже в качестве раковинных одноклеточных — радиолярий. К ним-то и принадлежала галлюцигения.

Более всего эти многоногие черви напоминают животных, относящихся к не очень хорошо изученному и редкому ныне типу беспозвоночных — *Onychophora*. Правда, отличаются от настоящих онихофор терминальным

⁸ Ramsköld L., Hou Xianguang. New early Cambrian animal and onychophoran affinities of enigmatic metazoans // *Nature*. 1991. V. 351. P. 225—228.



Раннекембрийские морские хищники, родственные припулидам и онихофорам. В рамках выделены отдельные чешуйки с покрова этих животных. Стрелками показаны возможные пути морфологических преобразований.

положением ротового отверстия и покровом из фосфатных склеритов. В строении самих склеритов просматривается сходство с подобными пластинками другой своеобразной кембрийской группы — палеосколецидами. Это членистые червячки, совсем без ножек, но с шипастым хоботком, как у очень редкого ныне типа морских животных — припулид. Склериты палеосколецид также постоянно и в очень больших количествах находили (при растворении кембрийского известняка) в виде отдельных очень мелких (не более 300 мкм в поперечнике) пупырчатых пуговок. И здесь не обошлось без курьезов, поскольку сами по себе эти пуговицы (точнее хадимопанеллы и ютафосфы) и поверхностной скульптурой, и внутренним устройством очень напоминали

чешуйки древнейших позвоночных животных — гетерострак, в крайнем случае походили на спикулы морских спринцовок — асцидий. К ним, точнее к их предкам, хадимопанеллы и были отнесены. (Сами тела, собственно палеосколециды, считали кольчатыми червями). Лишь находки целых экземпляров животных убедили, что все не так, во всяком случае не так просто. Если принять во внимание, что кембрийские онихофоры своим общим планом строения и составом покрова отличаются от настоящих онихофор, если признать, что во всем этом они схожи с безногими палеосколецидами, наконец, если учесть, что есть между ними промежуточные формы, лишённые ножек только наполовину, то возникает вопрос: не являлись ли все они единой в том далеком прошлом группой, не имеющей отношения к онихофорам?

Здесь следует напомнить о существовавших в то время еще двух, конечно загадочных, организмах — Opabinia и Anomalocaris, описанных

еще в начале века известным американским палеонтологом Ч. Уолкоттом. Первый из них имел уплощенное в спинно-брюшном направлении тело, вееровидные конечности (видимо, приспособленные для плавания) и голову с пятью сетчатыми глазками. Спереди торчал членистый хобот с парой челюстей на конце. (Чем не марсианская пиявка братьев Стругацких?) Второго из этих животных собирали буквально по частям и по частям описывали в публикациях. Его головные придатки были представлены как тельце ракообразного, тело — как морской огурец, ротовое отверстие — как медуза. Лишь недавно убедились, что все это — разрозненные части одного животного, огромного по меркам кембрийского мира (предположительно до 2 м длиной)⁹. Строением тела и конечностей, кроме головных придатков, аномалокарис очень похож

на опабинию. Он также имел сетчатые глазки на голове, но только пару. В общем план строения обоих организмов не слишком отличается от такового у палеосколецид из группы эоконкариид (к которым принадлежит галлюцигения), причем головные придатки аномалокариса сильно напоминают ножки кембрийских «онихофор».

Но если вся эта очень разнообразная группа никак не вписывается в картину развития членистоногих или кольчатых червей, не была ли она самостоятельной ветвью организмов, отошедшей от основного ствола высокоорганизованных (кроме плоских червей) двусторонне-симметричных животных еще до разделения их на первичноротых (моллюски—кольчецы—членистоногие) и вторичноротых (иглокожие—хордовые)?

Пока все поставленные вопросы только порождают новые вопросы. До какой степени можно раздвигать типологические рамки, чтобы сохранить понятие каждого самостоятельного типа? Можем ли мы с представлениями, сложившимися при изучении современных организмов, подходить к кембрийскому миру, а тем более к мирам еще более древним?

⁹ Whittington H.B., Briggs D.E.G. The largest Cambrian animal, *Anomalocaris* // *Phil. Trans. Roy. Soc. London B*. 1985. V. 309. P. 566—618; Chen Jun-yuan, Ramsköld L., Zhou Gui-qing. Evidence for monophyly and arthropod affinity of Cambrian giant predators // *Science*. 1994. V.264. P. 1304—1308; см. также: Несис К.Н. Хищники на заре жизни // *Природа*. 1995. №

Медаль Менделя — почетная награда генетику

В июле 1995 г. Чешская академия наук присудила Медаль Чешского общества истории науки в музее Моравии В.Н.Сойферу за выдающиеся заслуги в области молекулярной генетики, а также за работу по истории отечественной генетики.

Медаль Менделя была учреждена в 1965 г., в год празднования 100-летней годовщины знаменитого доклада Г.Менделя «Опыты над растительными гибридами». Тогда в Брно, на территории бывшего монастыря, где жил и работал родоначальник современной генетики, был открыт мемориальный музей, который взял на себя труд не только хранить и собирать исторические документы, связанные с деятельностью великого Менделя, но и отмечать выдающиеся достижения в области генетики и ее истории.

Валерий Николаевич Сойфер внес значительный вклад и в генетику, и в историю науки. Широкую известность получили его исследования радиоактивного воздействия на ДНК.

Вместе со своим аспирантом К.Циеминисом Сойфер обнаружил, что растения после радиационных и химических повреждений способны восстанавливать структуру ДНК. Этой проблеме посвящена монография «Репарация генетических повреждений» (М., 1974). Хорошо известны и другие его книги: «Молекулярные механизмы мутагенеза» (М., 1969; переведена

на английский и немецкий языки), «Очерки генетики» и «Арифметика наследственности» (М., 1970), «Молекулы живых клеток» (М., 1975), а также глава в книге «Сахаров» (1979) — немецкое, английское, французское издания.

Широкую известность как историку науки принесла Сойферу его последняя книга «Власть и наука. История разгрома генетики в СССР» (М., 1993), которая и отмечена престижной наградой.



В. Н. Сойфер

генетики (ныне им. Н.И.Вавилова), а с 1974 г. во Всесоюзном научно-исследовательском институте прикладной молекулярной биологии и генетики ВАСХ-НИЛ. С середины 70-х годов Сойфер включился в правозащитную деятельность; в 1980 г. остался без работы и был вынужден в 1988 г. эмигрировать в США. В настоящее время он — директор Лаборатории молекулярной генетики Университета им. Джорджа Мейсена (штат Вирджиния) и председатель Совета Международной соросовской программы образования в области точных наук.

Первым лауреатом почетной генетической награды стал Н.В.Тимофеев-Ресовский (всего за 30 лет в мире было вручено 14 медалей), а вторым российским ученым — В.Н.Сойфер.



До 1976 г. Сойфер работал в Москве — сначала в Институте атомной энергии им. И.В.Курчатова, затем в Институте общей

Стеклянный шарик верхнепермского возраста

П.В. Флоренский,

доктор геолого-минералогических наук
Государственная академия нефти и газа им. И.М.Губкина
Москва

Л.И. Глазовская,

кандидат геолого-минералогических наук
Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

МАТЕРИАЛ для сообщения — стеклянный шарик в полмиллиметра в диаметре — подарил одному из нас в 1976 г. замечательный ученый Сергей Викторович Мейен (1934—1987). Его работы посвящены верхнепалеозойской флоре Евразии, но научные интересы охватывали широкий круг проблем, и то, что, препарировав отпечатки пермских растений, он не прошел мимо, казалось бы, малопримечательного, но в действительности уникального объекта, вполне для него естественно¹. Кончина С.В.Мейена 30 марта 1987 г. в возрасте 51 года была невосполнимой потерей для науки и неутошным горем для его друзей.

Стеклянный шарик С.В.Мейен нашел в породах из сероцветной линзы в верхнепермских красноцветных отложениях на правом берегу р. Малая Северная Двина, в основании склона, у пристани Аристово под деревней Кузнецово.

Аналогичную и по происхождению, и по воз-



Сергей Викторович Мейен.

расту линзу, расположенную примерно в 30 км выше по Северной Двине у деревни Соколики, более двух десятилетий (начиная с 1897 г.) изучал В.П.Амалицкий². Он выработал почти всю линзу и создал знаменитую Северодвинскую галерею скелетов ящеров — травоядного *Scutosaurus (Parelsarus) kar-pinskii* и хищного — *Inostrancevia alexandrii*. Оба на-

званы в честь двух геологов — президента Академии наук А.П.Карпинского и профессора Санкт-Петербургского университета А.А.Иностранцева, который вскоре после революции ушел из жизни (по своей воле).

Сероцветная линза у Аристово не выработана; в размываемом склоне видны кости ящеров. Здесь и была собрана коллекция остатков растений, которые исследовал С.В.Мейен³.

Стратиграфически эти слои относятся к вятскому горизонту верхнетатарского подъяруса верхней перми и залегают в 15 м ниже контакта кровли перми и подошвы нижнего триаса, и, таким образом, возраст находки палеонтологически определен с максимальной возможной для стратиграфии точностью, в абсолютном летосчислении — 250 млн.лет. В то время там, где расположен теперь Архангельск, царил аридный климат. И хотя до «вымирания динозавров», которое в первый раз наступило в начале юрского периода, оставалось еще очень много времени, на Русской платформе условия были весьма нестабильны: происходило столкновение ее с молодой

© Флоренский П.В., Глазовская Л.И. Стеклянный шарик верхнепермского возраста.

¹ Гоманьков А.В. Синтез или противоречие? // Природа. 1990. № 4. С.73—79.

² Амалицкий В.П. Дневники наблюдений по р. Малая Северная Двина // Амалицкий В.П. Северодвинские раскопки. Вып. VI. М.- Л., 1931.

³ Гоманьков А.В., Мейен С.В. Татаринская флора. М., 1986.

Западно-Сибирской плитой, завершившееся складчатостью и первым воздыманием Уральского хребта. Растущие горы дали массу терригенного материала, сносившегося на Русскую платформу, которая испытывала кроме горизонтального сжатия и изостатическое вертикальное погружение. Естественно, что это отразилось и на глубинных мантийных процессах, а на поверхности — в возникновении трюбок взрыва.

Породы верхнетатарского подъяруса — красноцветные, и формировались они в окислительных условиях, линза же сероцветов, по-видимому, представляла собой яму в долине реки с застойной непроточной водой, где собирались трупы животных и остатки растений. Присутствие органики в локальных участках создавало восстановительную обстановку, способствовавшую, в свою очередь, сохранению остатков животных и растений.

Морфология и состав шарика изучены на сканирующем электронном микроскопе СамSCAN с энергодисперсионным анализатором на кафедре петрологии геологического факультета МГУ. Шарик слабо сплюснут — размер его 0.68×0.60 мм; очень хорошо образован, что свидетельствует о его затвердевании в свободном взвешенном состоянии; поверхность осложнена изометричными впадинами и круглыми возвышенностями (диаметром 30—50 мкм и высотой 10—50 мкм), которые образовались, вероятно, в результате захвата других расплавленных сфер в процессе конденсации или аккреции (подобно захвату других шариков ртути). Такая структура обычна для тектитов-иргизитов из метеоритного кратера

Жаманшин⁴. При больших увеличениях видно, что поверхность шарика имеет бороздки и гребни длиной до 10 мкм. В иных местах поверхность шарика подверглась вторичному шелушению и отслаиванию корочки толщиной менее 1 мкм на участках 5—10 мкм, а иногда — до 100 мкм в поперечнике. Шелушение проявилось и на упомянутых выше округлых возвышениях.

Шарик образован чрезвычайно однородным стеклом; изотропным под микроскопом. Химический состав его определен в трех точках и различается несущественно: стекло, образующее шарик, гомогенно. Средний состав шарика в вес.% следующий: SiO_2 — 41.60; TiO_2 — 0.38; Al_2O_3 — 7.56; FeO — 2.02; MnO — 0.04; MgO — 10.30; CaO — 34.59; Na_2O — 1.28; K_2O — 2.05; SO_3 — 0.18.

Это очень редкий пример ультраосновного, на треть сложенного окисью кальция стекла. Его анализ не поддается стандартному пересчету на нормативный полиминеральный состав. Стекло характеризуется высоким содержанием магния и алюминия и по составу приближается к мелилиту, кальциевому силикату со двоянными тетраэдрами — промежуточному члену изоморфного ряда окерманит — геленит: $\text{Ca}_2\text{Mg} [\text{Si}_2\text{O}_7]$ — $\text{Ca}_2\text{Al} [(\text{SiAl})\text{O}_7]$.

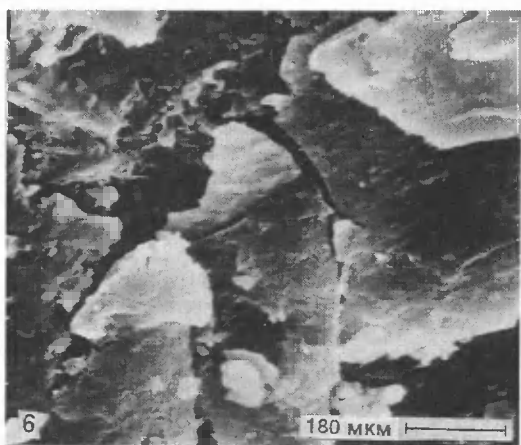
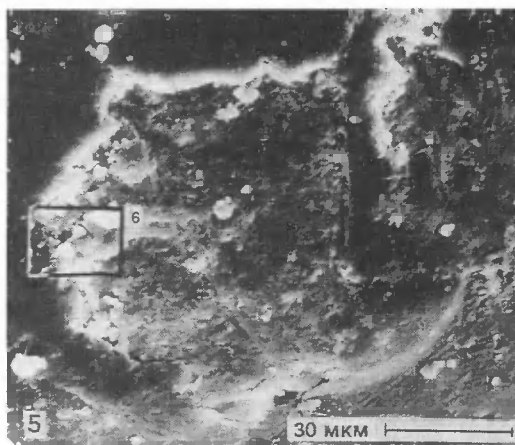
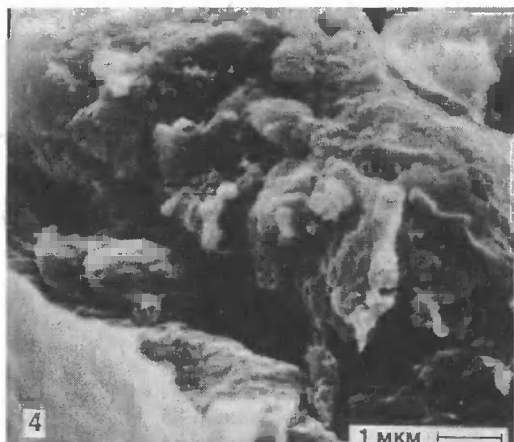
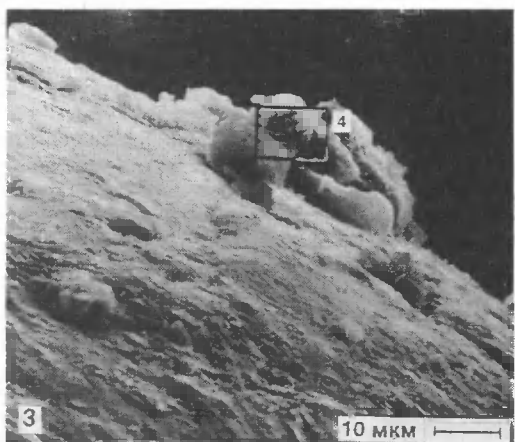
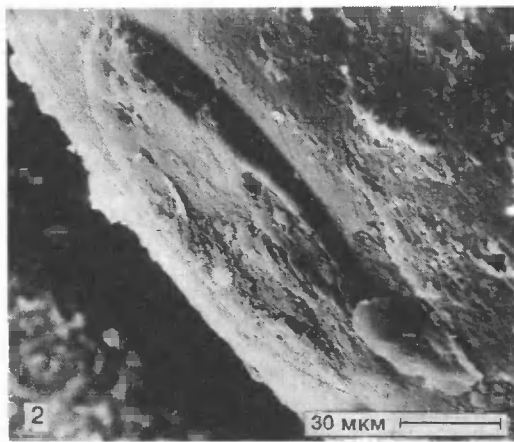
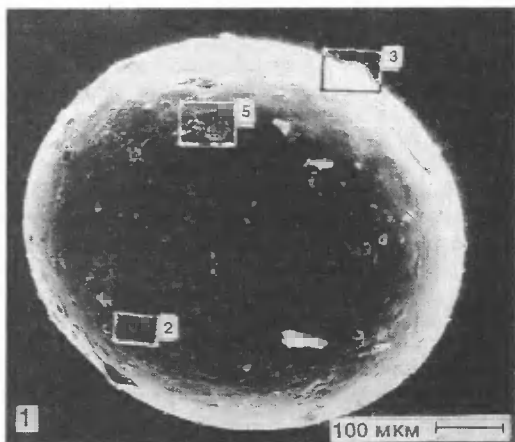
Мелилит — типичный минерал щелочных ультраосновных пород Кольского п-ова и Северной Карелии (Ковдор) — известен в кимберлитах; кроме того, он один из главных компонентов белых включений в метеоритах — углистых хондритах. Эти включения

по мнению ряда исследователей считаются реститом — веществом, оставшимся после испарения более летучих компонентов.

Мелилитовые стекла в природе неизвестны, но их образование возможно в наиболее высокотемпературных расплавах при извержении вулканов; при взрывах, приводящих к образованию кимберлитовых трубок; в импульсных расплавах, в местах падения на Землю гигантских метеоритов.

Неоднородность содержания элементов свидетельствовала бы о реликтах расплавленных минералов, а обогащение внешних зон летучими компонентами, в том числе калием, было бы возможно в случае длительного процесса конденсации стекла из силикатного пара. Но ни то, ни другое не имеет места: стекло шарика однородно и никаких аномалий летучих элементов на поверхности сферы нет. Кроме того, конденсат обычно кислого состава. Поэтому сомнительна конденсация шарика основного состава, богатого такими нелетучими компонентами как кальций и алюминий. Это склоняет к предположению о быстром затвердении первоначально весьма высокотемпературного и поэтому весьма жидкого стекла в атмосфере. Повышенное содержание калия может быть связано с тем, что при конденсации стекла поглощают элементы с большими катионами, в частности — калий. Маловероятно образование стекла и при абляции метеорита из-за чрезвычайной редкости углистых хондритов с «белыми включениями». Образование стекла при извержении вулкана в этом регионе также маловероятно, ибо о верхнепалеозойских вулканах в

⁴ Флоренский П.В., Добижа А.И. Метеоритный кратер Жаманшин. М., 1980.



Микрофотографии стеклянного шарика и его деталей (рамкой обведены участки, приведенные далее при большем увеличении). 1 — общий вид; 2 — краевая часть шарика; 3 — округлые частицы на

поверхности; 4 — структура округлой частицы, по-видимому, захваченной в процессе соединения капелек; 5 — участок отшелушившейся поверхности; 6 — деталь этой поверхности.

бассейне Северной Двины ничего не известно. В то же время, здесь расположена провинция трубок взрыва, с которыми связаны алмазы. Возраст их верхнекаменноугольный: они перекрыты пермскими осадками, а прорывают более древние. Существование более молодых трубок не исключается. С кимберлитовыми трубками взрыва и может быть связана описываемая находка.

Стекланные шарики составляют до 1% реголита Луны⁵. Состав их отвечает

спектру горных пород и минералов Луны, поэтому алюмо-кальциевые, бедные кремнием стекла вполне вероятно могут быть раститом после высокотемпературного селективного испарения кремнезема из анортитовых стекол при ударах метеоритов⁶. При этом конденсатные продукты образуют обычно пленку на обломках и имеют иногда кислый состав. Стекланные шарики обнаружены и в древних солях и в современных льдах, где их относят к космической пыли. Но

и там пока не найдено мелилитовых стекол, хотя их присутствие возможно⁷.

Уникальность описываемого шарика не только в составе, но и месте его в древних отложениях.

Весьма вероятно, что именно о верхнепермском возрасте отдельных кимберлитовых трубок взрыва и говорит сделанная находка. Если это предположение справедливо, то не следует исключать образования алмазоносных трубок взрыва и в нижней перми.

⁵ Fredrixsson K., Nelen G., Nelson W.J., Henderxson E.P., Anderson C.A. Lunar Glasses and Microbreccias: Property and Origin // Science. 1970. V.167. P.654 (рус. пер.: Изв. АН СССР. Сер.геол. 1970. № 7. С.43).

⁶ Engelhardt W. von, Arndt J., Schneider H. Apollo 15: Evolution of the Regoliten and Origin of Glasses // Proc. LSC. IV. 1973. V.1. P.239—249.

⁷ Hoppe P., Curat G. et al. Trace Elements and Oxygen Isotopes in CAI — Bearing Micrometeorite from Antarctica // Lunar and Planetary Science Conference XXVI. 1995. P.623—624.

Галичья Гора — Мекка натуралистов

Ф.Н. Мильков,

доктор географических наук

А.В. Бережной,

кандидат географических наук
Воронежский государственный университет

ИЗ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ

В июне 1882 г. два ботаника — профессор Московского университета В.Я.Цингер¹ и хранитель Ботанического музея Петербургской Академии наук Д.И.Литвинов, — направляясь по железной дороге в Липецк, решили сойти на станции Дон, чтобы познакомиться с малоизвестной тогда флорой долины Дона. В трех километрах к югу от места высадки их заинтересовал хорошо выделявшийся на местности правобережный утесистый обрыв. На его склонах — известняковых скалах и степной целине — они обнаружили целую группу не свойственных равнине горных растений. Среди них — шиверекия подольская (*Schivereckia podolica*) и новый вид лапчатки — *Potentilla tanaitica*, очень сходный с лапчаткой, обитающей на субальпийских лугах Кавказа и Закавказья (позднее этот вид был описан Цингером). Это скалистое урочище и было Галичьей Горой, вскоре ставшей, по выражению Б.М.Козо-Полянского, «Мек-

кой для натуралистов». Когда к 100-летию ее научного открытия проводилась юбилейная конференция, в ее работе в Воронеже и заповеднике «Галичья Гора» принимали участие ботаники, зоологи, географы 27 научных центров из семи союзных республик.

Название «Галичья Гора» связано или с гнездящимися в урочище галками, или, что не менее вероятно, с обилием в подпочве и на склонах щебенчатого материала (галки).

Спустя несколько лет Цингер в известном труде о флоре Средней России приводит большой материал о Галичьей Горе, отмечает богатство ее флоры. Там же он первым высказывает предположение об остаточном (ледниковом) происхождении флоры Галичьей Горы².

В 1889 г. появляется первая публикация, посвященная специально флоре Галичьей Горы. Она принадлежит профессору Московского сельскохозяйственного института С.И.Ростовцеву и содержит список 357 видов растений³.

Основоположником общепринятой сейчас реликто-

вой гипотезы происхождения «загадочных» горных растений стал второй первооткрыватель Галичьей Горы — Литвинов. Начиная с 1890 г.⁴ он публикует целый ряд статей, утверждающих реликтовую природу горных видов, которые встречаются на каменистых склонах Европейской России; им же был предложен и весьма удачный термин «сниженные альпы». Под этим термином он понимал древний доледниковый тип растительности, элементы которого, пройдя ледниковую трансформацию, сохранились донныне в виде меловых боров, горных видов Галичьей Горы и отдельных видов травостоя современных степей.

Едва ли не единственным активным противником реликтовой гипотезы горных видов Галичьей Горы был В.И.Талиев. По его мнению, Галичья Гора в прошлом была сплошь покрыта лесом и поэтому все нелесные редкие виды имеют антропогенное происхождение. Они заселили Галичью Горы уже после вырубki лесов, а семена их, возможно, были занесены человеком⁵. Гипо-

© Мильков Ф.Н., Бережной А.В.
Галичья Гора — Мекка натуралистов.

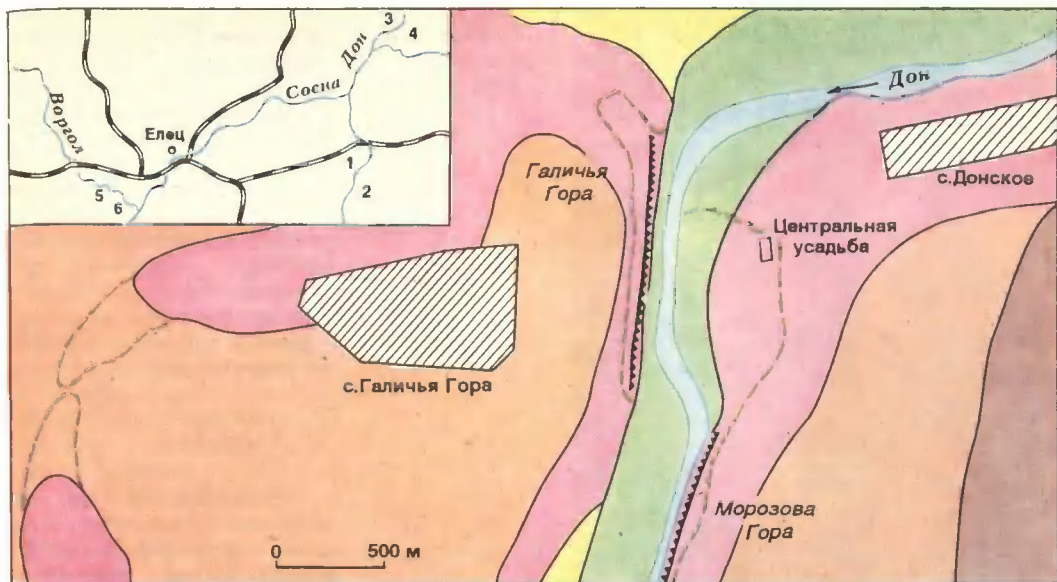
¹ Василий Яковлевич Цингер (1836—1907) был математиком и одно время президентом Московского математического общества. Это не помешало ему быть и выдающимся флористом.

² Цингер В.Я. Сборник сведений о флоре Средней России. М., 1886.

³ Rostowzew S. Ein interessanter Wohnort wilder Pflanzenformen, oder Verzeichniss der auf «Galitschia Gora» wildwachsenden Pflanzen // Bot. Centralab. 1889. № 16.

⁴ Литвинов Д.И. Геоботанические заметки о флоре Европейской России // Bull. de la Soc. de Nature. De Moscou. 1890. № 3. С. 322—434.

⁵ Талиев В.И. Галичья Гора // Естественное и география. 1906. Вып. 4. С. 1—6.



Типы местности:

- пойменный
- надпойменно-террасовый
- склоновый
- плакорный
- зандровый
- Выходы девонских известняков
- Границы заповедных участков
- Населенные пункты
- Железная дорога

Схема типов местности в окрестностях Галичьей и Морозовой Гор. Цифрами на врезке обозначены заповедные участки: 1 — Галичья Гора; 2 — Морозова Гора; 3 — Плящань; 4 — Быкова Шея; 5 — Воронов Камень; 6 — Воргольское.

теза Талиева не нашла поддержки у других исследователей.

Перечень ботаников, занимавшихся изучением флоры Галичьей Горы или

просто писавших о ней, кроме уже упомянутых, необычайно велик. Вот лишь некоторые из имен: В.Н.Хитрово, Б.М.Козо-Полыанский, С.В.Голицын, Н.П.Виноградов, Ф.С.Марфин, Н.С.Камышев, В.И.Данилов, А.Я.Григорьевская, В.Н.Тихомиров, А.И.Ртищева (миколог), В.Н.Самсель (бриолог). Из этого неполного перечня особого внимания заслуживают имена Хитрово и Голицына.

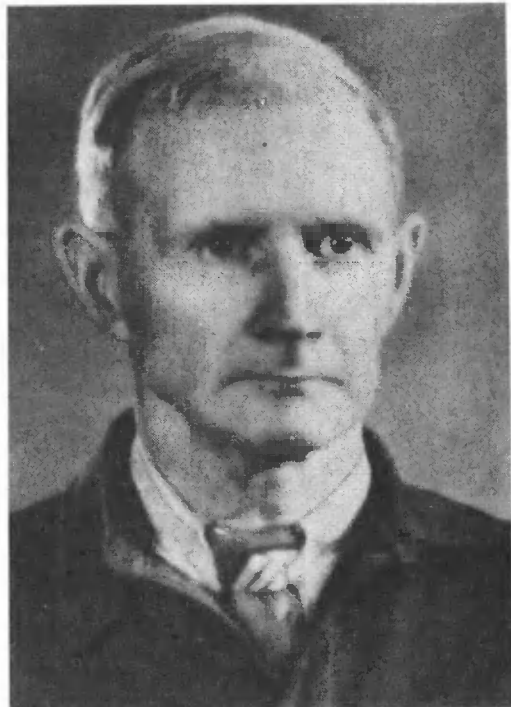
Владимир Николаевич Хитрово (1879—1949), знаток природы Орловского края, а позже исследователь Западной Сибири, многократно посещал Галичью Гору в 1903—1914 гг., в 1924 г. и позднее⁶. Он впервые детально картировал местную растительность, составив путеводитель, снабженный планами

участков местности и фотографиями⁷. Этот путеводитель представляет ценнейший источник для познания природы Галичьей Горы в ее динамике, дает материал для сравнения — что было и что есть.

Сергей Владимирович Голицын (1897—1968) — самая яркая и преданная Галичьей Горе личность среди ее исследователей. Не имея высшего образования, он многие годы считался лучшим флористом университетского Воронежа, а в 1966 г. получил диплом доктора биологических наук, минувя кандидатскую степень. Он был сотрудником, позже директором и научным руководителем агробиостанции «Галичья Гора», а в 1966—1968 гг. и профессором на кафедре физической географии Воронежского университета. Голицын проделал кропотливую работу по инвентаризации флоры Морозовой Горы, открыл Быкову Шею и Плящань — урочища, не уступающие по concentra-

⁶ Данилов В.И. Ученый В.Н.Хитрово. Тула, 1985.

⁷ Хитрово В.Н. Путеводитель по Галичьей Горе // Изв. об-ва для исслед. природы Орловской губ. Орел; Киев. 1913. № 3.



Сергей Владимирович Голицын (1897—1968).

ции реликтов Галичьей Горе. Флористические исследования Сергей Владимирович проводил и на меловом юге Среднерусской возвышенности и обнаружил там значительно более широкий ареал сниженных альп⁶.

Н.С.Камышев, ученик Б.М.Козо-Полянского, впоследствии профессор Воронежского университета, в 1929 г. первым обратил внимание на наличие реликтов на Морозовой Горе, а в 1933-м открыл Сокольскую Гору как интересный флористический объект, который по составу растительности мало уступает Галичьей Горе.

В 1939 г. елецкий краевед П.А.Новиков в урочище Воронов Камень (долина р.Воргол) находит одно из самых редких растений Сред-

нерусской возвышенности — папоротник асплений (костенец) волосовидный (*Asplenium trichomanes*). Кроме Воронова Камня и Жигулей на Волге этот папоротник на Русской равнине больше нигде не найден.

Находки урочищ с горно-альпийскими видами на Галичьей Горе и в ее ближнем и дальнем окружении наводят на мысль о наличии на Среднерусской возвышенности Северо-Донского реликтового района с характерными представителями: шиверекией подольской, лапчаткой донской, шлемником приземистым (*Scutellaria supina*), папоротниками — асплением волосовидным и стенным (*A. ruta-muraria*), щитовником Роберта (*Gymnocarpium robertianum*).

В конце 40-х годов к изучению Галичьей Горы подключаются зоологи Воронежского университета. Профессор К.В.Скуфьин и

его ученики здесь выявили, как и среди растений, разновозрастные реликтовые виды животных.

Несколько позже, в начале 50-х годов, исследованием Галичьей Горы и Морозовой начинает заниматься коллектив кафедры физической географии Воронежского университета. Итогом многолетней работы этого коллектива стали статьи и монография о ландшафтных комплексах этих мест⁹.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЗАПОВЕДНИК

Беспокойство за сохранность реликтов Галичьей Горы ученые высказывали давно. Кругом — крупные села, распаханые равнины — плакоры, выбитые скотом склоны. Академик И.П.Бородин, возглавлявший в Русском географическом обществе природоохранную комиссию, в 1910—1911 гг. (в печати и с трибуны XII Всероссийского съезда естественных испытателей и врачей) в числе объектов, нуждающихся в незамедлительной охране, называл и Галичью Гору. Не один раз о ее защите писал Хитрово. Но вопрос о создании здесь заповедного режима долго не решался. Козо-Полянский, побывав на Галичьей Горе незадолго до учреждения заповедника, писал, что он увидел там «море бурьянов» и если не принять срочных мер по ее охране, то вскоре Галичью Гору в ботаническом отношении можно будет показы-

⁶ Данилов В.И. Сергей Владимирович Голицын. Воронеж, 1988.

⁹ Мильков Ф.Н. Галичья Гора, ее ландшафтные особенности и возраст реликтовой флоры // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1961. Вып. 4. С. 23—29; Мильков Ф.Н., Дроздов К.А., Федотов В.И. Галичья Гора. Опыт ландшафтно-типологической характеристики. Воронеж, 1970.

вать примерно так, как показывал гостям Ноздрев пустые стойла, где прежде были хорошие лошади¹⁰.

Наконец, 25 апреля 1925 г. был основан первый в Центральном Черноземье государственный заповедник «Галичья Гора». Подчинен он был Елецкому краеведческому музею, а штат состоял первое время из единственного сотрудника — сторожа, нанятого из соседнего села Галичья Гора. По мере становления и расширения задач заповедника возникла необходимость укрепить научное руководство им, и 17 апреля 1936 г. он передается в ведение Воронежского университета. В мае 1941 г. заповедник расширяется за счет присоединения к нему Морозовой Горы. В эти предвоенные годы изучением биоты и выявлением новых местонахождений реликтовой флоры занимаются Голицын, Камышев и Виноградов.

В годы Великой Отечественной войны научная работа в заповеднике приостановилась, пострадали и охраняемые объекты, находящиеся в прифронтовой полосе. С 1946 г. сотрудники приступают к активным полевым работам, и уже в 1948 г. выходит в свет крупный содержательный труд Виноградова и Голицына о послевоенном состоянии двух урочищ с реликтовой флорой¹¹. Едва оправившийся от последствий

**Владимир
Николаевич
Хитрово
(1879—1949).**



войны коллектив ждали новые испытания. Правительственными органами было принято решение сократить сеть охраняемых территорий, и заповедник «Галичья Гора» в 1951 г. был ликвидирован в числе многих других. На его базе Воронежским университетом в 1953 г. создается агробиологическая станция, задачи которой отличались от целей заповедника. В частности, проводились поиск и внедрение в практику новых кормовых культур, а университет использовал Галичью Гору для полевых учебных и производственных практик студентов биологического и географического факультетов. Тем не менее природоохранную деятельность продолжала и агробиологическая станция, и весьма энергично. В этом немалая заслуга последовательно сменявших друг друга ее директоров — Виноградова, Голицына и Данилова. В

1963 г. заповедный режим устанавливается не только на агробиологической станции, но и в урочищах Воронов Камень и Быкова Шья, а через шесть лет — на Плещани и Воргольском.

Почти два десятилетия ученые Воронежского университета и руководители агробиологической станции «Галичья Гора» пытались вернуть ей статус государственного заповедника. И, наконец, 13 сентября 1969 г. это свершилось. Галичья Гора вновь стала государственным заповедником.

В этом качестве она уникальна, так как представляет собой микрозаповедник, причем островной. Все шесть заповедных урочищ, разбросанных по северной половине Липецкой области, занимают лишь 231 га. Центр его, состоящий из нескольких административных, жилых и подсобных зданий, размещается

¹⁰ Козо-Полянский Б.М. Галичья Гора. Ботанические впечатления // Изв. Воронеж. краеведч. об-ва. 1925. Вып. 3. С. 1—6.

¹¹ Виноградов Н.П., Голицын С.В. Послевоенное состояние наиболее интересных местонахождений реликтовых растений Верхнего Поосколья и Северо-Донского реликтового района // Тр. ВГУ. Воронеж, 1948. Т. 15. С. 164—205.



Шиверкия подольская на известняковых скалах Галичской Горы.

*Здесь и далее фото
А.В.Бережного*

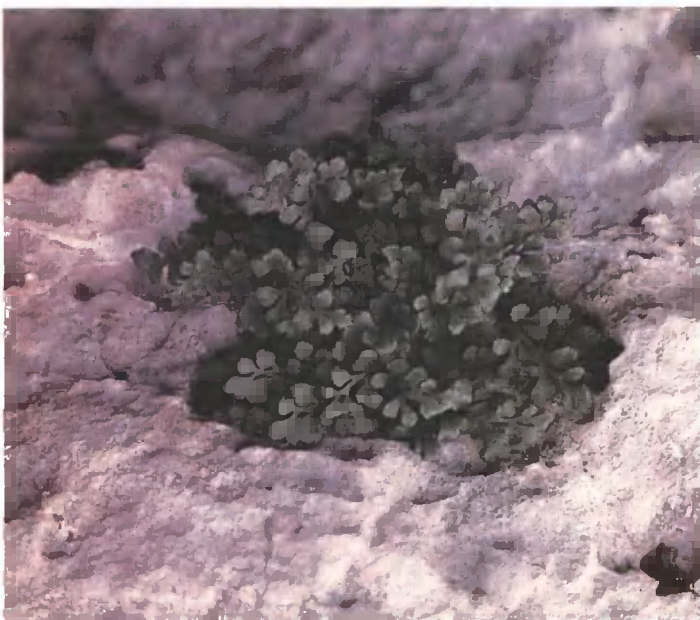
Каньообразная долина Воргала.

Заповедное урочище Плющань.



Костенец стеной — один из семи папоротников Галичской Горы.





вблизи северной окраины Морозовой Горы, на не очень крутом спуске к руслу Дона, прямо напротив известняковых обрывов Галичьей Горы.

К настоящему времени в заповеднике фактически закончена полная инвентаризация его флоры и фауны. Ботаники выявили здесь 974 вида сосудистых растений и 838 — грибов, а зоологи — 296 видов позвоночных, в том числе 38 — млекопитающих, 187 — птиц, 57 — рыб, 7 видов амфибий и 6 — рептилий. Очень богат мир беспозвоночных: 573 вида бабочек, 510 — жуков, 132 — пауков, 749 — перепончатокрылых (ос, пчел, шмелей, муравьев). 24 вида насекомых, 7 видов позвоночных животных и 5 видов растений занесены в Красные Книги СССР и РСФСР.

Еще один важный итог деятельности заповедника — создание гербария Среднерусской возвышенности и сопредельных областей. Основанный в 1938 г., он насчитывает 32 тыс. гербарных листов с 1723 видами сосудистых растений, 3 тыс. микологических образцов, есть коллекции мхов и лишайников. Выдающаяся заслуга в организации и пополнении гербария принадлежит Голицыну. Впечатляет также фондовая коллекция беспозвоночных Центрального Черноземья, содержащая более 44 тыс. экземпляров¹².

ПО ЗАПОВЕДНЫМ УРОЧИЩАМ

Галичья Гора. Это место — сердце заповедника. Расположена она в За-

¹² Сарычев В.С., Скользнев Н.Я. Заповедник «Галичья Гора». Тула, 1993.

донском районе Липецкой области в 2.5—3 км ниже с. Донское.

Узенькой (200—300 м) двухкилометровой полоской тянется заповедная территория вдоль крутого склона долины Дона. Обнажающиеся темно-серые плиты девонских известняков, расщепленные вертикальными трещинами, источенные ветром и дождями, производят величественное впечатление. Мощный скальный выступ в обрамлении кустарников удивительно напоминает голову пушкинского Руслана. А чуть левее и выше над водами Дона нависает узкая и длинная плита известняка, получившая название «Язык».

Особенно красивы известняковые скалы Галичьей Горы весной. Майские ветры быстро подсушивают лишайники, обильно покрывающие обрывы, и в один из теплых дней по их золотистому ковру разливается нежно-белая кипень цветущей шивереки. Ее не останавливают крутые обрывы — достаточно неглубокой трещинки, чтобы растениям укрепиться корешками в поздравотной известняковой плите.

К вершине лета от шивереки остается едва различимая на известняках серебристая розетка листьев. Но зато наливается изумрудной зеленью костенец стеной — один из охраняемых папоротников Галичьей Горы. Он, как и шиверекия, использует для жизни любую мало-мальскую трещину. Зеленые ручейки его зарослей хорошо заметны на фоне известняковых скал. Кроме шивереки и костенца в этом поясе скал и осей можно встретить эфедру двухколосковую (*Ephedra distachya*), известную в немногих местах Черноземного центра.

Выше бровки уступа долины простирается ковыльно-разнотравная степь. Занимает она узенькую полосу придолинного склона с крутизной 3—5°, осложненную ложбинами стока и различными карстовыми формами рельефа. Растительный покров здесь чрезвычайно мозаичен. Кустарниковые заросли из дикого миндаля (*Amygdalus nana*), терна (*Prunus spinosa*), спиреи (*Spiraea crenata*) уступают место горлице весеннему (*Adonis vernalis*), ветренице лесной (*Anemone silvestris*), ломоносу цельнолистному (*Clematis integrifolia*). Южная часть урочища занята уже не разнотравьем, а злаковыми ассоциациями из типчака (*Festuca valesiaca*), тонконога (*Koeleria cristata*), ковыля перистого (*Stipa pennata*).

Степь эта возникла на месте бывшей в 1925 г. пашни и потому дает возможность проследить за ходом восстановления девственного растительного покрова. Однако, как оказалось, абсолютно заповедный режим (без выпаса скота и палов) здесь, как и в других заповедниках, ведет к заселению степей древесно-кустарниковыми породами (кленами татарским и ясенелистным, крушиной слабительной, дикими яблонями и грушами).

Между руслом Дона и известняковыми обрывами Галичьей Горы располагается ледобойная полоса — затопляемая полыми водами подножная часть долинного склона. Влекомые вешними водами льдины вспарывают маломощный делювий склона, оставляя за собой полосы отшлифованного известняка. В таких экстремальных условиях могут выжить лишь самые неприхотливые, прячущиеся среди глыб известняка, растения.

Насыщенность флоры Галичьей Горы реликтами находит свое отражение и в энтомофауне заповедника. Наиболее интересны мухи-журчалки, пчелы, из жуков — мертвоед тирольский.

Морозова Гора. Урочище располагается на левобережье Дона почти напротив знаменитой Галичьей Горы, в «тени» которой оно находилось долгое время. Это урочище (площадь около 100 га) вытянуто примерно на 3 км, максимальная ширина заповедной полосы — всего 600 м. Сравнительно пологий на севере склон долины при движении на юг становится круче.

Известняковые скалы и обнажения здесь, в отличие от Галичьей Горы, редки и приурочены в основном к немногочисленным оврагам и балкам. Хорошо развита сеть ложбин стока и близкое залегание известняков способствуют интенсивному развитию карста как на территории заповедника, так и в его охранной зоне в форме разнообразных воронок.

Нагорная дубрава на склоне долины перемежается цветистыми лугово-степными полянами. В самой дубраве первый ярус образуют дуб и береза, второй и третий — дикая яблоня, крушина слабительная, боярышник сомнительный и др.

Кустарниковая степь, которая при движении по склону на юг сменяет нагорную дубраву, пестрит зарослями таволги городчатой, вишни степной, кизильника алаунского. Из травянистых растений обычны осока низкая, типчак, тимофеевка.

Морозовой Горы, в отличие от Галичьей, принадлежит достаточно большой участок сегментной поймы. Прибрежное мелководье

русла последовательно сменяется прирусловым валом, прирусловым понижением и злаковыми лугами высокой поймы.

Флора Морозовой Горы тоже изобилует реликтами. Здесь те же виды — шиверекия, лапчатка и др. Кроме того, научными сотрудниками заповедника созданы коллекционные участки реликтовых видов из других районов Центрального Черноземья: волчегодников Юлии (*Daphne juliae*) и Софии (*D.sophiae*), березки низкой и др.

Разнообразные экотопы приводит к чрезвычайной насыщенности энтомофауны Морозовой Горы. Особенно многочисленны бабочки: ленты орденские (малиновая и голубая), махаон, голубянка мелеагр и др.¹³

Плющань. Это — самое северное из всех заповедных урочищ. Располагается оно в Краснинском районе Липецкой области неподалеку от с.Яблоново и представляет собой часть (40 га) обширной нагорной дубравы на правом берегу Дона. В состав заповедника входит с 1969 г. Название урочища связано с небольшой речкой Плющанкой, устье которой находится на территории заповедного урочища.

Геоморфологическую основу участка составляют придолинные склоны плато, а также склоны Дона и Плющани. Покрывают они дубравой, в составе которой много березы и липы. В подлеске обильны кустарники — лещина, бересклет и др.

Специфика лесов Плющани — в видовой насыщенности реликтами травянистого яруса. Здесь можно встретить борец-волкобой-

ник (*Aconitum nemorosum*), гладыш широколистный (*Laserpitium latifolium*), горичник олений (*Peucedanum oleria*), осоку притупленную (*Carex obtusata*). Из 716 отмеченных здесь видов около 20 относятся к редким и реликтовым.

Разительно отлична от растительности Галичьей Горы растительность ледобойной полосы Плющани. Если в первой господствуют ивовые заросли и почти нет реликтов, то вторая представляет собой разреженные березняки. К ледобойной полосе примыкает и знаменитая «хризантемова поляна», представляющая собой, по словам Голицына, кусочек алтайских горных лугов, чудом занесенный в Среднюю Россию. Особенно она живописна во второй половине лета.

В то время как большинство растений прошли уже большую часть своего жизненного цикла, дендрантема (хризантема) Завадского (*Dendranthema zavadskii*) выбрасывает соцветия, напоминающие по форме цветков ромашки, но с бледно-розовыми язычками. На Среднерусской возвышенности подобное можно увидеть еще только в одном месте — на Тимской гряде в Курской области. Вместе с дендрантемой произрастает еще целый «букет» сибирских растений, например истод сибирский (*Polygala sibirica*), сердечник трехраздельный (*Cardamine trifida*), колокольчик алтайский (*Campanula altaica*) и др. К сожалению, заповедный режим неблагоприятно сказался на численности популяции дендрантемы. Если в 1939 г. на 1 м² Голицын отмечал до 250 экз., то в 1983 г. осталось всего 70—80¹⁴.

Речка Плющанка также имеет свою «известняковую» специфику — в отдельные годы ее воды уходят сквозь известняковое русло, не достигаая Дона. Это исчезновение вод следует связывать с активными карстовыми процессами в девонских известняках.

Осветленные поляны Плющани привлекают пчелоплотников, шмелей степного, обыкновенного и плодового, а близость обширной поймы Дона и Плющанки благоприятна для обитания здесь копытных — лося, кабана, косули.

Быкова Шея. Это — единственное из урочищ Галичьей Горы, не связанное с современной речной долиной. Располагается оно на юге Лебедянского района Липецкой области в одной из многочисленных извилин балки Сухая Лубна, примерно в 4—5 км от ее впадения в Дон. Площадь участка — 31 га, заповедан в 1963 г.

Быкова Шея представляет собой хорошо сохранившийся степной участок природы, в неблагоприятных условиях, включающий в себя 650 видов растений, 30 из которых — редкие и реликтовые.

Летом на склонах Сухой Лубны безраздельно господство ковылей: перистого, красивейшего, волосатика. Под их пологом хорошо сохраняются так называемые «ксеротермические» реликты — оносма простейшая, эфедра двухколосковая, астрагал пушистоцветковый, овсец пустынный и многие другие. Редкие рощицы нагорных березняков с укравшимися под их пологом лесными растениями лишь усиливают впечатлительность степного простора.

Фауна Быковой Шей — типично степная, будь то позвоночные животные (мяданка, перепел, степной

¹³ Особо охраняемые ландшафты Липецкой области (каталог). Липецк, 1993.

¹⁴ Заповедники СССР. Заповедники Европейской части РСФСР. М., 1989.



Степное растение ломонос цельнолистный.

Куртина шлемника приземистого на известняковых обрывах.

Кузьмичева трава, или эфедра двухколосковая, — реликт древнего голоцена, выходец из Средиземноморья. →

Цветущий лен — украшение степей Галичьей Горы. →





лунь, большой тушканчик или насекомые (муха ктырь голопогон, разнообразные шмели, пчелы).

Урочища **Воронов Камень** и **Воргольское** располагаются в приустьевой части Воргола — левого притока р. Быстрая Сосна, в 10—12 км юго-западнее г. Ельца. Первое, площадью 9,5 га, заповедано в 1963 г., второе (31 га) — в 1969-м.

Долина Воргола ниже с. Казаки резко сужается до 200—250 м и на протяжении почти 10—12 км представляет собой необычный для Центральной России типичный каньон, заложенный в девонских известняках.

Необычайно красивы вознесенные на 50-метровую высоту высокие скалистые правый и левый склоны долины. Петляющее русло реки, узкая пойма (до 30 м), обрывистые склоны (местные названия — «кичи», «камни», «столы»

«замки») говорят о морфологической молодости этого участка речной долины. Скорее всего он сформировался после отступления донского ледникового языка при локальных нетектонических поднятиях.

Воронов Камень. Это урочище располагается неподалеку от с.Рябинки и представляет собой мощный скальный монолит в обрамлении нагорной дубравы. Кроме обычного набора реликтов сниженных альп Воронов Камень славится обилием папоротников. Здесь их 7 видов, а среди них наиболее редок асплений волосовидный. Его типичное местообитание — защищенные от солнечных лучей глубокие трещины известняка с постоянной влажностью. Чрезмерная рекреационная нагрузка на этой территории поставила асплений на грань исчезновения.

В километре от Воронова Камня, по течению, располагается другое заповедное урочище — **Воргольское.** Здесь русло Воргола, подмывая правый берег, обнажает 15-метровой высоты известняковый обрыв — Лисий Камень. В его глухих расщелинах встречается голокученник Роберта (*G. robertianum*), а на поверхности скал обычны шиверекия подольская, гусиный лук зернистый (*Gagea granulosa*), тимьян жигулевский (*Thymus zhegulensis*).

В водах Воргола обитает голяян обыкновенный. Изолированный характер его ареала дает возможность причислить его к реликтовым объектам.

Воронов Камень и Воргольское — всего лишь два небольших участка долины Воргола. Из-за ее значительной природной и археологической ценности — в пещерах Воргола была обнаружена керамика борщев-

ского типа¹⁵, — вся долина реки от с.Казачки до устья объявлена ландшафтным заказником.

ГЕОГРАФИЯ И ВОЗРАСТ РЕЛИКТОВ

«В стране живых ископаемых» — так назвал свою книгу о меловых борах и сниженных альпах Верхнего Пскополя Козо-Полянский¹⁶. Здесь он высказал предположение, оказавшееся пророческим, что Среднерусская возвышенность представила науке еще далеко не все свои реликтовые богатства и в таких районах, как бассейн Быстрой Сосны, можно ожидать открытия новых интереснейших видов. Именно здесь и были обнаружены вошедшие в заповедник урочища с реликтовой флорой — Воронов Камень и Воргольское. Но даже Козо-Полянский не предполагал, что его ученики столь быстро и широко раздвинут границы «страны живых ископаемых». Вот какие заключения о реликтах Среднерусской возвышенности были сделаны позже¹⁷:

высокая степень насыщенности реликтами Среднерусской возвышенности, связанная с палеогеоморфологическими особенностями, в прошлом была свойственна всей ее территории;

относительная редкость реликтов ныне — результат деятельности человека, за-

селяющего возвышенность со времен палеолита;

реликты сохранились в малопосещаемых, удаленных от населенных пунктов, местах; на всякого рода неудобьях, не пригодных для хозяйственного использования; в труднодоступных урочищах типа известняковых скал и меловых обрывов.

Живыми свидетелями каких же исчезнувших ландшафтов предстают перед нами среднерусские реликты? Единого мнения по этому поводу нет, но преобладающая точка зрения и флористов, и зоологов сводится к выделению среди реликтов трех «свит»: неогеновой (теплой), Днепровско-древнеголоценовой (прохладной и сухой). Представление о возрастном составе реликтов и Галичьей Горы, и Морозовой дает таблица, составленная Голицыным¹⁸.

ЭТАЛОН ДОЛИННО-РЕЧНЫХ ЛАНДШАФТОВ

Галичья Гора как государственный заповедник помимо крошечных размеров и раздробленности имеет еще одну особенность — приуроченность к долинам рек, точнее, их крутым склонам (Дон, Воргол, Сухая Лубна¹⁹). В этом отношении Галичья Гора составляет полную противоположность близлежащему Центральночерноземному заповеднику им. проф. В.В.Алехина, в котором преобладают целинные водораздельные степи.

¹⁵ Москаленко А.Н. Славяне на Дону. Воронеж, 1981.

¹⁶ Козо-Полянский Б.М. В стране живых ископаемых. Очерк из истории горных боров на степной равнине. М., 1931.

¹⁷ Мильков Ф.Н. Краткий очерк истории взглядов на реликты в ландшафтах Среднерусской возвышенности // Экология реликтовых ландшафтов среднерусской лесостепи. Воронеж, 1994. С. 23—35.

¹⁸ Цитируется по: Мильков Ф.Н., Дроздов К.А., Федотов В.И. Галичья Гора. Опыт ландшафтно-типологической характеристики. Воронеж, 1970. С. 16.

¹⁹ Сухая Лубна, где размещается Быкова Шья, — тоже долина, но сухая (суходол), с водотоком во время снеготаяния и летних ливней.

Таблица

Возрастной состав реликтов Галичьей и Морозовой Гор

Реликтовые виды	Урочища		Возраст	Предполагаемая родина
	Галичья Гора	Морозова Гора		
Борец-волкобойник	+	+	Неоген	Евразия
Касатик боровой	—	+	Неоген	Евразия
Колокольчик алтайский	+	+	Неоген	Сибирь
Костенец стенной	+	+	Неоген	Голарктика
Лапчатка донская	+	+	Неоген	Вост. Европа
Осока низкая	+	+	Неоген	Европа
Шиверекия подольская	+	+	Неоген	Вост. Европа
Шлемник приземистый	—	+	Неоген	Зап. Евразия
Гусиный лук зернистый	+	+	Средний плейстоцен (Днепровское оледенение)	Сибирь
Истод сибирский	+	+	Днепровское оледенение	Сибирь
Клевер люпиновидный	+	—	Днепровское оледенение	Сибирь — Канада
Мятлик степной	+	+	Днепровское оледенение	Сибирь
Полынь шелковистая	+	—	Днепровское оледенение	Сибирь
Полынь широколистная	+	—	Днепровское оледенение	Сибирь
Пырей мочковатый	+	+	Днепровское оледенение	Сибирь
Солонечник узколистный	+	—	Днепровское оледенение	Сибирь
Грудница волосистая	+	—	Древний голоцен	Средиземноморье — Зап. Азия
Эфедра двухколосковая	+	—	Древний голоцен	Средиземноморье — Средн. Азия

Прокладывая путь в девонских известняках, Дон и его притоки, особенно правые, смогли образовать лишь узкие глубокие долины с переменной асимметрией склонов. То на левом, то на правом берегу образовались известняковые обрывы — горы, отделенные друг от друга фрагментами пойменных лугов и пашен на надпойменных террасах. Крутые склоны одеты то темными дубравами, то степью вперемежку со светлыми нагорными березками. С

любой горы открываются картины одна живописнее другой, необычные для Центральной России.

Заповедник «Галичья Гора» призван охранять не только реликтовые биоценозы, его задача, по нашим представлениям, намного шире — донести до потомков образцы неповторимых ландшафтов Верхнего Дона. С этой задачей микрозаповеднику «Галичья Гора» в его нынешнем виде не справиться — необходимо расширить его границы.

Учитывая тесные связи структурных частей речной долины, в состав заповедных участков должны входить не одни крутые склоны, но и отрезки долин, включающие пойму, надпойменные террасы, а местами и противоположащие коренные склоны. Вполне реально превратить многие отрезки Дона в благоустроенные рекреационные зоны, а в особенно живописных долинах Красивой Мечи и Воргола создать национальные парки.

Ярославская порода крупного рогатого скота

Ю.А. Столповский,

кандидат биологических наук

С.В. Уханов,

кандидат биологических наук

Институт общей генетики им. Н.И.Вавилова РАН

ПРОЕЗЖАЯ по Золотому кольцу России, между Переславлем-Залесским, Ростовом Великим и Ярославлем, многие, наверное, замечали пасущиеся по обочинам дорог стада коров весьма необычной окраски. Из-за оригинального сочетания контрастных цветов издали кажется, что черные туловища неподвижны, а белые морды, с большими черными «очками», ритмично поднимаются и опускаются. Это — ярославский крупный рогатый скот, одна из луч-

ших отечественных молочных пород.

Селекционеры обратили внимание на эту породу еще в начале века. Так, профессор М.Н.Придорогин считал ее лучшей по молочным качествам¹. К сожалению, столь лестную характеристику, на наш взгляд,

могут заслужить немногие отечественные породы.

Большинство специалистов утверждают, что «ярославка», пожалуй, единственная российская заводская молочная порода, полученная без участия иностранной «крови». Иными словами, это — чистокровное российское селекционное детище, созданное народной селекцией. Для разведения отбирали только самых лучших животных с отличными показателями продуктивности и экстерьера.

© Столповский Ю.А., Уханов С.В. Ярославская порода крупного рогатого скота.

¹ Придорогин М.Н. Обзор важнейших пород крупного рогатого скота. М., 1906.



Классический экстерьер ярославской породы.

Первое упоминание о предшественниках ярославского скота относится к XVI в. В «Трудах Императорского вольно-экономического общества» рассказывается о популяциях первично-лесного скота², разводимых в старинных уездах Ярославской губернии (Даниловском, Ярославском, Тутаевском), по поймам Волги, Мологи, Шексны, где климатические условия были благоприятны для них. Сказалась также близость крупных городов — Москвы, Петербурга, Ярославля, нуждавшихся, как впрочем, и сегодня, в молочной продукции. Сыграло свою роль и появление в конце прошлого века маслодельной и сыроваренной промышленности. Все эти факторы, безусловно, способствовали

скорейшей селекции ярославской породы, закреплению ценнейших молочных качеств лучших ее представителей.

Примерно в середине прошлого века название ярославской породы появилось в специальной литературе. Уже в те времена отбор коров вели по удою и жирномолочности. Поскольку эти показатели были весьма высокими, ярославский скот, наряду с холмогорским, вывозили в разные районы страны для племенного разведения. Любопытно, что в 60-х годах нашего столетия «ярославку» закупили представители Нидерландов непосредственно с одной из животноводческих выставок, проходившей в Европе. К сожалению, дальнейшая судьба этого животного нам неизвестна. В 1991 г. немецкие селекционеры высказали желание приобрести российские местные породы, в том числе и «ярославку».

Ее современный ареал небольшой и ограничивается Ярославской областью (центр разведения), а также соседними — Костромской, Ивановской, Тверской областями. Численность животных, по официальным данным, на 1 января 1994 г. составляла 127214 чистопородных коров и 2617 быков. Однако массовое скрещивание «ярославки» с голштино-фризскими быками не позволяет дать точную численность животных чисто ярославской породы.

Экстерьер «ярославки» отличается некоторой диспропорцией: при развитой средней части туловища, глубокой и узкой груди, прямой спине и почти квадратном крупе у нее короткие тонкие ноги. В среднем высота в холке — от 126 до 127 см, масса коров — 480 кг, быков — 750, а телят при рождении — 27—31 кг. Кожа на туловище эластичная, тонкая. По кра-

² Бландов В. Исследование крупного ярославского скота // Тр. Имп. вольно-эконом. об-ва. 1873. Т. 1. Вып. 1. Отд. 1. С. 5, 140.



Стадо племенного завода «Горшиха».

ниологической систематике ярославская порода принадлежит к типу *Bos taurus primigenius*. Животное это с легкой головой, удлинённой мордой, относительно узким междуруьем, широким плоским лбом и хорошо развитым макушечным гребнем. Носовое зеркало большей частью темное. Рога средней толщины и длины, светлые, с темными концами, направлены чаще всего в стороны, вперед и назад — вверх.

Необходимо отметить, что вначале при выведении породы обращали внимание на масть, имеющую специфические особенности, и лишь позднее — на удои и жирномолочность. Отбор по «рубашке» способствовал закреплению характерной для большей части животных черной масти, с белой окраской головы, брюха, нижней части ног и кончика хвоста. Животные такой окраски преобладают, реже встречаются черно-пестрая, красная и красно-белоголовая, красно-пестрая масть.

Черные «очки» придают «ярославке», с одной стороны, элегантность, с другой — некую строгость и даже угрюмость. В первые мгновения, когда оказываешься рядом со стадом, ощущения не из приятных. Представьте ситуацию, когда тебя внимательно рассматривают черными громадными глазами несколько десятков животных. Но проходит время, и ты понимаешь, что перед тобой отнюдь не угрюмые и агрессивные, а всего лишь любопытные создания. Напряжение спадает, а когда видишь в стаде эдакого «одноглазого пирата» — животное, у которого черный ободок только с одной стороны, — становится совсем весело.

Обычно ярославский скот по экстерьеру и масти

довольно однотипен. В связи с этим при характеристике ярославской породы подчеркивают ее единый тип в качестве классификационного критерия.

«Ярославка» издавна известна своей высокой молочной продуктивностью, которая могла быть еще выше при наличии достаточных и высококачественных кормов. Наибольшая продуктивность — 5020 кг молока с 4.65% жира, средний удой — 2700—3400 кг. Особо ценно качество молока этой породы — высокое содержание жира (3.5—4.14) и белка (3.5—3.6%), причем почти 80% от общего белка составляет казеин, что особенно важно для сыроварения³.

Наиболее известное стадо ярославской породы — на племенном заводе «Горшиха». Там почти нет коров с жирностью молока ниже 4%, а у отдельных коров она — более 6%. Изучение состава, физико-химических характеристик и биотехнологических свойств молока, проведенное ВНИИ маслодельной и сыродельной промышленности (г. Углич), показало, что содержание основных питательных компонентов (жира, белка, лактозы, общих сухих веществ) у коров племзавода «Горшиха» в среднем на 15—20% выше обычных показателей и значительно превосходит среднестатистические данные по качеству сырья в регионе, стране, ближнем и дальнем зарубежье. Интересные данные получены при исследовании молочного сахара (лактозы). Напомним, что лактоза в значительной мере определяет пищевую ценность молока, служит исходным ве-

ществом при молочно-кислом брожении, производстве творога, сыра, и главное, от нее зависят их вкусовые достоинства. В молоке коров племзавода «Горшиха» лактозы 5%, а в среднем по Ярославской области 4.52%. Уникальное соотношение белка и жира в молоке животных ярославской породы вполне может служить эталоном для других молочных пород. Особенно ценно, что высокая продуктивность «ярославки» сохраняется на протяжении длительного времени или даже всех лактаций.

Наряду с этим, ярославский скот, имеющий крепкую конституцию, вынослив, устойчив к туберкулезу, бруцеллезу, инфекционному маститу и лейкозу. Характеристика этой породы, полученная при изучении генетических маркеров — эритроцитарных антигенов белков крови и молока, отражает в некоторой степени длительную селекцию и указывает на закрепление генов, возможно, связанных с эволюцией (филогенезом) породы. Так были выявлены специфические аллели В-системы групп крови, свойственные только «ярославке». В то же время обнаружены некоторые аллели, присущие и холмогорской породе. Это говорит о филогенетической связи этих пород, которые в процессе селекции значительно дивергировали. На это же указывают данные по исследованию гемоглобина⁴: у ярославского скота обнаружены два типа гемоглобина (А и В), а у холмогорского только один (А).

На основе полиморфиз-

³ Моноенков М. И. Ярославская порода скота. Ярославль, 1974. С. 280.

⁴ Максименко В. Ф. Генетический полиморфизм групп крови, типов некоторых белков и ферментов у ярославского скота и возможности его использования в селекции. Л.; Пушкин, 1978. С. 21.

ма белков молока была подтверждена оригинальная генеалогия «ярославки». Так, при установлении математическими методами взаимоотношений между различными породами крупного рогатого скота ярославская порода выделилась в отдельный кластер.

Как показала практика, эффективность скрещивания «ярославки» с другими породами крайне низка. В 1936—1937 гг. в некоторых хозяйствах ее скрещивали с быками остфризской породы. Поскольку у этого потомства резко снизилась жирность молока, скрещивание прекратили. Однако спустя полстолетия началась повальная «голштинизация» отечественных пород, в которую вовлекается и «ярославка». Но, как и ранее, успех этого мероприятия опять оказался отрицательным.

По данным П.Л.Емелина, эффект скрещивания ярославских коров с голштино-фризскими быками проявлялся только в первом поколении, а уже второе не имело преимуществ перед чистопородными сверстницами⁵. Тем не менее, «голштинизация», или погло-

щение и этой российской породы, вполне реально. Ведь слишком велик соблазн у некоторых селекционеров скрестить одну из самых молочных пород мира с местной, обладающей уникальными качественными показателями молока. Правда, если бы эффективность межпородного скрещивания зависела от простого математического действия — сложения, тогда молочные реки и кисельные берега были бы не только в наших замечательных сказках.

В предыдущих сообщениях этой серии мы рассказывали об аборигенных сельскохозяйственных животных, которые уступают по продуктивности коммерческим породам (как правило, зарубежным) и представляют собой потенциал, пока невостребованный для селекции; ярославская же порода — отечественное селекционное достижение.

Эти животные благодаря отличной приспособленности к специфическим условиям районов разведения и присущим им ценным хозяйственно-полезным качествам вполне выдерживают конкуренцию с лучшими мировыми породами. Однако из-за экономической неурядицы и волюнтаристских действий (вспомним «голштинизацию») численность чистопородных ярославских

коров сокращается, в последнее время существенно ухудшилось и качество селекционной работы.

Создать выдающуюся породу — сложный, достаточно длительный процесс; раскрыть ее потенциальные возможности не менее трудная задача, а вот безвозвратно потерять уникальные признаки, как показывает печальный отечественный опыт, можно значительно быстрее, чем порой кажется.

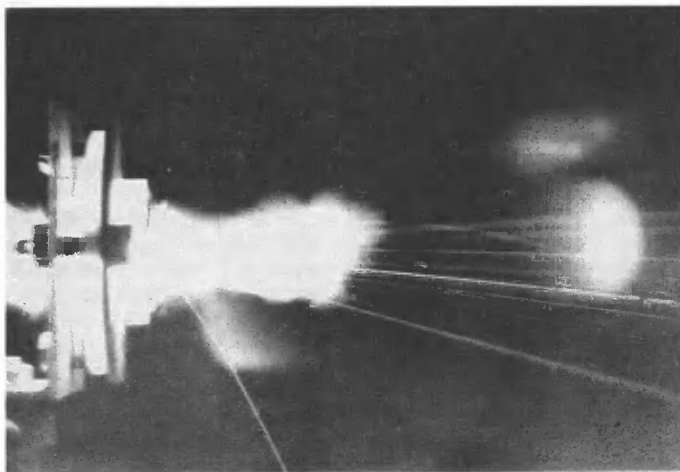
Генетико-селекционная работа с породистым стадом требует каждодневного труда квалифицированных специалистов и, как это ни банально звучит, стабильных материальных вложений. Ввоз в нашу страну зарубежного высокопродуктивного скота, безусловно, увеличил потенциальные возможности селекции, но нельзя в угоду иностранным породам забывать собственные. Так и хочется перефразировать известное выражение: «По золоту ходим и не замечаем». Ярославская порода заслуживает пристального внимания и заботы. Мы должны не только сохранить этих выдающихся животных, но и расширить ареал их разведения, не только изучить их генетический потенциал, но и усилить селекцию, позволяющую улучшить молочные качества «ярославки».

⁵ Емелин П.Л. Улучшение хозяйственных качеств ярославского скота при скрещивании с голштино-фризским // Животноводство. 1984. № 1. С. 30—32.

Искусственные шаровые молнии

ГРУППА сотрудников из Института высоких температур РАН, Научно-исследовательского института физики (НИИФ) Санкт-Петербургского университета и Московского радиотехнического института РАН (В.Л.Бычков — теория и эксперимент, А.Ю.Гридин, С.Е.Емелин, А.И.Климов, В.С.Семенов — эксперимент) провела исследования по проверке теории образования полимерных шаровых молний.

В основе экспериментов лежит модель шаровой молнии, обладающей каркасом из полимерных макромолекул. Эти макромолекулы в природных процессах появляются в результате деструкции органики (листья, травы, смолы, коры деревьев и др.) под действием грозовых разрядов линейных молний или в результате разрушения полимерной изоляции при электрическом пробое в различных электроустановках. В условиях молниевых разрядов испарившиеся или разрушившиеся органические молекулы образуют каркас — электрически заряженную полимерную структуру с фрактальными и реологическими свойствами, типичными для возбужденных полимеров. Полимерный каркас обладает большой поверхностью, на которой могут накапливаться заряды (из атмосферы) различной полярности и долго не рекомбинировать из-за ее специфических диэлектрических свойств. Это и опре-



Долгоживущее энергоемкое образование, которое возникает на выходе из плазмотрона со стенками из воска.

Структурная частица размером 5 мм, образовавшаяся на основе частичек активированного угля в разрядном канале из оргстекла.



деляет возможность накопления огромной энергии в такой заряженной полимерной структуре и ее долгое время жизни; свечение

структуры связано с развитием газовых разрядов вблизи поверхности.

В экспериментах использовались импульсные

плазмотроны эрозионного типа, в которых стенки разрядных каналов изготавливались из легкоиспаряющихся (воск, оргстекло) веществ. В импульсном плазмотроне в условиях высоковольтного капиллярного разряда создается неравновесная сильно возбужденная плазма. При разряде в канале диаметром 1—2 мм моделируются условия взаимодействия молниевоего стримерного разряда с природными полимерами. Вложенная энергия равнялась 1—10 кДж; ток разряда в плазмотроне 10—50 А, т.е. близок к току в стримерном разряде молнии; длительность разряда 1—10 мс, что тоже соответствует характеристикам молниевоего стримерного разряда.

На выходе из плазмотрона в результате разряда генерировались долгоживущие энергоёмкие образования в виде шаров, цилиндров, струй и т.д. Газовая температура этих объектов была невысокой — до 1000К, их удельный энергозапас составлял 10^3 Дж/см³ и более, т.е. был близок к соответствующей величине для природных шаровых молний.

В экспериментах Московского радиотехнического института использовался капилляр из воска, а длительность импульса тока была меньше 30 мс. В этих условиях светящийся объект образовывался в воздухе

при атмосферном давлении на выходе из капилляра и выглядел как цилиндрическое плазменное образование (40 см длиной и 2—3 см шириной). Время свечения составляло около 1 с, что для плазменного образования аномально долго. Объект отличался следующими свойствами: мог продельвать отверстия в тонких металлических пленках (т.е. обладал энергией не меньше 100 Дж); упруго отскакивал от диэлектрических материалов; мог проходить как единое целое через маленькие отверстия. Все это говорит о сходстве с шаровой молнией. В серии экспериментов обнаружено, что масса вещества, уносимая со стенок за один выстрел, составляла 10 мг. В некоторых экспериментах после окончания свечения оставался след — дым, состоящий из пылинок. Когда этот объект взаимодействовал с поверхностью жидкого азота, на ней появлялись диэлектрические нити толщиной до 10 мкм и длиной до 1 см. Они сворачивались в клубки и тонули в азоте. Эти факты позволили экспериментаторам предположить существование у объекта полимерного каркаса.

В экспериментах НИИФ в качестве основы для получения автономных образований использовались частицы из активированного угля и скатанные кусочки

хлопковой ваты, на которых могли эффективно идти процессы полимеризации. Эти объекты помещались внутрь разрядного канала, выходное отверстие которого закрывалось отрезком капилляра с целью увеличения времени взаимодействия. При разряде вылетали частички размером до 5 мм, светившиеся красным цветом. Постепенно свечение локализовалось в центре и затем исчезало, просуществовав около 6 с. В обоих случаях (как с углем, так и с ватой) поверхность частиц под микроскопом выглядела ноздреватой, она включала отдельные или по нескольку штук вместе короткие волокна. Проводимость этих частиц на постоянном токе отсутствовала, плотность составляла около 0.05 г/см³. После значительной деформации структура возвращалась к прежней форме, т.е. обладала высокой эластичностью, присущей полимерам.

Результаты экспериментов качественно подтверждают представления о полимерной структуре шаровых молний. Они показывают, что одним из типов шаровых молний могут быть заряженные полимерные возбужденные образования, состоящие из пористого материала или нитеподобных структур.

Теплофизика высоких температур. 1994. Т. 32. № 2. С.190—194.

Волга, великая и древняя

История одной гипотезы

Академик В. Е. Хаин
Москва

ВОЛГА — самая крупная река не только европейской России, но и всей Европы. На ее берегах стоят многие крупные промышленные, научные и культурные центры нашей страны, некоторые с более чем миллионным населением. В бассейне Волги обитает большое число малых народов. Здесь расположена наша столица — Москва. При всем таком большом значении Волга, в отличие от других больших европейских рек, впадает в замкнутый водоем, изолированный от Мирового океана, — Каспийское море. Бассейн Волги и Каспий тесно связаны тем, что в тектоническом отношении принадлежат к единой крупной меридиональной депрессии. Эта связь обозначилась геологически достаточно давно, по крайней мере для той части депрессии, которая лежит в бассейне Волги, — еще в позднем палеозое. А в некоторые эпохи мезозоя и кайнозоя, как будет показано, устье самой Волги находилось гораздо южнее современного его положения, в области нынешнего Каспия.

Впервые такое предположение возникло еще в конце 20-х — начале 30-х годов нашего века у молодого талантливого исследователя Владимира Петровича Батурина, работавшего тогда в Баку. Возникло оно в общем случайно, в процессе решения одной чисто практической задачи, связанной с нефтяной промышленностью. Огромные залежи нефти, сделавшие знаменитым этот город (Баку — родина и автора данных строк), приурочены к мощной песчано-глинистой толще плиоценового возраста, которая потому-то и получила название продуктивной



Владимир Петрович Батурин. Фото 1934 г.

толщи (другое, более строгое название — балаханская — не очень привилось в литературе). Продуктивная толща крайне бедна органическими остатками (из макроскопических в ней изредка встречаются лишь раковины пресноводных моллюсков — унионид). Поэтому до развития геофизических методов — электрокаротажа скважин — расчленение продуктивной толщи на отдельные горизонты и их сопоставление и прослеживание, столь необходи-

мые при разведке нефтяных залежей, были крайне затруднительны и основывались лишь на макролитологических сведениях. Возникла идея применить более тонкие методы — микропалеонтологический и микропетрографический. Последняя задача и была возложена на Батурина. К тому времени выяснилось, что в целях корреляции и палеогеографических реконструкций наиболее полезно изучать минеральный состав так называемой тяжелой фракции песчаных пород, отделяемой от значительно большей по объему и содержащей широко распространенные минералы (кварц, полевые шпаты и др.) легкой фракции с помощью особой жидкости — бромформа, в котором первая группа минералов тонет, а вторая — всплывает (откуда и названия фракций).

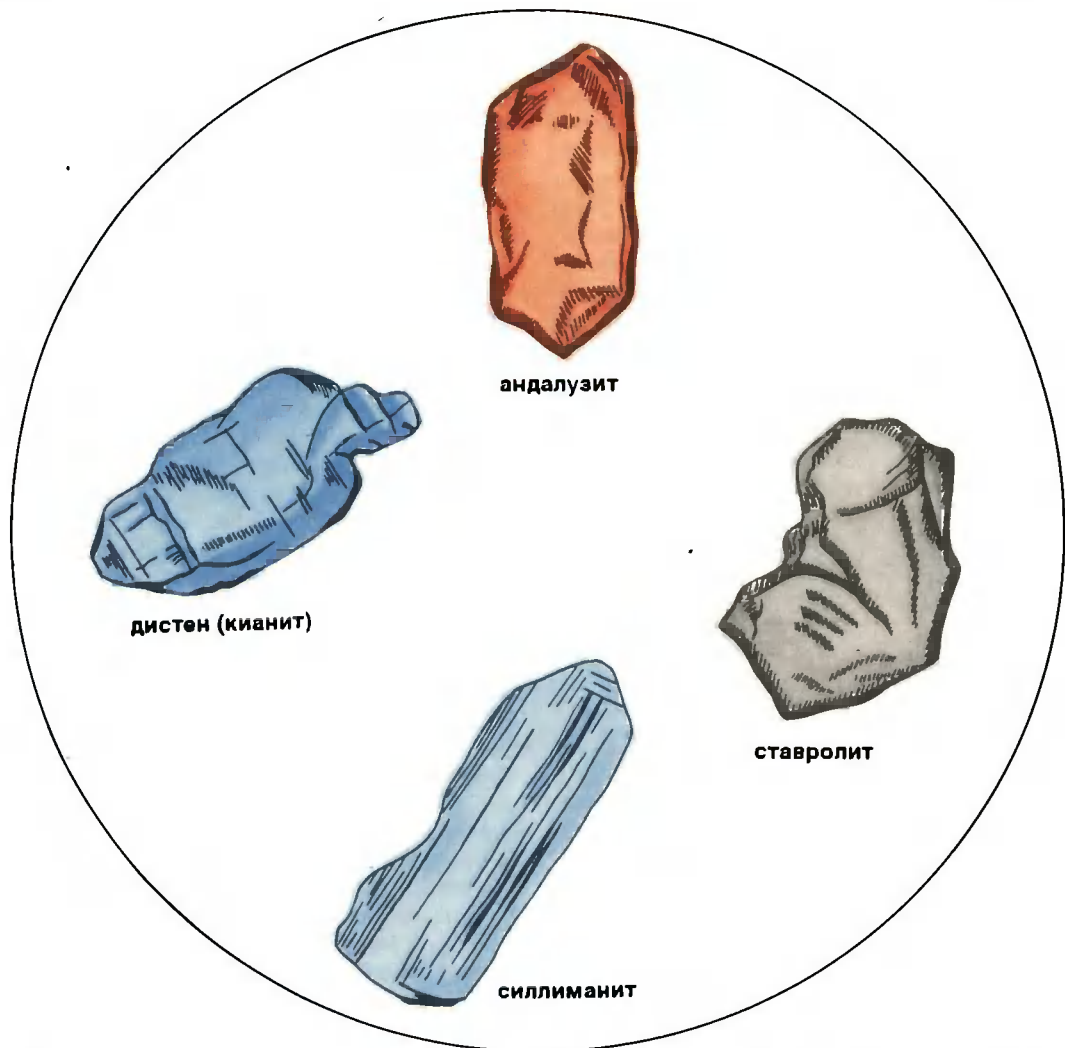
Так вот, приступив к изучению состава тяжелой фракции песков продуктивной толщи, Батурина обнаружил в ней сравнительно редкий минерал — дистен, или кианит (силикат алюминия $Al_2O_3[SiO_4]$), характерный для достаточно глубоко метаморфизованных пород. Надо сказать, в то время считалось само собой разумеющимся, что продуктивная толща целиком образовалась за счет размытия воздымающегося Кавказского хребта, в направлении которого она выклинивается и обогащается более грубыми обломочными породами. Но о присутствии дистенсодержащих метаморфических сланцев в Главном Кавказском хребте ничего не было известно. Наличие дистена и сопутствовавших ему других типичных метаморфических минералов — силлиманита, ставролита, андалузита — являлось для продуктивной толщи совершенно экзотичным и требовало особого объяснения.

Между тем вскоре в руки Батурина попали для исследования пески из современной дельты Волги; оказалось, что в них дистен и его спутники — вполне обычные компоненты тяжелой фракции. У Батурина родилась смелая гипотеза: в «век продуктивной толщи», в плиоцене (по современным данным, раннем плиоцене), Волга текла значи-

тельно дальше на юг, и ее дельта располагалась в районе Апшеронского п-ова. Осадки продуктивной толщи и есть отложения этой дельты. Отсюда следовало, что в начале плиоцена водный бассейн сохранялся лишь в южной котловине современного Каспия, а через северный и средний Каспий протекала Волга.

Свою гипотезу Батурина опубликовал в 1931 г. в монографии «Физико-географические условия века продуктивной толщи», изданной в Баку. Используя данные по отложениям более древнего возраста и показав на ряде примеров значение исследования состава минералов обломочных осадочных пород для палеогеографических реконструкций, Батурина в 1937 г. опубликовал труд более общего содержания «Палеогеография по терригенным компонентам», переизданный уже в Москве. В том же 1937 г. в Москве состоялась 17-я сессия Международного геологического конгресса. На ней, по традиции, предстояло присудить одному из геологов страны, где проводился конгресс, премию имени молодого российского геолога Спендиарова, который погиб в горах Кавказа, учрежденную в его память отцом — богатым армянским купцом. Батурина за его замечательную гипотезу и новаторские палеогеографические исследования единодушно решили присудить Спендиаровскую премию.

Однако дальше судьба гипотезы Батурина оказалась не столь простой. Вскоре после окончания войны, в 1946 г., в Азербайджане приступила к работе крупная нефтяная экспедиция во главе с известным ученым, впоследствии членом-корреспондентом АН СССР Л.В. Пустоваловым. Пустовалов и другие сотрудники экспедиции взяли под сомнение справедливость построений Батурина и стремились найти источник дистена в том же Главном Кавказском хребте, однако кроме единичных зерен в базальных песчаниках валанжина на южном склоне ничего не обнаружили. Сомнения, тем не менее, были посеяны, и проблема осталась открытой.



Метаморфические минералы: 1 — андалузит, 2 — ставролит, 3 — силлиманит, 4 — дистен (кианит). Зарисовка Н. В. Короновского.

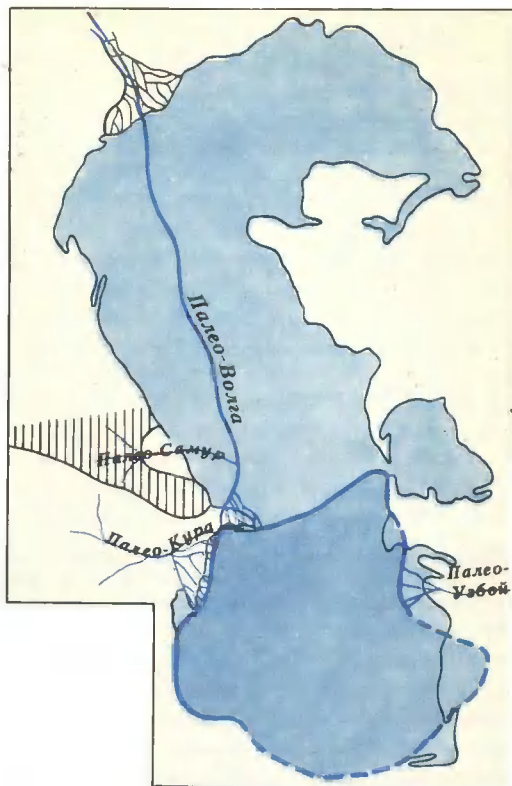
В 1961 г. сотрудник Всесоюзного нефтяного геологоразведочного института (ВНИГРИ) в Ленинграде В. А. Гроссгейм, сын известного ботаника, академика А. А. Гроссгейма, опубликовал крупную монографию, итог его многолетних исследований — «История терригенных минералов в мезозое и кайнозое Северного Кавказа и Предкавказья». В этом труде был обобщен накопившийся к тому времени благодаря многолетним исследованиям автора и работам других специалистов

уже достаточно большой материал о распространении различных терригенных материалов в породах региона. Гроссгейм установил, с одной стороны, что минералы метаморфической триады — дистен, силлиманит, ставролит — являются в общем достаточно обычными компонентами обломочных осадочных пород мезозоя и кайнозоя всего северного склона Кавказа и Предкавказья (по крайней мере, начиная с поздней юры). С другой стороны, данные об изменении количественного содержания этих минералов по площади отчетливо показали, что источник их поступления в кавказские бассейны находился на севере, в

пределах древней Восточно-Европейской платформы, где содержащиеся такие минералы метаморфические породы и ныне выступают на поверхность в Балтийском и Украинском щитах.

Тогда же сотрудники поисковой нефтегазовой экспедиции, руководимой И.О.Бродом, работая в Среднем Заволжье и южном Прикарабогазье, закартировали речные врезы, захороненные под морскими верхнеплиоценовыми ачкагыльскими отложениями. Существование доакчагыльских долин в Заволжье отмечалось и несколько раньше, но исследования позволили существенно уточнить более ранние сведения. Авторы не сомневаются, что речь идет именно о долинах Палео-Волги и ее притоков. Основная долина, как они отмечают, имеет каньонобразную форму, а ее глубина с севера на юг в пределах Саратовского Заволжья возрастает со 100 до 350 и более метров¹. Совершенно очевидно, что эта долина была сформирована, по крайней мере в своем окончательном виде, именно в «век продуктивной толщи» — в нижнем плиоцене, хотя заложение ее могло относиться и к более раннему времени, начиная, как предположил А.В.Востряков в 1960 г., с олигоцена.

Предакчагыльские врезы были обнаружены в те же годы Л.Э.Левиным к юго-западу от залива Карабогаз, где их глубина достигает 360 м. В данном случае речь идет, очевидно, не о раннеплиоценовой Палео-Волге, а о притоках Палео-Амударьи, впадавшей в южный Каспий с востока и принесшей обломочный материал, который послужил для формирования так называемой красноцветной толщи Западной Туркмении — восточного аналога и продолжения продуктивной толщи Азербайджана, также отличающейся богатой нефтегазоносностью. Наибо-

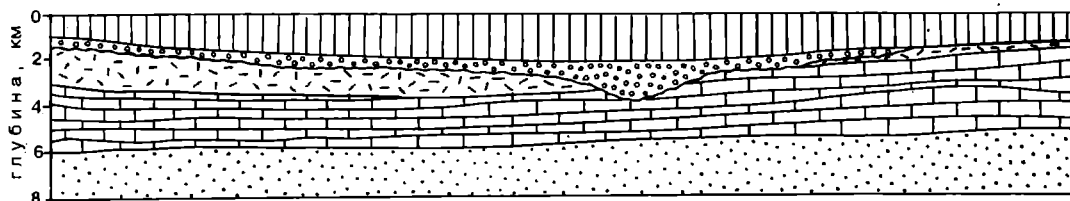


Карта конца века продуктивной толщи (по В.П.Батурину, 1931). Более интенсивная окраска соответствует границам Каспия того времени. Заштрихована область денудации Главного Кавказского хребта.

лее молодые отложения в бортах погребенных долин имеют нижнеолигоценый возраст, указывая на широкий временной предел формирования долин, впрочем, здесь скорее всего значительно более молодых.

Эти открытия подтверждают гипотезу Батурина в том смысле, что они говорят о резком понижении уровня Каспия в раннем плиоцене и вероятном осушении северной и средней частей этой акватории, в пределах которой врез Палео-Волги и других рек Каспийского бассейна должен был быть еще значительно. И вот много позже, уже в сравнительно недавнее время, сейсмическими исследованиями в Среднем Каспии также обнаружен предакчагыльский врез, простирающийся в меридиональном направле-

¹ Левин Л.Э., Горелов С.К., Трушкин П.Г., Чернышева З.Г. Связь основных структурных элементов в Среднем Заволжье с доплиоценовым рельефом и особенности строения плиоцен-четвертичных отложений // Геология и нефтегазоносность юго-востока Русской платформы. М., 1963.



-  Верхний плиоцен - квартал
-  Нижний плиоцен
-  Олигоцен - миоцен
-  Мел - эоцен
-  Юра
-  Граница размыва

Интерпретированный сейсмический профиль через осадочный чехол Среднего Каспия (по М.Г.Алимову, А.Р.Гаджиеву, А.Е.Шлезингеру, 1963).

нии. Это можно рассматривать как окончательное подтверждение блестящей гипотезы Батурина, заслуженно принесшей ему известность. Долина Палео-Волги, дельта которой находилась в районе Апшеронского п-ова, теперь оказалась почти непрерывно прослеженной на всем протяжении от Самары до Среднего Каспия. Но далее возникает вопрос — а не существовала ли Волга и в более раннее время? Ведь геологические данные и по Заволжью, и по Закаспию позволяют допустить, что образование известных здесь погребенных долин может восходить еще к олигоцену.

Оказывается, и на этот вопрос можно дать утвердительный ответ. Еще сам Батурин выявил, а детальными исследованиями было подтверждено, что среднемиоценовые чокракско-караганские пески Грозненского нефтеносного района содержат ту же самую характерную метаморфическую триаду — дистен, силлиманит, ставролит, — что и продуктивная толща Апшерона. А новейшие сейсмостратиграфические исследования Восточного Предкавказья показывают, что начиная по крайней мере с олигоцена, если не

с эоцена, обломочный материал поступал в Терско-Каспийский передовой прогиб Кавказа в основном с севера, т.е. со стороны древней платформы. Переносчиком этого материала могла быть Палео-Волга.

Следует вспомнить еще о некоторых данных, касающихся бассейна Дона и Волго-Донского междуречья. В верховьях Дона Ю.И.Иосифова описала палеоврезы миоценового и раннеплиоценового возраста, в которые частично проникали с юга морские ингрессии, а на Волго-Донском междуречье ныне простирается Ергенинская гряда, сложенная песчаной толщей, по возрасту, вероятно, соответствующей олигоцен-раннемиоценовой майкопской серии. Вероятно, это была дельта Палео-Дона, которая на востоке могла сливаться с дельтой Палео-Волги подобно тому, как это происходит в современную эпоху с дельтами Ганга и Брахмапутры.

А.С.Столяров, а затем, на основе детальных литологических исследований, Р.И.Недумов недавно установили, что накопление морских майкопских отложений Восточного Предкавказья и прилегающего северного склона Большого Кавказа происходило в основном за счет сноса с севера, с Восточно-Европейской платформы, что подтверждается и сейсмостратиграфическими разрезами.

Все это дает основание полагать, что после того, как в конце эоцена море покинуло южную окраину древней платформы и почти вся она превратилась в сушу, Волга и Дон начали формировать свои долины и нести обломочный материал (в основном кварцевого состава, с метаморфическими минералами в тяжелой фракции) в сохранившийся на юге морской

бассейн. Вследствие регрессии последнего в среднем миоцене дельта Волги продвинулась до Грозненского района, а в раннем плиоцене достигла Апшеронского п-ова. Но еще раньше, в олигоцене — миоцене, морские течения разносили кварцевый платформенный материал в обход нарождающегося Кавказского острова вплоть до южного Кобыстана, находящегося к юго-западу от Апшеронского п-ова.

Однако, возможно, еще значительно раньше олигодена, в эпохи крупных регрессий, в рассматриваемом регионе периодически возникали речные артерии, впадавшие с севера в Кавказское окраинное море Тетиса, причем наиболее значительная из них может рассматриваться как предтеча Волги. С наибольшей очевидностью это устанавливается для тоар-раннебайосского времени нижней—средней юры в Дагестане, по данным детальных литологических исследований (проведенных в свое время В.Т.Фроловым²), развитой здесь терригенной, в значительной степени угленосной толщи. Фролов пришел к выводу, что изученные им отложения являются продуктом дельтовых выносов крупных рек, которые текли с северной суши и береговую линию которых он намечает в непосредственной близости от современной береговой линии Каспия. Эти реки, одна западнее, другая восточнее Махачкалы, непосредственно сравниваются с современной Волгой.

Недавно выводы Фролова были подтверждены и развиты исследованиями сотрудника Геологического института РАН Ю.О.Гаврилова³. Последний показал, что Дагестанская дельта возникла еще в плинсбахэ (одном из ярусов ранней юры) и что две речные артерии, намеченные Фроловым, скорее всего представляют собой два

рукава одной крупной реки, дельта которой сопоставима по размерам с дельтой современной Волги.

Следует заметить, что основная масса обломочного материала в ранней—средней юре поступала не с древней платформы, а с современной более молодой Скифской плиты. Здесь в это время еще существовали и развивались складчатые сооружения погребенного кряжа Карпинского и его восточного продолжения, созданные позднегерцинским и обновленные раннекimmerийским (конец триаса и начало юры) орогенезом. Лишь после полной пенепленизации территории в конце юры — начале мела и постепенного продвижения моря к северу платформенный обломочный материал начал поступать, как показал Гроссгейм, в Кавказский бассейн. Морские условия господствовали там вплоть до конца эоцена, после чего началось развитие Волжской долины, о котором говорилось выше.

Но что явилось общей предпосылкой для столь устойчивого, на протяжении почти 200 млн. лет, возникновения течения Палео-Волги? Чтобы ответить на этот вопрос, надо обратиться к еще более отдаленному прошлому. Уже в позднем протерозое, т.е. более 600 млн. лет назад, на востоке Русской платформы возникла мощная меридиональная рифтовая система, протянувшаяся от Белого моря к Каспийскому и названная В.В.Ишутиным Беломорско-Каспийской⁴. Она была параллельна восточной окраине рифейского Палеоазиатского океана, занимавшей западный склон и осевую зону современного Урала. Эта система возобновилась в девоне, когда воды океана значительно продвинулись к западу. За счет кратковременного осушения центральных и восточных районов Русской плиты в середине визейского века раннего карбона, т.е. примерно 340 млн. лет назад, здесь

² Фролов В.Т. Опыт и методика комплексных стратиграфо-литологических исследований (на примере юрских отложений Дагестана). М., 1965.

³ Гаврилов Ю.О. Нижне- и среднеюрский дельтовый осадочный комплекс Северо-Восточного Кавказа // Литология и полезные ископаемые. 1994. № 4. С.77—104.

⁴ Ишутин В.В. Беломорско-Каспийская рифтогенная система и ее положение в восточной части Русской плиты // Геотектоника. 1988. № 6. С.36—45.

возникла речная сеть, изученная в Подмосковном бассейне В.С.Яблоковым, а в Волго-Уральской области, где она получила название Камско-Кинельской системы,— геологами-нефтяниками. Но эта речная сеть имела в основном широтную ориентировку, и общий сток шел на восток, в Уральское окраинное море Палеоазиатского океана.

Картина вскоре резко изменилась. В позднем палеозое возникло мощное Уральское горное сооружение, а параллельно ему — широкая Восточно-Русская впадина (так названная А.Д.Архангельским), восточную окраину которой занимал Предуральский прогиб. Восточно-Русская впадина в определенной мере явилась наследницей Беломорско-Балтийской рифейско-девонской рифтовой системы. Но на юге она слепо заканчивалась Прикаспийской синеклизой, поскольку еще южнее простиралась другая позднепалеозойская горная система, поднимавшаяся на северной окраине Палеотетиса. В триасе на юго-востоке нынешней России и северо-западе современного Казахстана существовало два озерно-морских бассейна: один в северном Прикаспии, другой в Среднем Каспии. Эпизодически они сообщались через пролив в герцинском Донецко-Мангышлакском крыже, который продолжал Беломорско-Каспийскую зону опусканий. В конце триаса оба бассейна осушились, Предкавказье и Средний Каспий стали сушей, и именно с этого времени возникли условия для формирования долины Палео-Волги. Периодически долина затапливалась наступающим морем (последний раз в позднем плиоцене), но каждый раз река возобновляла свое течение к югу. Наибольшей протяженности она достигла именно в раннем плиоцене, в «век продуктивной толщи», когда произошло резкое падение уровня Восточного Паратетиса, примерно одновременное или близко следовавшее за

мессинским «кризисом солености» в Средиземноморье.

Такова эта история, начало расшифровке которой было положено молодым бакинским ученым Владимиром Батуриным, около 65 лет назад ухватившимся за тонкую ниточку — находку относительно редкого минерала дистена в нефтеносной толще Апшерона.

Изложенная гипотеза имеет, оказывается, не только чисто познавательный, но и тектонический аспект. Дело в том, что богатая нефтеносность плиоценовых дельт Волги и Амударьи не исключение, а отражает общую закономерность: крупные речные дельты, и особенно их подводные продолжения — авандельты, обычно являются вмещителем крупных залежей нефти и газа. Примерами могут служить палеодельты Миссисипи, Макензи, Нигера и др. Объясняется это тем, что в их пределах, с одной стороны, оказывается большое количество органического материала, приносимого реками с суши, и, с другой стороны, здесь процветает жизнь и идет захоронение продуктов ее деятельности. Большая толщина осадочного слоя, его глубокое погружение способствуют преобразованию всей этой биомассы в нефтяные и газовые углеводороды. Волга между своими плиоценовой и современной дельтами должна была образовывать дельты и в промежуточные, и предыдущие эпохи в пределах Северного и Среднего Каспия. Другие реки Каспийского бассейна (Кура, Терек, Сулак, Амударья) также должны были оставлять свои дельты. Все они представляют большой интерес для поисков нефти и газа, как справедливо подчеркнул Ю.Б.Силантьев и его соавторы на международной конференции по каспийскому региону «Каспий-95». Очевидная задача геофизиков — установить местоположение этих ископаемых дельт.

ОТ ВАВИЛОВА ДО НАШИХ ДНЕЙ

Мысль Николая Ивановича Вавилова о необходимости планомерной работы по сохранению генетических ресурсов сегодня получила реальное воплощение. Во всем мире множатся генетические коллекции; для сохранения генетических ресурсов используются самые современные методы — от замораживания клеток и эмбрионов до создания банков генов, полученных на основе рекомбинантных ДНК. Во многих странах мира уже приняты государственные программы по изучению генетических ресурсов растений, создана Консультативная группа международных сельскохозяйственных исследований, координирующая эту работу. К сожалению, в России до сих пор нет такой программы. Эта ситуация тем более обидна, что мы владеем одной из лучших и старейших коллекций растительных семян, начатой Вавиловым и продолжаемой его учениками и последователями.

В предлагаемой небольшой подборке В.А. Драгавцев — директор Всероссийского института растениеводства (ВИР) им. Н.И. Вавилова рассказывает о судьбе этой уникальной коллекции, а один из старейших растениеводов Великобритании и организатор программы «Генетические ресурсы растений» Дж. Хоукс, считающий себя учеником Вавилова, делится воспоминаниями о встрече со своим учителем.

Стратегически важный капитал

В.А. Драгавцев,

доктор биологических наук

Всероссийский институт растениеводства имени Н.И. Вавилова
Санкт-Петербург

В ИЮНЕ 1994 г. Комиссия ООН по вопросам продовольствия и сельского хозяйства (ФАО) обратилась к правительствам всех стран с предложением представить национальные доклады о состоянии генетических ресурсов растений (ГРР) и обсудить их на специальной конференции в июне 1996 г. в Лейпциге. В предисловии к Руководству по составлению национальных докладов сказано: «Генетические ресурсы представляют собой наиболее ценный и стратегически важный капитал вашей страны», — и далее: «Ни одна страна или регион не являются самодостаточными в плане ГРР, и, как показывают современные научные изыскания, взаимная зависимость всех регионов мира превышает 50%».

В России эта чрезвычайно важная задача ложится главным образом на наш институт — сегодня он научный центр генетических ресурсов растений.

История нашего института началась давно, 100 лет назад, когда в Санкт-Петербурге было организовано Бюро по прикладной ботанике. Славная плеяда русских ботаников, участвовавшая в его создании и работе (А.Ф. Баталин, И.П. Бородин, Р.Э. Регель, К.А. Фляксберггер, А.И. Мальцев), уже тогда понимала стратегическую важность генетических ресурсов растений для человечества. По словам Вавилова, Бюро прикладной ботаники было единственным учреждением в России, объединявшим изучение систематики и географии культурных растений. Именно здесь было положено начало коллекции, ставшей затем золотым фондом отечественного растениеводства.

Не останавливаясь на всех этапах развития ВИР (об этом уже написано много¹), хочу отметить лишь отдельные его периоды.

¹ См., например: Витковский В.Л., Чувашина Н.П. Уникальная коллекция // Природа. 1987. № 10. С. 76—85.



Н.И. Вавилов. 30-е годы.

В 1920 г. Бюро, ставшее тогда Отделом прикладной ботаники, возглавил Н.И. Вавилов, а в 1926 г. преобразовал его в Институт прикладной ботаники и новых культур, впоследствии — Всесоюзный институт растениеводства. Перед новым институтом стояли три основные задачи: сбор растительных ресурсов, их хранение и всестороннее изучение в целях эффективного использования в народном хозяйстве. Хорошо известно личное участие Вавилова в работе института: это и его экспедиции по пяти континентам, и создание крупнейшей в мире коллекции зародышевой плазмы, и фундаментальные научные результаты — учение о центрах происхождения культурных растений, закон гомологических рядов в наследственной изменчивости, учения о растительных видах, об исходном материале, иммунитете растений к инфекционным заболеваниям, научные основы селекции пшеницы и т.д.

Как известно, с конца 20-х годов в стране усилилась охота за «врагами народа». В 1929 г. в ВИРе появилась крикливая группа молодых сотрудников и аспирантов, резко критиковавших деятельность директора. Постепенно

лысенковщина все сильнее и активнее поражала все ветви биологической науки в стране. Началась травля Вавилова и разрушение института. Однако ощущение важности задач, стоящих перед растениеводами, и личный пример Вавилова создали в ВИРе нравственную атмосферу — сотрудники не покидали институт даже под угрозой ареста и тюрьмы.

В 1938 г. президентом ВАСХНИЛ стал Лысенко. 6 августа 1940 г. арестован Н.И. Вавилов. 26 января 1943 г. он умирает в Саратовской тюрьме. «Вавилон» — сильнейшая в мире научная школа в области генетического ресурсосведения растений — разрушен.

Следующий страшный удар по ВИРу нанесла блокада Ленинграда. Ценой невероятных, поистине героических усилий сотрудников ВИРа уникальную коллекцию удалось сохранить. За 30 послевоенных лет она увеличилась до 230 тыс. образцов, к 1994 г. — до 331 тыс. Впервые были обследованы 40 стран, не изученные Вавиловым и его сотрудниками. За 1975—1992 гг. на основе коллекции ВИРа селекционеры России и ближнего зарубежья вывели более 1700 новых сортов, в их числе пшеницы и тритикале — 199, кукурузы, проса и

риса — 195, зерновых бобовых культур — 245, овощных — 275, кормовых — 81, плодовых и декоративных — 348.

Сегодня понимание стратегической ценности генетических ресурсов растений уже прерогатива не специалистов, а широкой общественности. Международная конференция по окружающей среде 1992 г. в Рио-де-Жанейро констатировала вхождение человечества в эколого-социальный кризис: растущее превышение численности населения над наличными ресурсами пищи и энергии. На Земле примерно через 10—12 лет запасы ископаемого топлива будут серьезно истощены. Останутся гидроэнергетика, атомная энергетика и воспроизводимое «консервирование» солнечной энергии растениями. Последний источник по надежности, экологической чистоте и потенциальной мощности огромен и вечен. Но для полной реализации солнечной энергетики надо располагать всеми генами существующих родов, видов, сортов и диких родичей культурных растений. Именно такая задача и стоит перед 240 мировыми генетическими банками, в которых хранится около 3 млн. генотипов.

Задачи оперативного сохранения и изучения генетических ресурсов растений надо решать очень быстро, поскольку исчезновение с лица Земли сортов, форм, видов и даже родов нарастает по экспоненте. По данным Международного института генетических ресурсов растений (Рим), с начала XX в. потеряно около 75% их генетического разнообразия.

Огромное значение сегодня имеет международное сотрудничество между генетическими банками. Коллекции растений бурно увеличиваются, а финансирование уменьшается, у специалистов не доходят руки до организации и тщательного изучения собранного материала. Справившись с этой задачей можно, распределив усилия по хранению, поддержанию и изучению генофонда с учетом климата, количества опытных станций у каждого генбанка, уровня специалистов, технической оснащенности и других характеристик.

В настоящее время более 32% мировых генетических ресурсов растений содержится в хранилищах 12 международных научных центров, организованных Консультативной группой международных сельскохозяйственных исследований. Россия входит в эту группу с 1995 г., что дает право ВИРУ пользоваться коллекциями всех имеющихся центров и координировать с ними свою работу, в том числе распределять нагрузки по хранению, поддержанию и изучению коллекций.

Вице-президент США А.Гор в своей книге «Земля в равновесии», уделил Н.И.Вавилову и ВИРУ более 10 страниц, подчеркнув огромную значимость теоретических работ ВИРа (особенно школы Вавилова), уникальность и ценность его коллекций.

По оценкам экспертов Международного института генетических ресурсов растений, а также Всемирного банка (Вашингтон), общая стоимость коллекции ВИРа — около 8 трлн. долл.; по объему она занимает второе место после коллекции США, но по признаю — пожалуй, первое. Такую оценку можно встретить на страницах разных журналов. Так, в 1994 г. в журнале «Diversity» отмечалось, что коллекция ГПР России, вне сомнения, представляет собой наибольшую ценность для будущей селекции растений в мировых масштабах.

Годом раньше журнал «Science News» писал: «10 лет назад соя в США была почти уничтожена паразитическими червями. Советские ученые пришли на помощь: в коллекциях ВИРа была найдена устойчивая форма. Ученые США тщетно искали форму домашних бобов, устойчивую к цистам нематоды. Они опять обратились к ВИРУ, который придал бобам нужную резистентность». Подобных примеров можно привести очень много.

В течение последних пяти лет правительства многих стран главный приоритет среди прочих научных задач отдают проблеме генетических ресурсов растений. За ними следуют ядерная энергетика, космос и т.п. Пионером в установлении такого лидерства была

Франция. Сейчас к ней присоединились США, Индия, Эфиопия, Египет, Аргентина, Уругвай. К сожалению, в России до сих пор нет государственной программы в области генетических ресурсов растений. Эта проблема огромной значимости фигурирует лишь в группе отраслевых программ Российской академии сельскохозяйственных наук (РАСХН), т.е. приравнена к программам региональных селекционных центров и сельскохозяйственных научно-исследовательских институтов.

Будучи самым старым на земном шаре генным банком культурных растений, ВИР поныне не имеет современных хранилищ ни в Петербурге, ни на своих 11 опытных станциях. Из-за их отсутствия для поддержания всхожести семян приходится ежегодно пересевать от 90 до 100 тыс. образцов коллекции, что в 150 раз дороже, чем длительное хранение тех же образцов в современных холодильных установках. Половина бюджета нашего института уходит на ежегодные пересевы и поддержание жизнеспособности семян. По уровню своего технического обеспечения ВИР сегодня не соответствует международным стандартам генных банков, разработанным Комиссией по генетическим ресурсам растений ФАО. Сейчас, находясь в тяжелых экономических условиях и потеряв шесть опытных станций (теперь они принадлежат Украине, Казахстану, Туркмении, Узбекистану, Грузии), коллектив института пытается сохранить уникальную вавилонскую коллекцию.

Большую помощь нам оказывает Америка: министерство сельского хозяйства предоставило ВИРу 24 компьютера, агентство США по международному развитию выделило 900 тыс. долл. на приобретение рефрижераторов и холодильных камер, а простые американцы собрали из своих семейных бюджетов 10 тыс. долл. для покупки морозильных сундуков, в которых семена могут храниться десятилетиями. Мы можем понять, почему сейчас Российская академия сельскохозяйственных наук и Министерство науки слабо поддерживают самый

ценный в мире генный банк, выделяя ему в год всего 4 млрд. руб. — нет бюджетных средств. В 1988 г. ВИР получал 6.5 млн. руб., а в 1995 г. при нынешней инфляции институту необходимо уже 32.5 млрд. руб. Однако выделяемые бюджетные ассигнования в 1995 г. более чем в восемь раз меньше суммы, требуемой для нормальной жизни института. Уникальная вавилонская коллекция под угрозой. Мы начинаем терять ее фрагменты из-за отсутствия удобрений, дефицита бензина, воровства, а также нехватки лаборантов, рабочих, микротехники, вегетационных домиков для выращивания перекрестноопыляемых растений, сушильных установок и даже пакетов для высушенных семян.

И все же, несмотря на финансовые трудности, в России есть сорта культурных растений, необходимые для производства сельскохозяйственной продукции. Отечественные селекционеры создали прекрасные сорта, которые могут обеспечить Россию зерном, овощами, плодовыми культурами и ягодами. Нужны лишь хорошая организация, агротехника и средства защиты. Может быть, нет смысла сохранять все наши 46 селекционных центров, каждый из которых «съедает» в среднем по 1 млрд. руб. в год? Может, лучше закрыть некоторые и выделить высвободившиеся средства на сохранение уникальной коллекции ВИРа — зародышевой плазмы культурных растений? А ведь это фундамент будущей селекции не только для России, но и для всего человечества. Как известно, Великобритания, Швеция и Германия почти полностью ликвидировали государственную селекцию культурных растений, передав ее в руки частных фирм, но зато резко увеличили поддержку генетических банков, составляющих основу перспективных селекционных и генно-инженерных работ по совершенствованию культурных растений для грядущих поколений.

Мы верим, что в России найдутся силы и средства, чтобы спасти уникальную в масштабах всего мира коллекцию ВИРа.

Академик Н.И.Вавилов

Дж.Г.Хоукс

Автор публикуемых заметок о Н.И.Вавилове — Дж.Г.Хоукс (J.G.Hawkes) — выдающийся английский специалист в области растениеводства, исследования и сохранения генетических ресурсов растительного мира.

Хоукс родился в 1915 г. в Бристоле; в 1937 г. окончил Кембриджский университет. Находясь под впечатлением опубликованных в 30-е годы работ Вавилова, решил специализироваться по прикладной ботанике. На самом пороге второй мировой войны, в августе—сентябре 1938 г., Хоуксу удалось посетить СССР и непосредственно познакомиться с работами Вавилова и руководимых им институтов. Сразу по возвращении в Англию, в декабре 1938 г., Хоукс отправился в составе экспедиции Британского бюро прикладной генетики в 10-месячную экспедицию в Южную Америку. В пяти странах было собрано 2 тыс. образцов дикого и культивируемого картофеля. По словам самого Хоукса, эта экспедиция определила всю его дальнейшую жизнь. До 1948 г. он работает в Кембридже с коллекцией картофеля, изучая биологию и систематику, рассылая живой материал селекционным учреждениям во все страны Британского содружества. В последующие три года по приглашению правительства Колумбии организует исследовательскую и селекционную работу с картофелем в Боготе. Возвратившись в Англию, читает лекции в университете Бирмингема, где впоследствии заведует отделом биологии растений. Продолжая интересоваться преимущественно картофелем, организует еще ряд экспедиций почти во все страны Средней и Южной Америки.

Вместе с тем в 60—70-е годы Хоукс наряду с другими выдающимися западными деятелями в области прикладной ботаники и интродукции растений выступает как пропагандист и организатор формирования широкой программы «Генетические ресурсы растений» в качестве самостоятельной научной дисциплины, со специальной подготовкой соответствующих научных кадров, особенно из числа начинающих исследователей в странах третьего мира. Сам Хоукс воспитал целую плеяду молодых ученых из этих стран. В течение 30 лет он возглавлял секцию генетических ресурсов в Европейской ассоциации селекционеров растений и активно способствовал организации генных банков в ряде стран. Автор, соавтор и редактор множества научных публикаций по картофелю, семейству пасленовых и по растительным ресурсам, награжденный несколькими международными почетными медалями (в том числе имени Н.И.Вавилова), он и после выхода на пенсию в 1983 г. продолжает активную деятельность.

Свидетельством признания научных заслуг профессора Хоукса было избрание его в 1990 г. на пост президента Линнеевского общества в Лондоне — старейшего научного общества Англии, основанного в 1788 г. (этот пост Хоукс занимал вплоть до 1994 г.). В 1987 г. он организовал научную сессию общества, посвященную 100-летию со дня рождения Н.И.Вавилова.

Публикуемые ниже заметки сделаны во время посещения СССР. Этот визит имел целью познакомиться с результатами русских экспедиций Н.И.Вавилова, С.М.Букасова и С.В.Юзепчука в Южную Америку для сбора образцов картофеля, чтобы, отталкиваясь от русских работ, организовать в 1938—1939 гг. британскую экспедицию. Автор был тогда начинающим исследователем в Кембриджском университете и работал над диссертацией по систематике и эволюционным связям дикого и культурного картофеля. Заметки были присланы автором сыну Н.И.Вавилова, Юрию Николаевичу Вавилову, который любезно передал их нашему журналу. Нам кажется, что они и сейчас представляют интерес; публикуем их с согласия Дж.Хоукса с незначительными сокращениями. Сведения о биографии автора частично почерпнуты из журнала «Diversity» (1993. V. 9. № 1—2. P. 37—39).



Дж.Хоукс на конференции, посвященной 100-летию ВИРа. Август 1994 г.

26 августа

Утром меня встретил С.М.Букасов и проводил в Академию сельскохозяйственных наук им. Ленина¹, где я был представлен директору Н.И.Вавилову и его сотрудникам. Затем мы отправились на экспериментальную станцию Красный Пахарь, расположенную рядом с Ленинградом.

Вернулись около 8 часов вечера; я был приглашен Вавиловым на обед. У него небольшая квартира (жена и сын были в это время в Москве); здесь я встретил также Е.В.Вульфа, специалиста по географии растений. Мое первое непосредственное впечатление от Вавилова: это веселый, общительный человек, с которым сразу чувствуешь себя свободно, и очень интересный собеседник.

Я спросил Вавилова о Лысенко. Казалось, он не чувствует никакой угрозы со стороны Лысенко; скорее он относится к нему как к своего рода развлечению. Весь разговор я не запомнил, но суть сводилась к следующему. Лысенко сделал хорошую работу по яровизации и по прототипированию «вырождения» картофеля путем выращивания в более холодное время года. Я спросил Вавилова: быть может, причина «вырождения» — не жара, а вирус, и прохладная погода

благоприятна для картофеля не сама по себе, а потому, что (по наблюдениям в Англии) на холоде отсутствуют насекомые — переносчики вируса. Это предположение заинтересовало Вавилова, и он обговорил его с Букасовым (в России соответствующих энтомологических исследований еще не было).

В теории, развиваемые Лысенко, Вавилов не верил. Он считал, что тот просто везуч и способен что-то интуитивно угадывать, но в сущности не ученый и уж во всяком случае не генетик, поскольку не имеет никакого представления о современной генетике. Лысенко признает только три авторитета: Дарвина, Бербанка в Америке и Тимирязева в России. Все прочие ученые — «буржуазные и антидарвинисты». Но Лысенко обладает замечательной способностью себя рекламировать, и правительство, и широкая публика — на его стороне. Все свои результаты он получает быстро. Его последняя теория касается картофеля — это получение якобы вегетативных гибридов путем прививки *Solanum demissum* на *S.tuberosum*. Этим якобы доказывается ошибочность всей хромосомной теории наследственности. Единственное, что беспокоит Вавилова — то, что Лысенко за его счет получает для своей работы больше денег. Правительство постоянно требует от Вавилова практических результатов, а от Букасова — новых хороших сортов картофеля.

27 августа

Снова день в Красном Пахаре. Знакомство с коллекциями картофеля и обсуждение планов предстоящей британской экспедиции; в Ленинград вернулись около 10 часов вечера на квартиру Вавилова. А затем я пошел с ним в оперу. Хотя половина спектакля уже прошла, мы заняли места прямо в середине первого ряда.

28 августа

Небольшой завтрак с Вавиловым. Он мне показывает заметку в газете о моем приезде в Россию. Затем мы отправляемся в Пушкин, где расположены экспериментальные участки Института генетики. За день хождения по

¹ Очевидно речь идет о Всесоюзном институте растениеводства, который входил в состав ВАСХНИЛ.

участкам я получил столько информации, что ее всю трудно было усвоить.

Прежде всего Вавилов показал мне свою коллекцию пшениц со всего света. В ней представлены все мыслимые типы. Образцы из Китая все совершенно безостые, и он думает, что это, возможно, особый вид. В Китае он нашел также безостый ячмень. Поэтому считает, что в некоторых районах возможна параллельная или конвергентная эволюция разных культур. Мутации, имеющие разную направленность, отбираются в определенной, среде таким образом, что сходные фенотипические признаки, возможно, возникают из очень различных исходных генотипов. Это теоретическое заключение имеет большую практическую ценность. Скажем, если мы знаем, что в Китае встречается безостая пшеница, и хотим найти также и безостый ячмень, то скорее всего его можно встретить в том же Китае. Конечно, дело вовсе не в родстве пшеницы с ячменем, а в определенном едином типе внешней среды. Проблема центров происхождения культурных растений связана также с факторами, специфически присущими тем или иным цивилизациям. При этом не всегда сразу видно, насколько человек формирует среду и насколько, наоборот, среда воздействует на характер цивилизации; вероятно, обе стороны взаимно влияют друг на друга.

Мы также подробно осмотрели участки селекции льна. Поставлена задача: придать мощным прямостебельным формам, дающим хорошее волокно, высокую урожайность масличных семян. По ходу работы в ряду скрещиваний были получены некоторые совершенно неожиданные результаты. Например, при скрещивании обычной, средней по признакам, европейской линии льна с малорослой простертой формой из Туркестана получили необычно сильнорослое потомство. Обращая внимание на этот случай, Вавилов замечает, что нельзя точно предсказать все результаты скрещиваний, поэтому генетика пока что еще не может вооружить селекционера таким предвидением, какого хочет правительст-

во. Отсюда и появление Лысенко.

После ланча дома у Вавилова в Пушкине (у него три квартиры: в Ленинграде, Москве и Пушкине) Букасов повел меня осматривать поля картофельных гибридов. Это были гибриды *Solanum acaule* с другими различными видами.

Говоря про Вавиловские пшеницы, я забыл упомянуть яровизацию. Ее эффект поистине поразителен. Неяровизированные растения — еще зеленые, с незрелым зерном, некоторые еще только цветут. Яровизированные же стоят желтые, с вполне зрелым зерном, готовые к уборке. Однако легко было заметить, что у яровизированных урожайность меньше — и это недостаток метода яровизации.

Затем мне показали работы Карпеченко и его сотрудников Луткова, Щавинской и Разумова.

29 августа

В Институте растениеводства мне показали гербарные образцы *Solanum juzepczukii* и несколько карт распространения видов картофеля в Америке. Затем вместе с Букасовым еду в Пушкин. Здесь меня представляют Федотову — специалисту по люпину; у него есть безалкалоидные люпины, которые он намеревается селекционировать на высокую урожайность в кормовых целях. На вкус похож на обычный горох. Федотов просит меня собрать в Южной Америке семена *Lupinus mutabilis* и других видов.

31 августа

Весь день в Красном Пахаре. Вечером приезжает Вавилов и увозит меня на автомобиле к себе домой в Пушкин. Здесь показывает мне экземпляр журнала «Яровизация» с большой статьей Лысенко против генетики. Лысенко изображает менделистов и морганистов самыми черными красками как псевдоученых. Вавилов собирается дать критический ответ, но сомневается, что сможет его опубликовать.

Мне Вавилов желает привезти из предстоящей экспедиции в Южную Америку не менее 12 новых видов картофеля!



Участники экспедиции в Южную Америку. Слева направо: С.Н.Букасов, Ю.Н.Воронов, С.В.Юзепчук.

1 сентября

В Ботаническом институте (впоследствии имени В.Л.Комарова. — Ред.) встретился с С.В.Юзепчуком, который дал мне несколько очень полезных советов, где в Южной Америке следует производить сборы.

2 сентября

Вавилов, Букасов, Юзепчук и я в машине Вавилова снова отправились в Пушкин. Здесь Вавилов показывал пшеницы Юзепчуку и излагал свои взгляды на систематику культурных растений. Видимо, он считает, что в этой области подошло время революции в идеях и методах. Старую систематику он пытается заменить дифференциальным анализом форм. Этот же метод он хочет применить к картофелю *S. andigenum* и *S. tuberosum*. Он теперь думает, что первичный центр происхождения картофеля — Анды, в районе озера Титикака, а Чили — вторичный центр. То же и с пшеницей: первичный центр — Юго-Западная Азия, а Китай — вторичный центр, возникший благодаря ряду экологических и агрикультурных факторов. Я заключаю, что методы Вавилова

должны еще шире применяться к картофелю Андов и Чили и, думаю, особенно — к промежуточно расположенным районам. Вавилов пишет статью о систематике культурных растений для редактируемого Дж.Хаксли сборника «Новая систематика» (вышел в свет в 1940 г.: «The New Systematics». Ed. J.Nixley. — Ред.).

3 сентября

Мы едем в Павловск, затем в Красный Пахарь. Вавилов сообщает мне, что необходимая подготовка к моему визиту в Москву сделана. Выезжаю в Москву ночным поездом.

4 сентября

Из Москвы — в Институт картофеля в Кореневе (Малаховка) и обратно в Москву.

5 сентября

Вавилов в Москве; пригласил меня в Институт генетики, показал лаборатории и познакомил с коллегами. Институт пока во временном помещении, новое здание почти достроено, но еще не готово принять лаборатории. Это первый генетический институт в Союзе, для которого строится специальное здание, и Вавилов этому очень радуется. Так, вопреки Лысенко, Вавилов все же еще мог получать от правительства деньги

на подобные проекты. Здесь я встретил Д. Костова (болгарина) и имел с ним длинный разговор.

Вавилов познакомил меня со своей новой схемой диверсификации пшениц, льна, некоторых бобовых, имеющих центром разнообразия Малую Азию. Отсюда культуры распространялись в Азию, Африку, Европу. Это все — он подчеркнул — травянистые однолетники. Перечисляя признаки каждой формы в каждом регионе, он смог показать, что у обитающих в одном регионе, но неродственных между собой растений проявляются некоторые общие признаки. Очевидно, что это может очень помочь поискам нужных селекционеру качеств — например устойчивости к болезням и др.

Сравнительный анализ различных пищевых бобовых из Азии показал, что в ходе прогрессирующего окультуривания доминантные признаки окраски теряются. Наоборот, размеры и пищевые достоинства увеличиваются.

Вавилов также показал мне карту главных центров одомашнивания животных — как и можно было ожидать, они в грубых чертах соответствуют центрам окультуривания растений.

6/7 сентября

В институте Вавилова, с Букасовым. Затем у меня взял интервью корреспондент «Правды». Я критиковал работу Лысенко и хвалил Вавилова. Корреспондент попросил меня написать статью для «Правды» — мнение британского ученого относительно Лысенко.

10 сентября

Последний день в Ленинграде. Я сказал Вавилову про мою статью насчет Лысенко. Он засмеялся и заметил, что она, конечно, не будет напечатана. В этом он ни минуты не сомневался. Показал мне еще некоторые ведущиеся в институте работы.

Он все более и более восхищает меня — такая редкая комбинация человека практики и теоретика. Он сделал обзор экологических условий России для целей земледелия и рекомендовал для каждого региона наиболее подходящие культуры. Его

мировая коллекция сохраняемых в Институте семян колоссальна, она требует много рабочих рук для ее поддержания. Семена высеваются в среднем через каждые три года на подходящих по климатическим условиям опытных станциях института, разбросанных по всей стране. Он провел меня через все отделы института, познакомил со всеми, но, конечно, я не запомнил почти ни одного имени.

Вавилов надеется приехать в Англию на генетический конгресс в 1939 г. Проблемы денег нет, в этом году он получил бюджет даже больший, чем в прошлом. Однако идет борьба между ним и Лысенко, что делает ситуацию напряженной, поскольку в глазах правительства Лысенко не может быть неправ. В этом году Лысенко уже президент, а Вавилов — вице-президент ВАСХНИЛ. И когда Вавилов будет испрашивать разрешение на выезд в Англию, Лысенко может воспротивиться.

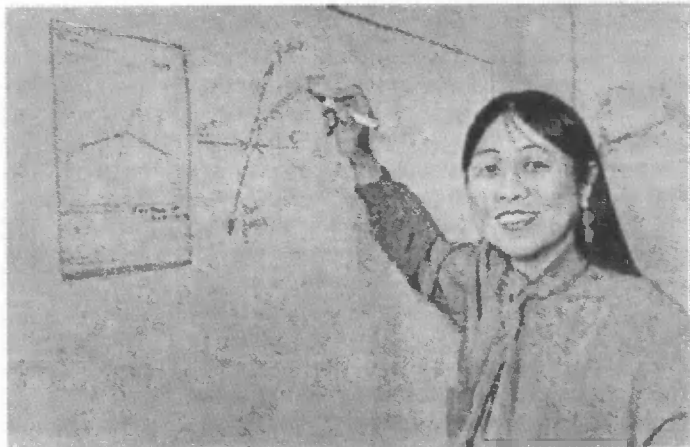
Мне кажется, я теперь понял, почему советское правительство такого высокого мнения о Лысенко: он представляет не столько конкретную личность, сколько идею. Из крестьян он поднялся до академика — высшей ступени советской интеллектуальной элиты. Заслуживает ли он этого — уже другой вопрос. Главное — что при новом режиме человек может с самых низов подняться до самых высших ступеней благодаря только своим достоинствам. Это, конечно, великое дело, но мне кажется, что выбиравшие Лысенко на высокий пост исполняли чье-то желание. Вавилов не мог иметь подобных притязаний, ибо он смог получить образование еще до революции, притом даже и в Англии, и Америке. Вавилов не говорит, как это делает Лысенко, что он обязан всем коммунизму. Вавилов был бы велик при всех обстоятельствах.

Попрощавшись с Вавиловым и Букасовым, я вернулся в гостиницу и вечером выехал домой поездом через Финляндию.

Открытие глюона отмечено престижной премией

Премия Европейского физического общества в области физики высоких энергий и элементарных частиц присуждена в 1995 г. за экспериментальное обнаружение глюона¹.

Эта премия — медаль, диплом и сумма в 10 тыс. швейцарских франков — была учреждена в 1989 г. и вручается за выдающиеся достижения в данной научной области раз в два года. Ее нынешние лауреаты — профессора Пауль Сёдинг (Paul Söding), Бьерн Уилк (Björn H. Wilk), Гюнтер Вольф (Günter Wolf) и Сау Лан Ву (Sau Lan Wu), ведущие специалисты Национального исследовательского центра по физике элементарных частиц ДЭЗИ² (двое последних в настоящее время работают в ЦЕРНе). В 1979 г. они впервые наблюдали трехструйные события при электронно-позитронных столкновениях в ускорителе ПЕТРА³ лаборатории ДЭЗИ. В таких событиях, согласно современному представлению, должны принимать участие глюоны, существование которых было постулировано теоретически.



С.Л. Ву

Эти гипотетические частицы (их название образовано от английского glue — клей) призваны служить переносчиками сильного взаимодействия — самой мощной из физических сил, «склеивающей» кварки внутри протонов, нейтронов и многих других частиц. Лишенные массы покоя и электрического заряда, глюоны в какой-то мере подобны фотонам — переносчикам электромагнитного взаимодействия. Однако если фотоны почти беспрепятственно путешествуют по Вселенной, то глюоны могут перемещаться лишь в пределах расстояний $\sim 10^{-15}$ м (т.е. порядка размера протона). Как и кварки, глюоны существуют лишь внутри адронов (частиц, способных к сильному взаимодействию), и об их присутствии можно судить лишь по следствиям, которые они вызывают. Так,



П. Сёдинг

когда электрон и позитрон аннигилируют при высоких энергиях, происходит сначала превращение этой пары в виртуальный фотон, порождающий пару кварк — антикварк. Разлет последних сопровождается появлением новых пар кварков, формирующих адроны, которые разлетаются в противоположные стороны в виде двух струй.

¹ DESY Press Release. Hamburg, 3 July 1995.

² DESY — от нем. Deutsches Elektronen Synchrotron — немецкий электронный синхротрон. Подробнее см.: А р у т ю н я и И.Н. «ДЭЗИ» на Эльбе // Природа. 1993. № 4. С. 48—61.

³ ПЕТРА — от англ. Positron-Electron Tandem Ring Accelerator — кольцевой ускоритель электронно-позитронных пучков. Подробнее см.: Первые результаты PETRA // Природа. 1979. № 7. С. 106—107.

Но существует вероятность и трехструйного процесса: первая пара кварк — антикварк может испустить тормозной глюон (подобно тому, как рождается тормозное излучение при торможении заряженных частиц). При высокой энергии этот глюон способен породить еще одну адронную струю, отличающуюся по направлению от предыдущих двух. И действительно, такие трехструйные процессы были обнаружены, когда в ускорителе ПЕТРА сталкивающимся электронно-позитронным пучкам была сообщена достаточная энергия — 28 ГэВ в системе центра масс. Строительство ПЕТРЫ завершилось в 1978 г., в то время он был самым мощным из ускорителей подобного типа: в 2300-метровом кольце электроны и позитроны разгонялись до энергий в 23 ГэВ на пучок. Сейчас ПЕТРА служит в качестве предускорителя протонов и нейтронов.

Столкновения частиц регистрировались с помощью детектора TACCO⁴ — большого спектрометрического комплекса (14×14×8 м), оборудованного трековыми камерами высокого разрешения, времяпролетными счетчиками, работающими в магнитном поле соленоида



Б.Н. Усак



Г. Вольф

для детектирования заряженных частиц, сложной системой счетчиков Черенкова, детекторами μ -мезонов и т.д. И хотя трехструйных событий засечено было

немного (около десятка для одного эксперимента, что, кстати, соответствует теоретическим прогнозам), тщательный анализ показал, что результаты экспериментов не объясняются присутствием одних только кварков⁵. Поэтому наблюдение таких процессов было воспринято как первое экспериментальное доказательство существования глюонов, а присуждение премии специалистам из ДЭЗИ служит официальной констатацией того факта, что глюоны открыты в этом центре.

Ставший признанным международным центром исследований в области физики элементарных частиц и синхротронного излучения, ДЭЗИ привлекает к участию в своих программах все большее число ученых. В целом можно насчитать около 2600 иностранных специалистов более чем из 30 стран (плюс 160 собственных сотрудников), пользующихся современными установками этого центра. Кстати, одна из лауреатов — профессор С.Л. Ву (США) — работала в ДЭЗИ в 1977—1986 гг. в качестве приглашенного ученого.

© К.Л. Сорокина,
кандидат физико-математических наук
Москва

⁴ TACCO — от англ. Two-Arm Spectrometer Solenoid — двухканальный спектрометрический соленоид.

⁵ Подробнее см.: Долгов А.Д. Открытие глюона // Природа. 1980. № 2. С. 105—106.

Космические исследования

Запуски космических аппаратов в Российской Федерации: январь — апрель 1995 г.

В январе-апреле 1995 г. космическими службами РФ с космодромов «Плесецк» и «Байконур» запущено 14 спутников, в том числе шесть спутников серии «Космос».

«Космос-2307, -2308, -2309» предназначены для отработки элементов и аппаратуры глобальной космической навигационной системы «Глонасс», создаваемой в целях обеспечения возможности определять местонахождение самолетов гражданской авиации и судов морского и рыболовного флотов. Остальные спутники этой серии запущены в интересах Министерства обороны РФ.

Транспортный космический корабль «Союз ТМ-21» доставил на орбитальный научно-исследовательский комплекс «Мир» международный экипаж 18-й длительной экспедиции в составе: командир экипажа В.Н.Дежуров, бортинженер Г.М.Стрекалов и космонавт-исследователь гражданин США Н.Тагард. 22 марта 1995 г. члены экипажа 17-й длительной экспедиции — космонавты А.С.Викторенко и Е.В.Кондакова, а также космонавт В.В.Поляков, работавший на орбите с 8 января 1994 г. в составе предыдущих 15-й и 16-й

Космический аппарат	Дата запуска	Параметры начальной орбиты			
		перигей, км	апогей, км	наклонение, град	период обращения, мин
«Цикада» «Файсат» (США) «Астрид» (Швеция)	24.I	982	1234	82.9	105
«Прогресс М-26»	15.II	193	242	51.6	83.6
«Фотон»	16.II	228	391	62.8	90.4
«Космос-2306»	2.III	472	519	65.5	94.3
«Космос-2307»	7.III	19132	19132	64.8	675
«Космос-2308» «Космос-2309»*					
«Союз ТМ-21»	14.III	201	248	51.6	88.7
«Космос-2310»	22.III	996	1024	83	105
«Космос-2311»	22.III	180	360	67.2	89.6
«Прогресс М-27»	9.IV	193	242	51.6	88.6
«GSZ-1»	19.IV	386	411	51.66	92.27

*Примечание: Спутники «Космос-2307—2309» запущены одной ракетой-носителем «Протон».

длительных экспедиций, — вернулись на Землю; спускаемый аппарат космического корабля «Союз ТМ-20» приземлился на территории Казахстана в 1 час 42 мин 30 сек московского времени. Продолжительность космического полета А.С.Викторенко и Е.В.Кондаковой составила 169 сут 5 час 21 мин. Продолжительность полета космонавта В.В.Полякова — рекордная: 437 сут 17 час 58 мин; суммарная продолжительность пребывания в космосе врача В.В.Полякова с учетом его давнего полета (29 августа 1988 г. — 27 апреля 1989 г.) составила 678 сут 16 час 33 мин.

Спутник «Цикада» предназначен для работы в

составе космической навигационной системы, позволяющей определять местонахождения судов морского и рыболовного флотов в любой точке Мирового океана. Вместе с «Цикадой» в этом запуске на орбиту были выведены связанной спутник США «Файсат» и научный спутник «Астрид» (Швеция) для изучения околоземной плазмы.

Очередные грузовые автоматические корабли «Прогресс М-26» и «Прогресс М-27» доставили на орбитальный комплекс «Мир» топливо для объединенной двигательной установки станции, воду и другие расходные материалы, аппаратуру и оборудование, а также почту.

Очередной спутник серии «Фотон» несет научную аппаратуру для проведения исследований и экспериментов в области космического материаловедения.

Спутник «GSZ-1» массой 20 кг, запущенный с борта научно-исследовательского комплекса «Мир», оборудован уголковыми отражателями — он предназначен для исследования гравитационного поля Земли.

Перечисленные космические аппараты запущены ракетами-носителями «Космос», «Союз», «Протон».

© С. А. Никитин
Москва

Астрофизика

Загадка солнечных нейтрино пока не разгадана

Вот уже больше 20 лет загадкой остается расхождение между экспериментально определенной величиной потока солнечных нейтрино и его теоретическим значением, предсказываемым стандартной эволюционной моделью Солнца.

Впервые это различие было зафиксировано Р. Дэвисом (R. Davis) с помощью 615-тонного детектора — резервуара, заполненного перхлорэтиленом и расположенного в переоборудованной под обсерваторию золотоносной шахте вблизи г. Хоумстейка (штат Южная Дакота, США). В этом эксперименте для подсчета числа нейтрино использовалась реакция $^{37}\text{Cl} + \nu_e \rightarrow ^{37}\text{Ar} + e^-$. Тот факт, что реальный поток нейтрино оказался примерно в три раза меньше ожидаемого,

был надежно установлен за 20 лет в ходе более чем 100 извлечений из резервуара атомов радиоактивного аргона¹. Однако энергетический порог реакции с участием хлора составляет более 0.8 МэВ, а энергия большей части солнечных нейтрино — тех, которые рождаются при слиянии двух протонов (основной ядерной реакции на Солнце), — слишком мала, чтобы вызвать появление атомов аргона. Поэтому протон-протонные нейтрино не могли быть зарегистрированы в эксперименте на основе хлор-аргоновой методики.

Эти более медленные нейтрино, поток которых теория предсказывает наиболее надежно, можно засечь по появлению радиоактивных атомов Ge, образующихся в реакции $^{71}\text{Ga} + \nu_e \rightarrow ^{71}\text{Ge} + e^-$, которая имеет порог в 0.2 МэВ. Использование галлия в качестве вещества детектора для таких нейтрино было предложено В.А. Кузьминым еще в 1963 г., однако только в последние шесть лет удалось осуществить этот важный эксперимент, причем сразу на двух детекторах.

Один из детекторов, расположенный в туннеле Гран Сассо вблизи Рима (совместный европейско-американско-израильский эксперимент Galex), содержит 30 т галлия в растворе $\text{GaCl}_3\text{-HCl}$. Другой детектор (совместный советско-американский эксперимент SAGE), находящийся в недрах горы Андырчи в Приэльбрусье, имеет 60 т металлического галлия. Различие химического окружения атомов галлия в этих двух экспериментах доказывает

надежность полученных результатов. А результаты дают поток нейтрино в (79 ± 12) SNU для первого детектора и (7 ± 14) SNU — для второго², в то время как стандартная модель предсказывает значительно большее значение — (132 ± 7) SNU.

Итак, эксперименты упорно подтверждают, что загадка солнечных нейтрино действительно существует. Расчеты показывают, что, независимо от деталей солнечной модели, не удается подобрать такую комбинацию потоков нейтрино, которая соответствовала бы всем результатам наблюдений. С другой стороны, все экспериментальные данные могут быть объяснены в предположении, что нейтрино имеют массу покоя около 0.003 эВ (для электронного нейтрино — немного меньше) и осциллируют, т.е. превращаются друг в друга. Верна ли такая интерпретация — могут показать только дальнейшие эксперименты.

Nature. 1995. V. 375. № 6526. P. 29—34 (Великобритания).

Планетология

Астронавты открыли, автоматическая станция подтвердила

В 1972 г. американские астронавты, облетавшие Луну на космическом корабле «Аполлон-17», наблюдали необычное явление: всякий раз, когда солнечный диск вот-вот должен был выйти

² SNU — солнечная нейтринная единица, соответствующая потоку нейтрино, взаимодействие которого с 10^{36} родительскими атомами порождает один дочерний атом (в данном случае — германия) за 1 сек.

¹ Подробнее см. подборку: Загадка солнечных нейтрино // Природа. 1983. № 8. С. 59—76.

из-за Луны, возникали одновременно слабая светимость, происходившая от короны Солнца, и едва заметный зодиакальный свет, обычно связываемый с присутствием межпланетной пыли. Затем, в момент появления солнечных лучей, свечение из-за резко пересеченных кратерами деталей лунного ландшафта исчезало.

Эти эффекты удалось зафиксировать на схематических рисунках, изучение которых показало, что помимо зодиакального света и свечения короны здесь присутствует еще нечто. Вблизи лимба (видимого края) Луны, на высоте нескольких километров над ее поверхностью, отмечено необычное пригоризонтное свечение, порождаемое рассеянием света газами или пылью. Однако тогда специалисты считали, что весьма слабая атмосфера Луны не содержит достаточного количества взвешенного вещества, чтобы вызвать какое-либо свечение. Лишь двумя десятилетиями позже, когда космический аппарат «Клементина» сфотографировал с высокой степенью разрешения эти явления, стало возможным объяснить их.

На конференции по наукам о Луне и планетах (март 1994 г., Хьюстон, США) выступил Ю.М.Шумейкер (E.M. Shoemaker; Флагстафская обсерватория, штат Аризона). Анализ данных, проведенный им совместно с Г.А.Зукком (H.A. Zook; Космический центр НАСА им. Джонсона, Хьюстон), привел к выводу, что правильное объяснение содержится лишь в ранее предложенной теоретической модели Д.Р.Крисуэлла (D.R. Criswell; Хьюстонский университет): солнечный свет, попадающий на Луну,

«сдирает» с атомов часть их электронов; электроны и ионизированные атомы «звряжают» электричеством частицы лунной пыли; эта пыль поднимается над лунной поверхностью на несколько километров и, рассеивая свет, вызывает загадочное свечение.

Science News. 1994. V. 145. № 13. P. 197 (США).

Биофизика

Женщина с грузом на голове

В Африке и некоторых районах Азии можно встретить женщин, несущих тяжелую поклажу на голове без видимых усилий. В Кении, например, они могут легко передвигаться таким образом с грузом, масса которого достигает 20% от их собственной. Женщины племени луо просто балансируют ничем не закрепленным грузом, а у племени кикую принято прихватывать мешок или сосуд полоской материи, опоясывающей лоб и затылок. Но как те, так и другие грузом не тяготеются.

Объяснение этому нашла группа бельгийских, американских и итальянских ученых, возглавляемая Н. Хеглундом (N. Heglund; Лаборатория компании «Фарос Системс», Челмсфорд, штат Массачусетс, США). Прежде всего они установили, что африканки справляются с подобной задачей более эффективно (в смысле энерготрат), чем люди, несущие рюкзак, а также по сравнению с теми, кто не был ранее обучен перетаскивать предметы на голове. Весь секрет кроется в маятниковом движении чернокожих женщин.

Ученые зафиксировали потенциальную и кинетическую энергию нагруженных африканок в каждой точке ходьбы на специально возведенной платформе. Измерялось также потребление ими кислорода. Такие же наблюдения были проведены над контрольной европейской группой (включая военнослужащего), в которой переносили рюкзаки и заплечные мешки.

Известно, что максимальная потенциальная энергия отмечается у маятника, когда он находится в верхней точке колебания. Идеальный маятник превращает всю энергию в кинетическую, которая достигает максимума в нижней точке.

Выяснилось, что у большинства людей при ходьбе подобное превращение энергии достигает лишь 65%, остальные усилия, чтобы пополнить «растрату», приходится добавлять мускульной системе.

У европейца по мере увеличения груза эффективность передачи энергии падает, а у африканок, согласно наблюдениям Хеглунда и его коллег, — растет. Они установили, что передача энергии от груза, лежащего на голове у африканки, почти идеальна, так что их мускулам нет необходимости производить добавочную работу, если только масса поклажи не превышает 20% собственной массы. Таким образом, до определенного момента переноска совершается в энергетическом отношении как бы «бесплатно».

Технике переноса тяжелой на голове африканки учатся у своих матерей в течение многих лет. Но разучиться этому умению (подобно езде на велосипеде) уже невозможно.

Nature. 1995. V. 375. № 6526. P. 17 (Великобритания).

Биология

Симбиоз муравьев и растений

Взаимовыгодное сосуществование растений и муравьев известно науке уже более ста лет. Лучше других такие отношения изучены между акацией и некоторыми видами муравьев, которые защищают дерево от повреждающих листу насекомых и млекопитающих, а взамен получают пищу.

Случай более сложного, ранее неизвестного симбиоза открыт недавно бразильским зоологом К.Р.Фонсекой (C.R.Fonseca) во влажном тропическом лесу Амазонии. Здесь, в подлеске, можно встретить заросли тахигали (*Tachigali mirmecophila*); видовое название этого дерева буквально означает «муравьелюб»: муравьи вида *Pseudomutux*, соположенные с муравьями, населяют полости в его листьях. Тахигали отличается медленным ростом, плодоносит единственный раз в жизни, после чего немедленно погибает.

Изучая данное растение-животное сообщество, Фонсека обнаружил, что муравьи охраняют своего хозяина не бескорыстно, как биологи считали ранее. Не получая непосредственно от дерева растительной пищи, муравьи тем не менее круглосуточно патрулируют его ветви, яростно жалея всякое насекомое или даже млекопитающее, осмелившееся его потревожить. А питаются муравьи выделениями червецов, колонии которых специально разводят в своем гнезде. Червецы перерабатывают лубяную ткань (флоэму) дерева и

экскретируют медовую росу. Она-то и служит основной пищей для муравьев.

Фонсека провел эксперимент: в течение полутора лет муравьев не допускали к нескольким деревьям тахигали, и оказалось, что эти деревья теряли вдвое больше листьев по сравнению с росшими в обычном для них сообществе с муравьями; к тому же скорость роста дерева заметно снижалась, вероятно из-за того, что общая площадь зеленой массы становилась меньше и процесс фотосинтеза замедлялся. Поскольку подлесок в тропическом лесу плохо освещается солнцем, потеря значительной части листьев в случае отсутствия муравьев-симбионтов может привести к куда более тяжелым последствиям для деревьев тахигали, чем для акации, произрастающей в открытой местности. Так что повышенная плата за «наем» муравьиной охраны, включающая как содержание самих муравьев, так и червецов, вполне оправдана.

New Scientist. 1995. V. 145. № 1959. P. 13 (Великобритания).

Зоология

Самоубийство самца у пауков

Известно, что самка паука часто поедает самца — во время ухаживания, спаривания или после него. Некоторым самцам свойственна реакция избегания самки после спаривания, но выражена она далеко не у всех пауков. Более того, многие авторы предполагают, что половой канниба-

лизм имеет глубокий биологический смысл: поедая в «брачном пиршестве» самца, самка обеспечивает развивающееся потомство пищей.

В новейших наблюдениях, проведенных новозеландской исследовательницей Ли Форстер из Университета в Данедине¹ за австралийским пауком *Latrodectus hasselti* — родственником нашего среднеазиатского каракурта, выяснилось, что во время спаривания самец сначала становится на голову (самка лежит навзничь на спине), а затем делает прыжок через нее (сальто-мортале), оказываясь прямо в хелицерах самки! Здесь можно говорить о намеренном соучастии самца в поедании его самкой.

Впрочем, самцы другого, американского вида — *L. mactans* — пространственно дезориентируют самку во время ухаживания и спаривания и таким образом спасают себе жизнь².

Для пауков, особенно тенетников, характерен половой диморфизм: как правило, самец мельче самки, живет недолго, своей сети не строит и питается объедками после самки. Биологический смысл миниатюризации самцов примерно понятен: мелкие самцы быстрее расселяются по воздуху, быстрее созревают и быстрее гибнут, что предотвращает их спаривание с

¹ Forster L. The behavioural ecology of *Latrodectus hasselti* (Thorell), the Australian redback spider (Araneae: Theridiidae): a review // Records of the Western Australian Museum. 1995. Suppl. № 52. P. 13—24.

² Breene R.G., Sweet M.H. Evidence of insemination of multiple females by the male black widow spider, *Latrodectus mactans* // J. of Arachnology. 1985. V. 13. № 3. P. 331—336.

собственным потомством³. Однако конкретные механизмы всех связанных с этим явлений далеко не исследованы.

Поведение самца *L. hasselti* — лишь частный случай общей тенденции самцов пауков к измельчанию. После спаривания самец «биологически не нужен», и для самки просто выгодно его съесть. Насколько это справедливо, никто точно не проверял, тем более что даже в пределах одного рода (*Latrodectus*) такой каннибализм наблюдается не у всех видов. Необходимо проанализировать поведение самцов во всем семействе Therididae и провести сравнительные исследования других пауков-тенетников — ведь именно у них миниатюризация самцов выражена больше, чем у бродячих форм.

© К.Г. Михайлов,
кандидат биологических наук
Москва

Генетика

Функциональная гаплодиплоидия у кофейных заболонников

Гаплодиплоидия — довольно распространенное и хорошо изученное явление у насекомых. В классическом варианте оно выражается в наличии диплоидного набо-

ра хромосом у самок перепончатокрылых и гаплоидного — у самцов. Эволюционное значение такого распределения генетического материала заключается в том, что рецессивные летальные и сублетальные мутации, проявляясь только у самцов и вызывая их гибель или пониженную жизнеспособность, не передаются потомству и таким образом удаляются из генофонда популяции.

Недавно интернациональная группа ученых описала весьма необычное явление — функциональную гаплодиплоидию у заболонника (*Hypothenemus hampei*). Открытие было сделано в ходе изучения устойчивости к инсектицидам этого вредителя кофейных плантаций, впервые обнаруженного в северной части о. Новая Каледония в 1948 г. Популяции *H. hampei*, как и многих других жуков-короедов, характеризуются сильно сдвинутым в женскую сторону соотношением полов и инбридингом (близкородственным скрещиванием). Благодаря тому, что одна оплодотворенная самка заболонника способна основать огромную популяцию, состоящую преимущественно из самок, спаривающихся с немногочисленными карликовыми и бескрылыми самцами, этот жук за несколько лет не только распространился по всей Новой Каледонии, но и стал основным вредителем кофейных плантаций.

Цитологический анализ соматических (неполовых) клеток показал, что самки имеют диплоидный набор хромосом ($2n = 14$), у самцов тоже два набора, но полученные от отца хромосомы находятся в неактивном состоянии. Иными словами, будучи формально диплоидными, клетки сам-

цов являются функционально гаплоидными, так как у них работают только гены, полученные от матери. В ходе сперматогенеза происходит только одно деление набора хромосом, причем того, который получен от матери, в то время как отцовские хромосомы дегенерируют в цитоплазме. В отличие от классической гаплодиплоидии, при которой самцы появляются за счет партеногенеза (однополого размножения без оплодотворения), в данном случае они, как и самки, развиваются из оплодотворенных яиц¹. Остается неясным, как же в случае «функциональной» гаплодиплоидии происходит определение пола у *H. hampei*.

В результате проведенного исследования стало понятно, что устойчивость к инсектицидам у кофейного заболонника достигается в короткие сроки в значительной степени благодаря не только тому, что популяции этих жуков состоят из особей с фактически одинаковым генотипом, но и тому, что возникающие полудоминантные мутации проходят через сито естественного отбора у функционально гаплоидных самцов.

© А.Г. Викторов,
кандидат биологических наук
Москва

Молекулярная биология

Структура фермента ВИЧ

Прежде чем попавший внутрь клетки вирус имму-

³ Main B.Y. Dwarf males in mygalomorph spiders: adaptation to environmental hazards // *Acta Zool. Fennica*. 1990. V. 190. P. 273—278; см. также: Михайлов К.Г. Зачем паукам карликовые самцы // *Природа*. 1992. № 9. С. 108; он же. Размерный половой диморфизм («карликовость самцов») у пауков: обзор проблемы // *Arthropoda Selecta*. 1995. V. 4. № 3/4. P. 51—60.

¹ Brun L.O., Borsa P., Gaudichon V. et al. // *Nature*. 1995. V.374. P.506.

нодефицита человека (ВИЧ), вызывающий СПИД, сможет там размножиться, его ДНК должна встроиться в ДНК клетки хозяина. Процесс контролируется ферментом ВИЧ — интегразой, которая в определенных местах «разрезает» ДНК клетки и «вставляет» в нее ДНК вируса. Этот фермент специалисты рассматривают как идеальную мишень для действия лекарств при лечении СПИДа, так как клетки человека ВИЧ-интегразу не содержат и ее инактивация на клеточных функциях не отражается. Для лекарственного воздействия на этот фермент необходимо знать его структуру, но, поскольку он плохо растворим в воде, предпринятые ранее в этом направлении попытки оказались безрезультатными.

Успеха добились американские исследователи во главе с Р.Крейги (R.Craigie; Национальный институт по изучению диабета, пищеварения и почечных заболеваний, Бетесда, США). Они синтезировали ВИЧ-интегразу, заменив фенилаланин в активной области фермента на лизин. Благодаря такой единичной замене аминокислотного остатка фермент-«мутант» стал более растворим в воде и удобен для анализа. Каталитическая активность его оказалась не ниже, чем у нормальной ВИЧ-интегразы. Более того, природный белок уступает мутанту в стабильности, так как фенилаланин не образует водородных связей. Авторы описали третичную структуру активной области этого фермента (аминокислоты 50—212) с высокой точностью (разрешение 2.5 Å).

В результате сравнительного кристаллографического исследования было обнаружено, что ВИЧ-интег-

раза по расположению аминокислот в активном центре схожа с некоторыми белками из семейства полинуклеотидилтрансфераз (рибонуклеазой H, обратной транскриптазой и АТФ-азой).

Проведенная работа открывает перспективу создания лекарственных препаратов, блокирующих жизненно важный фермент злокачественного вируса.

Science. 1994. V.266. P.1981—1983 (США).

Молекулярная биология

Фермент, работающий в экстремальных условиях

Известно, что среда в просвете желудка сильно кислая (рН 1—2), и именно здесь неактивный предшественник пепсиноген превращается в главный желудочный фермент пепсин. Как же при таком значении рН может сохраняться целостность желудочного эпителия и благодаря чему пепсин остается стабильным и активным?

Оказалось, что соляная кислота, секретируемая специализированными клетками желудочных желез в просвет желудка, протекает по нему с достаточно большой скоростью. Вследствие этого ионы водорода не проникают в защитный вязкий слизистый слой, покрывающий клетки эпителия, рН которого близок к нейтральному, и поэтому не разрушают желудочные клетки.

Зачем же нужны столь предельные значения рН, если гидролиз пептидных связей (переваривание) в белках пищи могут осуществлять не только пепсин, но и другие протеазы, которые лишены способности дейст-

вовать в таких жестких условиях? По мнению Н.С.Андреевой (Институт молекулярной биологии им. В.А.Энгельгардта РАН, Москва), с одной стороны — это результат эволюции пищеварительного тракта позвоночных, начавшейся с рыб и рептилий, глотавших свою добычу целиком. Именно тогда возникла система желез внутренней секреции для создания в желудке таких экстремальных условий, которых не могут выдержать ткани проглоченного животного или растительного организма. С другой стороны, полный гидролиз белка возможен лишь после разрушения его наиболее стабильной части — гидрофобного ядра. Именно этот процесс — денатурация — и обеспечивается кислой средой. Затем пепсин расщепляет связи между остатками гидрофобных аминокислот белка, благодаря чему нарушения его ядра становятся необратимыми. Процесс же расщепления на отдельные аминокислоты (т.е. глубокий протеолиз) завершают другие протеазы в областях пищеварительного тракта с более высокими значениями рН.

Но почему же сам пепсин, который, как и всякий белок, тоже имеет гидрофобное ядро, не денатурирует в столь кислой среде? Тщательное изучение третичной структуры пепсина свиньи с использованием методов рентгеноструктурной кристаллографии, выполненное Андреевой с коллегами, не дало ответа на этот вопрос. Для понимания особых свойств молекулы пепсина требовалось определить длины связей и межатомные взаимодействия с более высокой точностью, а этого можно было достичь только с помощью вычислительной тех-

ники высшего класса. Такая работа была проведена в лаборатории М.Джеймса (M.James; Университет Эдмонта, Канада). Полученные данные о структуре пепсина хранятся в Международном банке трехмерных структур белков в Брукхэйвене.

Совместно проанализировав трехмерную структуру пепсина, Андреева и Джеймс пришли к заключению, что особенность этого фермента объясняется большим количеством карбоксильных групп (42 на 326 аминокислотных остатков) и специфическим их расположением. Общее число отрицательных зарядов, не включенных в ионные пары, оказалось больше, чем положительных, причем все они находятся далеко друг от друга в трехмерной структуре фермента. Благодаря этому преодолевается дестабилизирующее влияние электростатического отталкивания при очень низких pH. Это и позволяет пепсину иметь стабильную структуру в очень кислой среде.

Молекулярная биология. 1994. Т.28. Вып.6. С.1400—1406 (Россия).

Микробиология.
Иммунология

Вакцина против язвы желудка и гастрита

Исследования последних лет позволили установить, что гастриты, язвы желудка и 12-перстной кишки нередко являются следствием патогенного действия *Helicobacter pylori* — спиралевидной бактерии,

открытой в 1983 г.¹ Этой бактерией заражено около 50% населения Земли, однако не у всех носителей признаки заболевания проявляются клинически.

Заселить слизистую оболочку желудка и 12-перстной кишки бактерии помогает продуцируемый ею фермент уреазы, который нейтрализует кислую среду этих органов. *H.pilori* может вызывать воспаление слизистой оболочки желудка, а у одного из 10 страдающих гастритом заболевание может перейти в раковое. Установлено, что многие штаммы *H.pilori* вырабатывают сильный цитотоксин *VacA*, который вызывает деструкцию культивируемых клеток слизистой оболочки желудка. Другой продуцируемый бактерией белок — *CagA*, по-видимому, цитотоксическими свойствами не обладает.

Недавно итальянские исследователи под руководством М.Марчетти (M.Marchetti; Институт иммунологических исследований, Сиена, Италия) установили, что язву и рак желудка, осложняющие хронический гастрит, вызывают чаще те бактерии, которые продуцируют оба белка (первый тип бактерий *H.pilori*), а за хронический гастрит, как правило, в ответе штаммы, не синтезирующие ни *VacA*, ни *CagA* (второй тип бактерий).

Лечение заболеваний, вызываемых *H.pilori*, антибиотиками дает лишь временный эффект из-за быстрого привыкания к ним ее штаммов. Гораздо большие перспективы имеет вакцинация. Авторы провели 13 серий экспериментов на более чем 300 мышах, за-

ражение которых *H.pilori* вызывает заболевание, сходное с недугом людей. Обнаружено, что введение животным через рот антигенов *H.pilori*, включая фермент уреазы, защищает от болезни 79% животных, причем независимо от типа *H.pilori*.

В настоящее время авторы готовятся к проведению клинических испытаний созданной ими вакцины.

Science. 1995. V.267. № 5204. P. 1665—1668 (США).

Медицина

Причина ленинградской блокадной гипертензии

Ленинградская блокадная артериальная гипертензия — феномен, не встречавшийся ни до, ни после ее внезапного появления и такого же внезапного исчезновения. В ту пору (1942—1944 гг.) вспышку артериальной гипертонии в городе объясняли «небывалым по силе и длительности психоэмоциональным напряжением и алиментарной дистрофией», т.е. голодным истощением, что было вполне в духе тогдашних представлений в советской медицине. Более того, сама блокадная гипертензия служила, пожалуй, одним из решающих аргументов теории гипертонической болезни Ланга и Мясникова¹.

Много позже было замечено, что по своим клиническим признакам блокадная гипертензия близка к так называемой солевой

¹ Подробнее см.: Хронический гастрит и язвенная болезнь — инфекционные заболевания? // Природа. 1995. № 3. С. 22—45.

¹ Подробнее см.: Несветов А.М. Генетический фактор в развитии гипертонической болезни // Природа. 1995. № 9. С. 69-84.

гипертонии, известной не только по экспериментальным моделям с нагрузкой поваренной солью, но также по исследованиям в регионах, где основную пищу составляют солонина или соленая рыба.

К характерным особенностям «солевой» артериальной гипертонии относят молодой возраст заболевших, внезапность возникновения и, особенно, агрессивное течение со склонностью к острым сосудистым кризам (в том числе сосудисто-мозговым), тоническому сокращению мускулатуры желудочно-кишечного тракта и мочевыводящей системы и к прогрессирующему снижению зрения. Очень быстро появляются отеки (похожие на отеки при болезнях почек) с водянкой полостей, вялость и апатией, но без одышки и других признаков сердечной недостаточности. Очевидцы рассказывали, сколь удивительно зрелище представляли собой большие «солевой» гипертонией — с огромными животами (асцит) и толстыми отечными ногами, передвигающиеся, как сомнамбулы, по больничным помещениям.

Вполне понятным было тогда и быстро наступавшее выздоровление — буквально через несколько дней после госпитализации.

И все же ленинградская гипертония существенно отличалась от гипертонии «солевой», а именно необычным сочетанием повышенного давления и голодного истощения (при котором артериальное давление всегда понижено). Такой невероятный, можно сказать уникальный, феномен в эксперименте получить не смогли: поставить подопытное животное «в человеческие условия» блокадного Ленинграда 1942—

1944 гг. оказалось невозможным.

Причину блокадной гипертонии удалось выяснить после «нового прочтения» пищевого рациона ленинградца-блокадника², который демонстрируется в Музее героической обороны Ленинграда. В хлебном пайке того времени, наряду с «ржаной мукой дефектной, жмыхом, целлюлозой, соевой мукой, пылью отбойной и отрубями», 10% составляла поваренная соль. Хлебная норма с 11 февраля 1942 г. была повышена для иждивенца до 300 г, рабочего — до 500 г. Таким образом, количество потребляемой соли составляло соответственно не менее 30-50 г в сутки (норма — 10 г). Но хлебной «пайкой» солевая атака на блокадника не исчерпывалась: ленинградцы приспособились утолять голод еще и крепко подсоленным кипятком, а также некой «съедобной» бурдой, отбивая неприятный ее вкус и запах опять же солью.

Вполне естественно, что уже через месяц после введения новой хлебной нормы в городе появились больные гипертонией. По внезапности возникновения и массовости это заболевание напоминало эпидемию.

Любопытно, что потребление соли в Ленинграде еще многие годы оставалось ненормально высоким: сказалась привычка блокадного соленого голода.

Клиническая медицина. 1995. № 3. С. 18—21 (Россия).

У кашалотов существуют диалекты

Американские специалисты по биоакустике Л.Уэйлгарт (L.Weilgart) и Г.Уайтхэд (H.Whitehead) в течение года изучали «язык» кашалотов Мирового океана. Повторив маршрут американских китобоев XIX в., исследователи прошли на 12-метровой парусной яхте более 30 тыс. миль. «Разговоры» кашалотов различных популяций в Карибском море, южной части Тихого океана, у побережий Чили и Эквадора они записали с помощью подводных микрофонов. Анализ сделанных записей был проведен в лаборатории биоакустики Корнеллского университета.

Установлено, что киты обмениваются информацией, используя чередование звуковых сигналов и пауз между ними. Специалисты называют такую систему коммуникации кодами, и она напоминает известную всем азбуку Морзе. Оказалось, что «словарный запас» у кашалотов различных популяций разный.

Звуки кашалотов, похожие на щелканье, служат для эхолокации (подобный эхолокационный эффект используют летучие мыши, а также аппараты подводных лодок). При охоте за кальмарами (любимым лакомством гигантов) животные продолжают долгое время, с интервалом в полсекунды, издавать громкие и звонкие щелкающие звуки, похожие на топот скачущей галопом лошади.

Исследователи обратили внимание на активацию социальных контактов кашалотов в то время, когда животные собирались в стада у поверхности воды.

² Черноруцкий М.В. Алиментарная дистрофия в блокадном Ленинграде. Л., 1947.

Удалось записать 23 кода их «разговоров» в районе Галапагосских о-вов. По мнению ученых, эти «беседы» имеют характер «наставлений» старших младшим.

Самки и их детеныши образуют семейные группы, которые остаются в тропических водах, а взрослеющие самцы уходят в полярные воды и возвращаются «в семью» только в сезон размножения. Исследование кодов позволяет проследить формирование семейных групп в стадах, а также уточнить размеры популяций животных.

По заключению Уэйлгарта, кашалоты, имеющие самый большой в животном мире размер мозга, обладают сложившейся системой социальной организации и общения. Результаты экспедиции позволяют в значительной мере приблизиться к пониманию их коммуникативного языка.

Wildlife conservation. 1994. V. 97. № 6. P. 7(США).

Этология

Голубь-«искусствовед»

Группа японских психологов, возглавляемая С. Ватанабе (S. Watanabe; Университет Кейо, Токио), поставила эксперимент на голубях, в котором выяснялась их способность распознавать образы (технику исполнения картин художниками различных направлений): птиц обучали клевать картины представителей одной из художественных школ, игнорируя иные.

Голуби без особых затруднений вскоре начали

отличать полотна кубистов от творений импрессионистов.

Ошибка при показе подопытному голубю, например, Пикассо и Моне не превышала 10%, даже если птице предъявляли никогда ранее не виденные ею картины. В дальнейших опытах голубей «ознакомили» с творчеством Сезанна и Ренуара, которых пернатые «искусствоведы» отнесли к той же категории, что и Моне, отвергнув возможность присоединить их к картинам известного кубиста Ж. Брака.

По поводу этих экспериментов высказывались разные соображения. Одни полагали, что птицы художественным сознанием не обладают, а просто фиксируют тот факт, что в изображениях, принадлежащих кубистам, присутствуют геометрические фигуры и характерные резкие краски без оттенков, а работам импрессионистов, наоборот, свойственны расплывчатые пастельные тона. В ответ на подобные аргументы Ватанабе указывает, что голуби принимали решения почти безошибочно и в тех случаях, когда им предъявляли сознательно «размазанные» репродукции и даже черно-белые варианты.

Экспериментатор подчеркивает, что и люди распознают образы не по одному, а по сумме разнообразных признаков, и нет оснований отказывать в подобных способностях птицам.

Journal of Experimental Analysis of Behaviour. April, 1995; New Scientist. 1995. V.146. № 1976. P.7 (Великобритания).

Ботаника. Экология

Жестоко обманутые бабочки

На тропическом севере Австралии, в штате Квинсленд, живет очень крупная бабочка-птицекрыл *Ornithoptera priamus*. В размахе ее крылья иной раз превышают 18 см. Это чешуекрылое, как и немного меньший птицекрыл Ротшильда (*O. rothschildi*), населяющий южную часть того же штата, состоит в родственных отношениях с самой крупной бабочкой мира — птицекрылом Александры (*O. alexandrae*), которая встречается в лесах Новой Гвинеи и размах крыльев которой достигает порой 27,5 см.

Все они откладывают яйца на местных видах лиан из рода кирказон (*Aristolochia*). Для *O. priamus* от века «яслями» служили кирказон тагальский и превеносский, но с недавних пор все чаще этих красавцев стали замечать на листьях ввезенного из Бразилии вида *A. elegans*.

Этот вид кирказона завезли в Австралию для размножения и продажи в качестве декоративного растения без ведома специалистов-энтомологов из научного центра «Мир бабочек», расположенного в городке Ябула, к северу от Таунсвилла. К ужасу ученых, гусеницы, все до единой, вылупившиеся из яичек птицекрыла, неосторожно отложенных на *A. elegans*, не позже, чем через неделю погибали. Листья этого растения, в отличие от австралийского кирказона, содержат яд, смертельный для некоторых насекомых. А вот запах, испускаемый *A. elegans*, ничем, по-видимому, от запаха обоих здешних

видов не отличается. Поэтому птицекрылы попадают на обман, который стоит жизни их потомству. По наблюдениям знатоков бабочек, зеленовато-золотые пятна птицекрылов все реже мелькают среди ветвей: в некоторых местах численность сократилась впятеро.

Опыты, проведенные энтомологом Д.Сэндсом (D.Sands; Управление науки и техники Австралии, Канберра), показали, что птицекрылов привлекает запах кирказона, а «привкус» яда у бразильского вида они не воспринимают. Состав яда пока еще не установлен, но ясно, что он смертелен по крайней мере еще для двух видов чешуекрылых — крессиды (*Cressida cressida*) и парусника *Pachliopta polydorus*.

Первые меры для спасения бабочек уже принимаются: населению Таунсвилла и его окрестностей рекомендовано срочно выкорчевать «пришельца» из садов, заменив его местными видами кирказона; их высаживают теперь и в заповедниках, и в парках всего штата. К владельцам питомников обратились с просьбой не торговать «бразильцами», тем более, что они отличаются немалой агрессивностью и вытесняют местные виды растений.

На территории «Мира бабочек» специалисты приступили к искусственному разведению птицекрылов, чтобы затем выпустить их в природную среду. Власти штата Квинсленд выделили 7 га для опытов с *O. rothschildi* и его разведения. Ученики 124 школ приступили к выращиванию местных видов кирказона на пришкольных участках; они ведут наблюдения за состоянием бабочек и передают данные энтомологам.

Общественность требу-

ет принять меры к более строгому контролю за ввозом растений из-за рубежа.

New Scientist. 1995. V.145. № 1970. P.11 (Великобритания).

Экология

Половина планеты еще не тронута человеком

Экологи из международного объединения «Conservation International» (Вашингтон, США) определили, что около 90 млн. км², т.е. 52% суши Земли все еще находятся в «девственном» состоянии. Большую часть этой территории составляют песчаные и каменистые пустыни и ледники, мало пригодные для обитания не только человека, но и животных. Еще 24% суши специалисты считают «частично затронутыми» человеческой деятельностью. Сюда относятся леса, используемые в хозяйственных целях, выпасы для скота и т.п. К категории земель, «преимущественно используемых человеком», можно отнести лишь 24% суши.

Континентом, наилучшим образом сохранившим свои естественные природные условия, является Южная Америка, где почти две трети площади занимают девственные леса. Второе место — за Австралией с ее нетронутыми крупными пустынями. В Европе же сохранились в неприкосновенности только 16% поверхности — в основном тундра. Хуже всего дело обстоит в Южной и Юго-Восточной Азии. Здесь есть регионы (среди которых Филиппины, Шри-Ланка и Таиланд), где человеком используется до 70% общей площади, хотя всего 50 лет

назад в них преобладали влажные тропические леса. Африканский континент в последние десятилетия тоже стал испытывать гнет цивилизации: на о.Мадагаскар около 92% лесов и саванны теперь отнесены к находящимся «под доминирующим влиянием человека». Даже в густонаселенной Западной Европе столь же интенсивно используются территории только на Британских о-вах.

Ambio. 1994. V. 23. № 4—5. P. 247 (Швеция); New Scientist. 1994. V. 144. № 1955. P. 15 (Великобритания).

Климатология

Дожди смещаются на север

Согласно распространному среди климатологов мнению, за последние 140 лет средние глобальные температуры возросли почти на 0,5°C. Для прогноза будущих климатических изменений специалистам необходима также информация и о таких переменных, как глобально средняя скорость ветра и количество осадков.

Особенно сложна точная оценка осадков из-за их существенной изменчивости во времени и пространстве. Чтобы получить надежный прогноз тенденции осадков, необходима даже более плотная сеть метеостанций, чем для аналогичных выводов относительно температуры.

Недавно М.Хелм (M.Hulme; Университет Восточной Англии, Норич, Великобритания) завершил анализ данных, полученных 8300 дождемерами, расположенными на всех континентах. Однако эта информационная база недостаточ-

на: например, по регионам Среднего Востока и внутренним областям Южной Америки сведения весьма отрывочны; неполнотой данных вплоть до XX в. страдали и многие из тех регионов, где ныне наблюдения ведутся регулярно. Кроме того, существует тенденция устанавливать дождемеры в наиболее влажных (по сравнению со средними показателями) местностях.

И все же к 30-м годам нынешнего столетия метеосети стали достаточно плотными, чтобы дать надежное представление о среднем годовом количестве осадков. Это позволило Хелму путем ряда вычислений ввести соответствующие коррективы в более ранние данные. Используя полученную информацию, он установил, что в тропической зоне Северного полушария, к югу от 23.4° с.ш., наблюдается заметное снижение количества осадков. На средних широтах (между 23.4° и 50° с.ш.) изменения очень незначительны. Но к северу от 50° с.ш., примерно на широте южного побережья Англии, количество осадков возросло. Данные по Южному полушарию слишком многочисленны, чтобы сделать соответствующие выводы относительно этого района Земли.

Установлено, что 1980-е годы были не только самым теплым десятилетием за все время наблюдений, но и наиболее влажным, по крайней мере для зоны, лежащей севернее 50° с.ш.

Согласно прогнозу на базе существующих математических моделей климата, в мире, испытывающем потепление вследствие парникового эффекта, количество осадков в высоких широтах должно возрасти. Анализ данных, предпринятый Хелмом, подкрепляет правиль-

ность такого прогноза. Однако он же подчеркивает неясность будущей ситуации в тропиках. Эту проблему намерены изучать сотрудники Центра климатических исследований и прогноза им. Хедли в Брекнелле (Великобритания), возглавляемые метеорологом Дж. Митчеллом (J. Mitchell).

Weather. 1995. V.50. P.34; New Scientist. 1995. V.145. № 1967. P.18 (Великобритания).

Метеорология

Загрязнение атмосферы охлаждает Арктику?

В 1994 г. в Лондоне состоялась созданная Британским Королевским обществом конференция по климатическим проблемам высоких широт. Метеоролог Дж.Стенхилл (G.Stanhill; Израильское управление сельского хозяйства) считает, что происходящее ныне в больших масштабах загрязнение атмосферы в Арктике препятствует распространению глобального потепления на этот регион.

Арктическая дымка, ставшая за последние 40 лет чуть ли не постоянным метеофактором на Крайнем Севере Западного и Восточного полушарий, создается промышленностью Сибири, севера Европейской части России, Западной Европы и Северной Америки.

По данным 22 арктических метеостанций, количество солнечной радиации на поверхности земли снизилось за эти четыре десятилетия на 15%. Можно полагать, что «тень», создаваемая дымкой и препятствующая поступлению солнечной энергии, объясняет

меньшее потепление в Арктике по сравнению с Антарктикой. С 1950 г. количество тепловой солнечной энергии на поверхности Заполярья в Северном полушарии уменьшалось в среднем на 0.36 Вт/1м², или на 0.3% в год. Наиболее ярко выражен этот процесс весной и в тех именно районах, где дымка имеет максимальную плотность.

Однако, несмотря на такое снижение потока солнечной радиации, количество тепловой энергии, сохраняющейся там у земной поверхности, осталось почти неизменным. Очевидно, так сказывается парниковый эффект. Напротив, в Антарктике, где дымка отсутствует, тепловой баланс среды изменился весьма резко. По данным британской южнополярной станции Фарадей, за те же 40 лет средняя температура возросла на 2.5°C. Результат — обширное таяние близлежащего шельфового ледника Уорди и распространение цветковых растений на новые для них территории.

Одобрительно в целом оценив это исследование, С.Шнайдер (S.Shneider; Станфордский университет, штат Калифорния, США) выразил сомнение, достаточно ли использовано автором данных для столь далеко идущих выводов. Он указал, что взвешенные в атмосфере частицы углерода могут не столько затмевать подстилающую поверхность, сколько отражать поток тепловой энергии обратно вниз. Необходимо исследование оптических свойств арктической дымки.

Участники конференции в итоге не сошлись во мнении, происходит ли в Арктике потепление. Х.Кеттл (H.Cattle; Британская метеорологическая служба) полагает, что с 1950-х годов в

ряде районов Арктики средние температуры повышались на 0.75°C за каждое десятилетие. Существуют свидетельства, что оледенение Северного Ледовитого океана ныне сокращается. Математическое моделирование показывает, что загрязнение атмосферы в Арктике могло задержать потепление в этом регионе примерно на 20 лет, так что его начало сместилось приблизительно с 1960 на 1980 г.

New Scientist. 1994. V.144. № 1949. P.19 (Великобритания).

Метеорология

Озоносфера истощается и на севере, и на юге

По данным Всемирной метеорологической организации, весной 1994 г. содержание озона в воздушном пространстве над Северной Европой было более чем на 10% ниже средней многолетней нормы.

В это же время Управление по изучению океана и атмосферы США (NOAA) сообщило о результатах своих измерений, проведенных в Антарктиде в весенний период Южного полушария: 12 октября 1993 г. озон в атмосфере на высоте от 14 до 19 км над Южным полюсом полностью отсутствовал, что беспрецедентно за все время наблюдений. Общее количество O₃ в колонке воздуха от подстилающей поверхности до верхней атмосферы составило лишь 91 ед. Добсона (до начала истощения озоносферы весенняя норма

превышала 300 ед.). Предыдущим рекордно низким уровнем были 105 ед. Добсона.

Geophysical Research Letters. 1994. V.21. P.421 (США).

Охрана природы

Судьба палестинского леопарда

В Иудейской пустыне в мае 1995 г. умерла последняя самка леопарда. Ей было 16 лет; после ее смерти остались лишь два ее сына, так что популяция обречена на исчезновение. Два года ранее случайная была убита предпоследняя молодая самка. Это животное было крупнейшим млекопитающим Израиля. Ее гибель серьезно опечалила не только экологов, но и многих любителей природы.

На крайнем юге Израиля, в пустыне Негев, обитает другая популяция леопарда, численность которой неясна. Некоторые биологи полагают, что ее представители рано или поздно заново осваивают и Иудейскую пустыню.

New Scientist. 1995. V.146. № 1978. P.11 (Великобритания).

Охрана окружающей среды

Ржавеющий мавзолей

В город Агру в индийском штате Уттар-Прадеш со всего мира приезжают люди полюбоваться бело-мраморным мавзолеем Тадж-Махал, возведенным династией Великих Моголов в XVII в. и ставшим усыпальницей любимой жены

Шах-Джахана, а затем и его самого. Однако состояние этого архитектурного чуда ныне вызывает опасения.

Дело в том, что мраморные блоки соединены железными нагелями, шпунтами и скрепами. Они успешно просуществовали несколько веков во влажном субтропическом климате, но в последнее время в атмосфере возросла концентрация диоксида серы и других газов, обладающих сильной коррозионной способностью. Действующие в округе металлургические предприятия загрязняют воздушный бассейн, от чего особенно страдает инкрустированный полированный мрамор, а скрепляющие детали ускоренно покрываются ржавчиной. Заржавев, они расширяются, вызывая в конструкции не предусмотренные строителями напряжения, камень местами крошится и отщепляется. Трещины множатся, железные «суставы» ослабевают, и прочность несущих перекрытий опасно снижается.

Все эти проблемы обсуждались на конференции Национального совета Индии по коррозии, состоявшейся в мае 1995 г. Еще в 70-х годах, собрав тревожные сведения о том, что «мавзолей скрипит», сотрудники Центрального института электрохимических исследований предложили Археологическому управлению Индии провести подробное обследование этого памятника, но инициатива не была одобрена. Теперь принятие мер становится неизбежным. Положение усугубляется тем, что никто уже не имеет представления о точном местонахождении той или иной скрепы, и чтобы определить, насколько далеко продвинулась ржавчина в конкретном месте, придется снимать

целые блоки, а это без повреждения внешнего облика мраморного монумента, пожалуй, сделать не удастся. Остается пригласить специалистов с приборами по ультразвуковому зондированию: только они могут заглянуть внутрь стен и перекрытий, не разрушая их.

New Scientist. 1995. V.146. № 1978. P.8 (Великобритания).

Охрана окружающей среды

Водоросли осаждают крепость

Посетители древней крепости Хермитидж, распо-

ложенной около городка Хоуик на границе между Англией и Шотландией, заметили, что ее стены постепенно приобретают оранжевую окраску. Следящие за этим памятником архитектуры члены общества «Историческая Шотландия» всегда объясняли изменение цвета тем, что на поверхность камня выступают остатки прежней краски стен.

Иного мнения придерживаются сотрудницы группы консервации каменных сооружений М.Джонс и Р.Уэйкфилд (M.Jones, R.Wakefield; Университет им.Р.Гордона, Абердин, Шотландия). Они установили, что крепостная кладка находится под сильным воздействием водоросли *Trep-*

terophila. Известно, что лишайники, бактерии и грибы обладают способностью разрушать камень. Теперь же накапливается все больше свидетельств того, что и водоросли такое могут. Они изменяют не только окраску камня, но и структуру его поверхности. Тонкие нити водорослей прорастают между «зернами» камня и расширяют имеющиеся в нем мельчайшие трещинки.

Альгологи (специалисты по водорослям) призвали химиков срочно создать уничтожающие водоросли вещества (альгициды) для борьбы с этим разрушительным явлением.

New Scientist. 1995. V. 146. № 1981. P. 12 (Великобритания).

Коротко

● Согласно отчету группы по проблемам народонаселения Международного института анализа прикладных систем (Вена, Австрия), на нашей планете в 1990 г. насчитывалось около 5 млрд. 291 млн. человек. Из них 345 млн. проживало в Восточной и 377 — в Западной Европе, 277 — в Северной и 294 — в Южной Америке, 147 — в Центральной Америке и странах Карибского бассейна, 197 — в Западной и Средней Азии, 1 млрд. 191 млн. — в Южной Азии, 1 млрд. 159 млн. — в Китае и Гонконге, 518 млн. — в Юго-Восточной Азии, 144 — в Японии, Австралии и Новой Зеландии.

Ныне численность народов развивающихся и развитых стран соотносится почти как 4:1. По прогнозам специалистов, к 2030 г. это

соотношение превысит 6:1, а общее число землян достигнет 9.5 млрд.

Options. 1994. Autumn. P. 4 (Австрия).

● Эксперты ВОЗ ожидают, что с увеличением общей продолжительности жизни в большинстве стран мира число женщин старше 65 лет достигнет к 2015 г. 326 млн., тогда как в 1990 г. оно составляло 188 млн. В развитых странах женщины живут в среднем на 15 лет дольше, чем в развивающихся, и на 30 лет дольше, чем в беднейших странах, где средняя продолжительность их жизни составляет всего 50 лет.

Наиболее частая причина смерти женщин — сердечно-сосудистые заболевания, рак женской сферы; в развивающихся странах к

ним присоединяются и тропические болезни.

ВОЗ ставит своей целью разработку стратегии сохранения здоровья и активного долголетия женщин.

World Health Organization. Press Release. 1995. № 26 (Швейцария).

● Пожар погубил один из первых национальных парков Южной Америки — Emas National Park, открытый в Бразилии. Пострадало 99% территории (32.6 км²), крайне значителен ущерб обитателям парка, среди которых много редких видов (кустарниковая собака, гризистый волк, гигантский броненосец, гигантский муравьед, сине-желтый попугай и др.). Пожары почти регулярны в тропической саванне из-за слишком сухой растительности. Огонь

возник по причине поджога с прилегающих ферм или от молнии, а ветер, дующий в разных направлениях, перекрыл животным пути отхода. Случившаяся трагедия выявила проблемы, которые возникают, когда животные резерватов оказываются в замкнутом пространстве.

Wildlife conservation. 1994. V. 97. № 6. P. 8 (США).

В индийском штате Арунахал-Прадеш, вблизи бирманско-китайской границы, создается Национальный парк Намдафа площадью 2000 км² с тигровым резерватом. Общество научных исследований за счет гранта, полученного от «Дарвиновской инициативы по выживанию видов» (Darwin Initiative for the Survival of Species) уже профинансировало две экспедиции для их организации.

Полагают, что Национальный парк Намдафа станет самым северным в мире заповедником вечнозеленого тропического леса, где под защиту возьмут 150 видов деревьев и 3000 видов других растений. Это единственный в мире наци-

ональный парк, в котором одновременно будут обитать четыре вида крупных кошек — тигр, леопард, снежный барс и дымчатый леопард.

Geographical Magazine. 1995. V.67. № 2. P.7 (Великобритания).

Оказывается, самки пауков могут иногда предпочесть искусственное изображение натуральному самцу! Эксперименты с одним из североамериканских видов пауков-скакунчиков показали, что его самка проявляет внимание к компьютерной анимации (мультипликации) самца, если изображение движется быстрее, чем в норме.

Michigan Academician. 1994. V.26. № 2. P.406 (США).

В Мировом океане, по данным 1994 г., наиболее загрязнены нефтью воды Персидского залива. Ежегодно в него попадает более 1 млн. баррелей (1 баррель = 158.98 дм³ или 0.14 т сырой нефти). Сбросы с танкеров, утечки из нефтепроводов и терминалов, нефтяные разливы раз-

личного масштаба и происхождения привели к тому, что нефтяное загрязнение этой акватории в 100 раз превышает средние значения. Такая ситуация вряд ли вызывает удивление: более сотни танкеров ежедневно проходят через Ормузский пролив, доставляя потребителям почти пятую часть всего мирового экспорта нефти.

Science et vie. 1995. № 931. P.22 (Франция).

Специалисты Исследовательской лаборатории ВМФ США считают, что 20 тыс. лет назад из Северного Ледовитого океана через пролив Фрама в Северную Атлантику дрейфовали огромные айсберги: их надводная часть достигала 30 м, а подводная — порядка 700 м. О таких размерах говорят почти 20-метровые по глубине борозды на океанском дне, протянувшиеся на многие километры. Такие борозды могли возникнуть при движении тех айсбергов, подводная часть которых (так называемые «кили») превышала глубину океана по пути дрейфа.

Geographical Magazine. 1995. V.LXVII. № 1. P.10 (Великобритания).

Физика

Ж.-К. Толедано, П. Толедано. ТЕОРИЯ ЛАНДАУ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ. Пер. с англ. М.: Мир, 1994. 462 с.

Если оценивать работы Ландау с философской точки зрения, следует признать, что именно он ввел в физику феноменологический метод осмысления эксперимента. В возрасте 25—30 лет он разработал термодинамическую теорию фазовых переходов второго рода, а также близких к ним переходов первого рода. Теория Ландау нашла приложение во многих областях, таких как термодинамические теории сегнетоэлектричества, магнетизма, сверхпроводимости, упорядочения в сплавах и т.д.

Книга известных французских физиков посвящена современным достижениям теории фазовых переходов в веществах, включая самые последние результаты по теории несоразмерных фаз и теории жидких кристаллов. Содержит большой объем сведений по прикладным аспектам теории, интересующих широкий круг специалистов. Благодаря очетанию строгости и математической полноты с известной доходчивостью изложения, монография может служить учебным пособием для аспирантов и студентов.

Физика

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ДАННЫХ В ФИЗИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ. Под ред. М. Реглера. Пер. с англ. М.: Мир, 1994. 478 с.

В фундаментальной монографии ведущих специалистов Европейского центра ядерных исследований (ЦЕРН, Женева) собраны все основные современные методы и средства, касающиеся обработки данных в физическом эксперименте. Продемонстрирована тесная связь между приемом данных и топологической и кинематической реконструкцией событий. Это первая книга, в которой обобщены сведения о методах математической статистики, которые используются для анализа данных, получаемых на современных детекторах физики высоких энергий. В тексте приведена весьма обширная библиография.

Написанная с уклоном в физику элементарных частиц, книга полезна и для изучения других разделов физики, где используются экспериментальные методы. Может служить учебным пособием.

Астрофизика

У. Купер, Е. Уокер. ИЗМЕРЯЯ СВЕТ ЗВЕЗД. Пер. с англ. М.: Мир, 1994. 272 с.

Книга охватывает весьма широкий круг проблем современной астрофизики, для решения которых необходимы точные фотометрические, вернее, фотоэлектрические измерения.

Читатель, далекий от астрономии, узнает, как устроены звезды различного типа, каким образом они излучают энергию и эволюционируют, каковы методы их наблюдений и что представляют собой фотометры. Авторы касаются также некоторых наиболее актуальных теоретических проблем физики звезд. Однако основное внимание уделено переменным звездам различного типа, наблюдения которых требуют кропотливого и систематического труда. Книга поможет заинтересованному читателю-неспециалисту разобраться в непростой астрономической кухне, а желающим — приобщиться к исследованию Вселенной.

Вычислительная техника

М.М. Горбунов-Посадов. КОНФИГУРАЦИИ ПРОГРАММ. РЕЦЕПТЫ БЕЗБОЛЕЗНЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ. Изд. 2-е. М.: «Малип», 1994. 272 с.

Конструирование модульной структуры — один

из наиболее ответственных этапов создания программ. Его проведение нередко осложняется тем, что здесь — в отличие от программирования на уровне операторов — отсутствуют устоявшиеся критерии, позволяющие сознательно выбрать ту или иную формируемую из модулей конфигурацию. Цель предлагаемой книги — вооружить разработчика убедительными критериями оценки программных конфигураций, предложив при этом ряд полезных модульных конструкций, отвечающих выбранным критериям.

Среди вводимых критериев важнейший — безболезненность последующего развития, т.е. возможность пополнения конструкции новыми модулями без какого бы то ни было редактирования написанных ранее текстов алгоритмов. Не изменяются, как правило, только бездействующие программы, поэтому вдумчивый разработчик старается предусмотреть возможность дальнейшего безболезненного развития своего детища. Особенно актуален этот фактор для задач вычислительного эксперимента, где регулярные изменения отнимают львиную долю программистских усилий. Обсуждаемые конструкции иллюстрированы примерами, в которых используются наиболее распространенные компоненты современного инструментария: Си, Си++, Фортран, Паскаль, Ада, UNIX, WINDOWS и др.

Первое издание книги появилось в 1993 г. и быстро разошлось. В новом издании исправлены замеченные неточности и добавлено несколько разделов.

Для опытных программистов.

Г. Мелов. ОБРАЗОВАНИЕ УДАРНЫХ КРАТЕРОВ: ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС. Пер. с англ. М.: Мир, 1994. 336 с.

Космические полеты открыли человечеству недоступный ранее облик планетных тел Солнечной системы. Обнаружение множества ударных кратеров на планетах и их спутниках позволило по-новому взглянуть на роль ударных процессов в Солнечной системе. Стало ясно, что высокоскоростные удары — это не случайные события, а важный фактор формирования поверхности планетных тел. Не является исключением и Земля, несмотря на быстрое преобразование ее поверхности тектоническими, вулканическими, атмосферными и другими процессами.

В монографии известного американского ученого впервые рассматривается ударное кратерообразование как геологический процесс. Подробно освещаются физические аспекты этого явления: скорости столкновения, эффекты при ударах под разными углами к поверхности мишени, перераспределение энергии в системе «ударник — мишень — продукты удара». Прекрасные иллюстрации позволяют сравнить экспериментальные данные, а также результаты геологических наблюдений на Земле и других планетах Солнечной системы.

Для геологов, планетологов, петрологов и специалистов по механике грунтов, изучающих метеоритные кратеры.

АНГЛО-РУССКИЙ СЛОВАРЬ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ. Под ред. П. С. Александрова. Изд. 2-е. М.: Мир, 1994. 416 с.

Словарь составлен таким образом, что позволяет читать математический текст без обращения к другим пособиям. Первое издание вышло в 1962 г. и давно стало библиографической редкостью. С некоторым опережением по времени в США появились два издания «Русско-английского словаря математических терминов» под ред. А. Ловатера (Russian-English Dictionary of the Mathematical sciences. Ed. by A. J. Lohwarter, The American Mathematical Society. 1961; 1990).

Во 2-м издании нашего словаря помещены добавленные к словнику, составленное путем анализа словаря Ловатера, и указатель русских терминов, позволяющий использовать словарь как русско-английский.

М.А.Корец и Л.Д.Ландау в кольце харьковских спецслужб

Ю.Н. Ранюк,

доктор физико-математических наук

Харьковский физико-технический институт

Известно, что арест Л.Д.Ландау, произведенный в Москве в 1938 г., и тюремное заключение, продолжавшееся в течение года, были связаны с так называемой «антисоветской» листовкой, написанной им вместе со своим близким другом, тоже физиком, М.А.Корecem, который получил по этому «делу» полный срок и вернулся только через 18 лет.

Листовка призывала к свержению Сталина, ставя знак равенства между сталинизмом и фашизмом, но при этом вовсе не была антисоветской. И Ландау, и Корец в ту пору исповедовали веру в социализм. Похоже, тогда они еще были убеждены, что в идеале советская власть — наиболее совершенный тип правления, и считали, что существуют способы снять расхождение идеала с практикой, — позиция, ставшая спустя годы государственной.

В пору пропаганды «социализма с человеческим лицом» «дело» Ландау было извлечено из Архива КГБ и почти полностью опубликовано в «Известиях ЦК КПСС» (1991, № 3). Вслед за этим в «Природе» (1991, № 11) появилась статья известного историка науки Г.Е.Горелика, также изучившего это «дело», если можно так сказать, в подлиннике и представившего его разносторонний анализ.

Горелик не в последнюю очередь обращает внимание на то, что следствие по делу Ландау велось с несколько неожиданным уклоном. Несмотря на вопиющую крамолу, содержащуюся в листовке (одна подпись чего стоит: «Московский комитет антифашистской рабочей партии»), следователи пытались сфабриковать версию антиправительственного заговора на других фактах. Их интересовали не московские события, а то, что происходило в Украинском физико-техническом институте (УФТИ), в Харькове, где Ландау и Корец работали до 1937 г. и откуда, попросту говоря, бежали.

Публикуемая статья Ю.Н.Ранюка ведет нас к порогу харьковской драмы, к моменту, когда появились первые признаки пожара, в котором сгорел выдающийся физик-экспериментатор Л.В.Шубников, а вместе с ним В.С.Горский и Л.В.Розенкевич, тяжело пострадали И.В.Обреимов, А.Вайсберг, Ф.Хаутерманс и другие сотрудники УФТИ. Сигналом к началу этой акции государственного террора послужил первый, харьковский арест Кореца.

В дополнение к тому, что будет сказано, нельзя не отметить, что последние двадцать с лишним лет жизни Моисея Абрамовича Кореца были тесно связаны с «Природой». С 1958 г. и до начала 80-х он работал редактором в отделе физики журнала. Старожилы вспоминают его как энциклопедически образованного, в высшей степени старшего доброжелательного и безусловно порядочного человека, помнят и его необыкновенные чувства уважения и привязанности к Ландау.

Прочитав статью Г.Е.Горелика и узнав из нее, что Корец был близок к «Природе», Ю.Н.Ранюк решил направить нам собранный им архивный материал. На самом деле эта «документальная повесть» — не об одном человеке. Она дает новую зарисовку конкретного отрезка эпохи.

ТЕПЕРЬ уже почти забыта полная драматизма история Украинского физико-технического института 1935—1936 гг. Арест в 1935 г. молодого сотрудника института Моисея Абрамовича Кореца стал кульминационным моментом конфронтации, которая жестоко разделила институт на две враждебные группировки. В борьбе за освобождение Кореца приняли участие такие видные ученые, как Л.Д.Ландау, Л.В.Шубников, И.В.Обреимов и другие. «Дело Кореца» содержало в себе зародыш репрессий 1937—1938 гг., когда почти все более или менее видные ученые УФТИ были арестованы.

© Ранюк Ю.Н. М.А.Корец и Л.Д.Ландау в кольце харьковских спецслужб.

У входа в лабораторный корпус УФТИ. Первый ряд: Л.В.Шубников, А.И.Лейпуцкий, Л.Д.Ландау, П.Л.Калица. Второй ряд: Б.Н.Финкельштейн, О.Н.Трапезникова, К.Д.Синельников, Ю.Н.Рябинин. 1934 г.

В основу статьи положены документы, которые сохранились в архивах Харьковского областного управления КГБ и Харьковского обкома КПСС¹. Кроме того, в ней использованы воспоминания бывшего сотрудника УФТИ и активного участника описываемых событий Александра Семеновича Вайсберга². (К сожалению, архивы УФТИ довоенного периода не сохранились.)

УФТИ НАКАНУНЕ РАЗГРОМА

Итак, в апреле 1934 г. директор УФТИ Александр Ильич Лейпунский выезжает по командировке Наркомтяжпрома на стажировку в

Германию и Англию. На его место назначается никому не известный и непонятно откуда взявшийся Семен Абрамович Давидович. (Произошло это 1 декабря 1934 г., в день убийства С.М.Кирова.) Вскоре, в марте 1935 г., институту был поручен ряд технических заказов, имеющих военное значение: разработка мощных генераторов коротких волн, авиационного двигателя с жидководородным топливом и др.

Как только стало известно, что институт будет заниматься оборонной тематикой, Харьковское управление НКВД и Обком партии немедленно занялись разработкой мероприятий, обеспечивающих режим секретности. УФТИ становится прообразом будущих почтовых ящиков.

Научные сотрудники, а особенно научные руководители, встретили новые порядки в штывы. Ольга Николаевна Трапезникова (жена Льва Васильевича Шубникова) вспоминает, что она прикрепляла свой пропуск к ошейнику собаки, которая

¹ Дело № 7771 по обвинению Кореца Моисея Абрамовича по ст. 97 УК УССР (архивный № 09391). Архив Харьковского областного управления КГБ. Протоколы заседаний Харьковского обкома КП(б)У. Харьковский областной партархив. Фонд 2. Оп.1. Д.325. Л.52.

² Weissberg A. The Accused. Politcrimes and Offence in Russia. N.-Y., 1951; Wielka czystka // Czytelnik. Warszawa. 1990. С.210—218.





*Моисей Абра-
мович Корец.
1935 г.*

работы. Они собрались вместе и написали заявление в ЦК партии с просьбой отозвать Давидовича и вновь доверить руководство институтом Лейпунскому...

Колебалась не только партийная организация УФТИ, колебался также харьковский НКВД, стоящий на стороне Давидовича, и очень осторожно брался за дело. Давидович требовал, чтобы кого-нибудь арестовали. Но тогда еще не решались трогать Ландау, всемирно известного ученого, или арестовать меня, иностранца. (Двумя годами позже с особым удовольствием стали арестовывать именно иностранцев.) Они выискивали в нашей группе самого незащищенного человека. Им оказался молодой аспирант по фамилии Корец, работавший у Ландау. Корец боготворил Ландау и с большим азартом участвовал в борьбе с Давидовичем. Он якобы утаил свое социальное происхождение. Корец при поступлении в институт передал комсомольской организации свою полную автобиографию, а вторую, краткую, — в институт. В полной автобиографии он упомянул, что во время гражданской войны его мать, борясь с нуждой, недолго занималась торговлей. В действительности же она продавала на рынке картошку и яблоки, которые приносила на себе из деревни в Свердловск (очевидно, Севастополь. — Ю.Р.). На эти доходы одинокая женщина растила двоих детей. В краткой биографии, написанной для института, Корец опустил эту деталь. В конце концов институт был административной, а не политической организацией. Давидович пытался через Кореца добраться до нашей группы.

ходила вместе с ней на работу³. Ландау и Хаутерманс цепляли пропуска к спине, а то и пониже, выражая тем самым свой протест. Кроме усиления охраны и учреждения секретного отдела, был составлен список подлежащих увольнению лиц, не пользующихся политическим доверием. В список, естественно, попали, кроме прочих, иностранные специалисты, в том числе и Вайсберг.

Видные ученые института, которые определяли научную политику, с самого начала в военной тематике не участвовали. Возможно, они отказались сами. А может быть, их отстранил директор.

Военная тематика стала

приоритетной (в частности, занятым в ней сотрудникам платили зарплату выше, чем другим). Институт раскололся на два лагеря, каждый из которых имел своих покровителей. С одной стороны оказалось научное руководство, поддерживаемое Наркомтяжпромом в лице Пятакова и Бухарина, а также некоторыми членами ЦК ВКП(б). По другую сторону баррикад находились директор института, партийная и профсоюзная организации, а также Харьковское управление НКВД и Обком партии.

Вот что пишет свидетель и участник тех событий А.С.Вайсберг в своей книге «Большая чистка»:

«Дела в институте шли все хуже и хуже. Наконец, ведущие сотрудники института приняли решение прекратить дальнейший развал

³ Шубников Л.В. Избранные труды, воспоминания. Киев, 1990. С. 288.

Он передал дело в партком, и Корец был исключен из комсомола как «классово чуждый элемент», скрывший свое буржуазное происхождение. Это не удовлетворило Давидовича. Ему хотелось нас запугать. Позже, через несколько недель, Корец был арестован. Это действительно парализовало инициативу нашей группы. Ландау был единственным, кто не сломался. Мои друзья полагали, что теперь и я находился в очень опасном положении».

Научные руководители УФТИ в своих письмах требовали срочного возвращения находившегося на стажировке в Англии Лейпунского. Он был в курсе происходящего (его об этом постоянно информировали письмами А.С.Вайсберг и Л.Д.Ландау), и осенью 1935 г. приехал в Харьков. 29 ноября он вновь назначается директором УФТИ вместо Давидовича. Соответствующий приказ по институту был издан 1 декабря. По времени это совпало с арестом Кореца.

**«ПРОИЗВЕДЕННЫМИ
ДЕЙСТВИЯМИ УСТАНОВ-
ЛЕНО...»**

В Архиве Харьковского областного управления КГБ хранится «Постановление по делу 7771», где оперуполномоченный сообщает о необходимости привлечь Кореца М.А. в качестве обвиняемого, поскольку «произведенными действиями установлено, что Корец М.А. является участником контрреволюционной подпольной группы, проводит разложеческую работу среди сотрудников УФТИ и занимается контрреволюционной агитацией».

При обыске 27 ноября 1935 г. были изъяты паспорт, письма, профбилет,

записные книжки. На протоколе обыска есть подпись венгерского физика-теоретика Л.Тиссы, работавшего в то время в УФТИ.

В «Анкете арестованного» приведены следующие сведения:

1. Корец
2. Моисей Абрамович
3. 12 ноября 1908 г.
4. г. Севастополь, Ялтинская улица
5. Харьков, Чайковского 16, кв. 21
6. научный работник, физик
7. УФТИ, университет
8. Паспорт выдан в Свердловске, прописан в Харькове 5.04.35 г.
9. Отец кустарь, до революции имел мастерскую по ремонту часов, имел одного ученика
10. а) жил при родных б) учился
11. Высшее, физик
12. Состоял в ВЛКСМ с 1926 по ноябрь 1935 г., исключен за отрыв от комсомола и сокрытие происхождения
13. Еврей, гражданин СССР
14. Жена Эпштейн Элеонора Лазаревна, две маленькие дочери, отец — Абрам Моисеевич, мастер «Коопчас», мать — Корец Слава Филипповна, проживает в г. Воронеж.

Арестован 28.11.35, 2-е отделение спецкорпус ХОУ НКВД.»

«Через несколько дней после ареста на открытом общепринститутском собрании началась проработка Кореца, — свидетельствует А.С.Вайсберг. — Один за другим поднимались сотрудники института и с глубоким негодованием говорили о тайном враге, шпионе, который прокрался в институт. Я долго колебался, идти или не идти на собрание. Комаров, который как

старый коммунист хорошо знал настроения в партии и внутренне был на нашей стороне, уговорил меня пойти. Он сказал: «Алекс, если ты сегодня не пойдешь, то, возможно, тебя арестуют или, в лучшем случае, вышлют из страны. Этот конфликт будет решаться не в Харькове, позднее слово скажет ЦК в Москве. Нет никакого смысла демонстративно не идти на собрание. ГПУ воспримет это как провокацию. Давидович только этого и ждет. Не доставляй ему удовольствия.»

Я подчинился и пошел на собрание, при голосовании поднял руку за резолюцию, осуждающую Кореца. И теперь, когда я пишу эти строки, меня жжет чувство стыда. За все время моего членства в партии и пребывания в Советском Союзе я не совершил более злого поступка и осознаю это.»

Этот поступок, кстати говоря, не избавил Вайсберга от ареста, а Комарова — от расстрела.

А вот «Характеристика», данная руководством Института:

«...В УФТИ Корец был из Уральского физико-технического института 13.03.35 г. и поступил на работу инженером теоретической группы, на этой должности он работал до 14.11.35 г., т.е. до увольнения из института за сокрытие происхождения. Как специалист-физик Корец для УФТИ ценности не представлял... Был активным участником группы, борьба которой против дирекции и оборонных работников ударяла по выполнению оборонной тематики УФТИ. Корец, прикрываясь комсомольским билетом, активнейшим образом сколачивал эту группу, создавая впечатление согласованно-

сти действий этой группы с комсомольской и партийной организациями. Он выдвигал положение, что научный уровень УФТИ снижается, так как много ведется работ технического характера (в то время были получены распоряжения об увеличении работ оборонного порядка), требовал снижения зарплаты сотрудникам, выполнявшим оборонные задания и т.д. Вообще работа Кореца была направлена на срыв тем. фин. плана и, в частности, заданий оборонного значения.

Директор УФТИ
Секретарь ПК
Председатель МК»

ПОКАЗАНИЯ

Из протокола допроса М.А.Кореца от 9 декабря 1935 г.:

«**Вопрос.** Следствием установлено, что вы, будучи на работе в УФТИ, проводили работу, направленную к срыву заданий, имеющих оборонное значение, детализируйте следствию эти данные.

Ответ. Никакой работы по срыву оборонных заданий в УФТИ я не проводил. По вопросу же реорганизации нашего института, т.е. разделения его на три института, я вел разговоры со своими научными работниками, считая, что это является положительной стороной моего предложения, этот разговор я вел с научным работником Ландау и др.».

22 декабря 1935 г.:

«**Вопрос.** Вам предъявляется обвинение в том, что, будучи работником УФТИ, злоупотребляли

своим служебным положением, проводили работу против выполнения институтом заданий оборонного значения, заявляя, что спецоборонная работа снижает теоретический его уровень, требуя снижения зарплаты работникам, занятым на спецоборонной работе, группируя на этой почве вокруг себя других лиц, а также иностранных специалистов, т.е. в совершении вами преступлений, предусмотренных ст. 97 УК УССР, признаете ли вы себя [в] этом виновным?»

Ответ. Виновным себя в предъявленном мне обвинении, т.е. в совершении мною преступлений, предусмотренных ст. 97 УК УССР, я не признаю, что же касается моих разговоров против выполнения оборонной работы, то я такие разговоры вел, только не против ее выполнения, а против той организации руководства выполнением оборонной работы, которую организовало руководство института, в частности, директор института Давидович и, по моему мнению, такая организация снижала как теоретический уровень института, так и качество выполнения самой оборонной работы...»

Из протокола допроса свидетеля Пятигорского от 5 декабря 1935 г.:

«**Вопрос.** Что вам известно о контрреволюционной деятельности Кореца и его связях?»

Ответ. Мне известно, что в нашем институте существовала антисоветская группировка, в состав которой входили Корец, Ландау, Шубников, иностранно-поданные, прибывшие из Германии, Вайсберг и Руэманны, прибывшие тоже из Германии.

Все вышеупомянутые

лица были тесно связаны между собой и проводили в институте работу по срыву выполнения специальных заданий оборонного значения, причем все это они маскировали внешне под видом личных недовольств руководством института и дирекцией.

Вопрос. Какие факты вам известны?»

Ответ. Факты срыва таких заданий мне лично неизвестны, но факты агитации за саботаж выполнения оборонных мероприятий мне известны от отдельных лиц группировки. К примеру:

В конце с.г. меня встретил по дороге Вайсберг и предложил зайти с ним в кафе поговорить, «я вас угощу», я, не отказавшись, зашел.

Вайсберг сразу начал мне высказывать недовольство своим служебным положением, говоря, что в нашем институте сейчас очень тяжелое положение и он идет к развалу, потому что руководство института, а особенно партийцы не подходят к этой работе, и они тянут институт вниз, а не вверх, и что работы оборонного значения были бывшим зам. директора Геем в Москве выпрошены, а поэтому единственный выход из создавшегося положения — это иметь в институте партийцев рабочих, которые не мешали бы в работе.

В таком же духе со мной вел целенаправленные разговоры и Ландау, говоря, что научные работники — партийцы, которые стоят во главе института, хотят развалить работу института, а для этого они набрали заданий оборонного значения, что снижает общий уровень института...

С Корец в последнее время я был в наилучших отношениях.»

Из протокола допроса свидетеля Давидовича.

«Бывший сотрудник института Корец... начал группировать вокруг себя отдельных специалистов, особенно иностранно-подданных, как Вайсберг и др., выдвигая под видом улучшения работы института идею о его разделении на три самостоятельные единицы, что выполнение спецзаданий институтом тянет его с научной стороны вниз, нам надо больше заниматься теоретическими работами — под таким видом Корец вел все время среди научных работников разложеческую работу, все свое внимание сосредоточив на дискредитации руководства института...»

Свидетель Кравченко показал:

«...Борясь против оборонной тематики, группа научных работников вместе с Корецом часто собиралась на квартирах и обсуждала какие-то положения программы борьбы против дирекции... За три-четыре месяца эта группа непрерывно держала институт в лихорадке, что очень сильно отразилось на сроках выполнения правительственных заданий, и только благодаря большевистской бдительности дирекции и спецработников они не были сорваны.»

В итоге Корец был обвинен в том, что «проводил дезорганизаторскую работу среди сотрудников института по срыву выполнения заданий оборонного значения». Суд, состоявшийся 26 февраля 1936 г., приговорил его к «лишению свободы в общих местах заключения сроком на один год».

ПИСЬМО ЛАНДАУ В ЗАЩИТУ КОРЕЦА

Тем временем друзья Кореца предпринимали все возможное, чтобы вызволить его из беды. Одно из документальных доказательств сохранилось. Это письмо Ландау, адресованное наркому внутренних дел Украины Балицкому (получившему прозвище Гильотины Украины). Вот оно:

«31.12.35 г.

Уважаемый товарищ Балицкий!

Обращаюсь к Вам с просьбой вмешаться в разбор дела сотрудника Украинского физико-технического института инженера Кореца, арестованного 28 ноября с.г. Тов. Корец был в течение последнего года моим ближайшим сотрудником. Я хорошо знал его в личной жизни как человека, бесконечно преданного советской власти. Вместе с ним мы поставили себе задачу сделать все, что в наших силах для того, чтобы сделать науку в нашей стране первой в мире. Я совершенно не могу себе представить, чтобы этот человек мог сделать что-либо враждебное политике партии. Мне не удалось узнать что-нибудь определенное о причинах его ареста. Я не могу не связать его с деятельностью бывшего директора Давидовича. Внутри института Давидовичем была создана атмосфера грязных интриг и грубой травли. Большинство основных сотрудников института считают, что Давидович разваливает институт, и возбуждали перед центральными органами просьбу о его снятии. В ответ на это Давидович пытался всюду и везде представить дело так, что сотрудники института бо-

рются не с ним, а с порученными институту спецработами. В частности, такие обвинения Давидович распространял по отношению ко мне и поэтому я с полной ответственностью могу утверждать, что они представляют собой грубую ложь, не имеющую никакого обоснования в реальной действительности. В настоящее время эти возмутительные обвинения отпали со снятием Давидовича и назначением ЦК ВКП(б) на его место Лейпунского. Я не сомневаюсь в том, что Давидович и его помощники могли систематически вводить в заблуждение органы НКВД, не считая удобным слишком грубо клеветать на меня, старались представить в виде главы заговора моего ближайшего сотрудника и помощника. Вся деятельность товарища Кореца в УФТИ происходила на моих глазах, и я готов в любое время дать исчерпывающие показания по его поводу. Я очень просил бы Вас, если Вы найдете это возможным, предоставить мне случай в личной беседе с Вами переговорить о деле Кореца.

Научный руководитель теоретического отдела УФТИ
Л.Д.Ландау
Харьков, Чайковского 16»

13 мая 1936 г. спецкомиссия Харьковского областного суда заново рассматривала «дело Кореца» и нашла следующее:

«1). Что директор института Давидович впервые высказался в июне месяце 1935 года за разделение института на две части, из которых одна часть института занималась бы вопросами военной тематики.

2). Что Давидович сам внес разложение в среду научных работников своим неумелым руководством,

грубо обращался с научными сотрудниками.

3). Что подсудимый Корец никогда не проводил работы к срыву оборонных заданий, что могут подтвердить бывший секретарь парткомитета Музыканский Семен Петрович и научный работник института Лифшиц Евгений Михайлович...»

Дело было послано на следствие, и лейтенант госбезопасности Фрей (один из антигероев повести И. Багряного «Сад Гефсиманский») на сей раз будто бы «нашел, что проведенными дополнительными следственными мероприятиями по делу Кореца материалов в достаточной мере по привлечению его в качестве обвиняемого не добыто». Дело было прекращено.

Научные руководители УФТИ могли праздновать победу. При поддержке Наркомтяжпрома и ЦК им удалось практически по всем пунктам добиться своего: Давидович на посту директора был заменен Лейпунским, Корец освобожден из тюрьмы и восстановлен на работе в институте. Противная сторона — Харьковские НКВД и Обком партии — вынуждена была временно капитулировать и оставить УФТИ в покое.

КРАТКОЕ ПОСЛЕСЛОВИЕ

Но... из Харькова в Воронежское НКВД отправилось сов. секретное сообщение:

«...В настоящее время мы приступили к ликвида-

ции всей контрреволюционной вредительской группы в УФТИ и материалами следствия, полученными нами, установлено, что Корец является одним из активных участников указанной контрреволюционной группы и ближайшим другом руководителя этой группы троцкиста профессора Ландау.

Корец нами намечен к аресту.

Просим срочно установить Кореца М.А., взять его до ареста в активное агентурное обслуживание и информировать нас о всех добытых там материалах».

Отсюда становится понятным дальнейший ход событий — «агентурное обслуживание» Ландау и Кореца в Москве и их арест.

НЕИЩЕРПАЕМЫЙ МИР ЗУБРА

(Снова о Н. В. Тимофееве-Ресовском)



В Обнинске. 70-е годы.

Н.В.Тимофеев-Ресовский блистательно сыграл свою неординарную роль на мировой исторической и научной сцене. В личном плане — роль трагическую. С некоторых пор, и особенно посмертно, он стал не просто знаменит, а очень популярен. «Природа» не избежала всеобщего увлечения Зубром. Справедливости ради можно подчеркнуть, что когда-то он сам писал для нашего журнала, помнил его с 20-х годов, а позднее на наших страницах о Тимофееве-Ресовском рассказывали его последователи и коллеги (см., напр.: «Природа», 1990, № 9). Последний очерк, принадлежащий перу его ученика Н.Н.Воронцова, опубликован в предыдущем номере.

Кому-то могло показаться, что на время можно подвести черту. Это заблуждение. Даже те, кто читал повесть Д.Гранина, смотрел фильмы Е.Саканян, к тому же знаком с мемуарами Тимофеева-Ресовского и сборником воспоминаний о нем, оценят в предлагаемых ниже очерках, принадлежащих немецким коллегам Николая Владимировича, неисчерпаемую возможность постоянно узнавать его по-новому.

Среди берлинских физиков

Р.Ромпе

Роберт Ромпе, крупный немецкий физик и биофизик, вместе с Николаем Владимировичем и Ф.Меглихом 50 лет назад принимал участие в разработке и исследовании механизмов распространения энергии в биологических средах. Он был близким другом семьи Тимофеевых-Ресовских и перед падением Берлина жил у них. Во время войны активно участвовал в подпольном движении сопротивления фашизму. После войны занимал крупные посты в правительственных органах ГДР, был действительным членом АН ГДР.

В 1970 г. Ромпе хотел что-то написать о Николае Владимировиче, но политическая ситуация и жизненные обстоятельства были достаточно сложными, и у него ничего не получилось. Подобное повторилось, когда режиссер Е.С.Саканян снимала его в фильме о Зубре «Герои и предатели». С тех пор прошло не очень много времени. Ученый совет Медицинского радиологического научного центра РАМН утвердил статус памятной медали имени профессора Н.В.Тимофеева-Ресовского и решением от 15 декабря 1992 г. за разработку принципиальных основ теории мишени и механизма распространения энергии в биологических средах наградила ею профессора Р.Ромпе, а также пригласил его выступить с мемориальной лекцией перед учеными Обнинска. В ответной телеграмме он поблагодарил за награду и обещал сообщить подробности письмом.

Да, письмо получено, но только от профессора Хельмута Абеля. В нем он пишет, что сообщение о награждении памятной медалью обрадовало Р.Ромпе и дало импульс для того, чтобы записать свои воспоминания о Тимофееве-Ресовском, которого он почитал, вряд ли как кого другого, и которым восхищался. Это его последняя работа. Он скончался 6 октября 1993 г.

В своих воспоминаниях Р.Ромпе почему-то не касается теории мишени, в разработке которой он принял активное участие на заключительном этапе. С моей точки зрения, она является не только классической проблемой физики и радиобиологии, но открывает пути также и в другие области знания. Кроме того, небезынтересен круг представленных Ромпе ученых, вошедших в историю разработки принципиальных положений молекулярной биологии, и среда, в которой они взаимодействовали.

© Н.Г.Горбушин,
кандидат технических наук
Обнинск

Говорят, что мировая слава Института в Бухе, точнее отдела генетики Общества им. кайзера Вильгельма, в период с 1935 по 1945 г. связана с деятельностью Тимофеева-Ресовского. Это, без сомнения, верно. Но зададимся вопросом: почему судьба распорядилась так, что это произошло именно в Бухе?

Тимофеев-Ресовский был приглашен Оскаром Фогтом

в Берлин в 1926 г. вместе с группой советских биологов и генетиков, чтобы ликвидировать отставание Германии в теоретической, или формальной, генетике от Советского Союза, Англии и Америки. Тимофеев и его коллеги получили возможность работать совместно с коллегами из Германии и других стран. Между тем старый спор дарвинистов и ламаркистов в Герма-

нии в тот период шел полным ходом и привел к осязаемому перевесу ламаркистов, хотя, безусловно, острота спора смягчалась авторитетом Фогта. Но и в Обществе кайзера Вильгельма были именитые ученые, которые «дрозофилую» генетику, выдвигаемую Тимофеевым-Ресовским на первый план, рассматривали лишь в качестве интересного курьеза.

Тимофеев был не только выдающимся специалистом в своей области, но и знатоком всей европейской науки и культуры, человеком чрезвычайно широких и глубоких познаний. Это находило выражение и в живой интерпретации отдельных результатов, и в том, как он улавливал взаимосвязи и целенаправленно предугадывал их значение. Себя самого он считал не столько генетиком, сколько эволюционистом.

Чтобы понять роль Тимофеева во взаимодействии биологии и физики, бросим короткий взгляд назад, в прошлое.

Берлин, конечно, может ставить себе в заслугу то, что совместная работа физиологов и физиков, связанная с именами Э.Дюбуа-Реймона и Г.Гельмгольца, в середине прошлого века была пионерной и способствовала развитию обеих наук в мировом масштабе. Нужно упомянуть различные исследования Дюбуа-Реймона на рыбах, несущих электрический заряд (электрических угрях, электрических скатах), которые тогда интересовали научный мир, а также прокладывающие новые пути труды Гельмгольца о распространенности основных физических законов на все естествознание. Чрезвычайно важную роль сыграли физико-физиологические исследования в области акустических и оптических восприятий, достаточно назвать хотя бы исследования Гельмгольца о цвете. Здесь же упомянем два других открытия — рентгеновских лучей и элементарного кванта. Открытия, совершенные В.Рентгеном и М.Планком, положили начало новым пересечениям физики и биологии в разных аспектах. Рентгеновское излучение открыло неведо-



Памятная доска, установленная в Берлин-Бухе.

мые горизонты не только практической медицине, оно приобрело чрезвычайное значение как инструмент для изучения зависимости «биологическая структура — функция», в частности генов и их мутируемости. Открытие Планка благодаря Эйнштейну привело к пониманию принципов элементарных процессов.

Далее мне приходится упомянуть работу Нильса Бора «Свет и жизнь», в которой он делает попытку связать жизнь с квантовой теорией и показывает значение дополненности, далеко выходящее за пределы физики. Позднее в знаменитых трудах П.Иордана и П.Дирака была разработана теория трансформации, где доказывалось, что дополненность (комплементарность) действительно является фундаментальной в мире зависимостью между процессами. Это, конечно, дало мощный толчок к дальнейшим размышлениям. М.Дельбрюк, в то время работавший в Копенгагене, привез эти идеи Бора в Берлин. У Лизы Мейтнер он встретился с ее одареннейшим учеником Н.Рилем, занимавшим ведущую пози-

цию в исследованиях Ауэровского общества, тесно связанных с общей проблематикой радиоактивности и, в частности, с биологическими лучевыми воздействиями. При посредстве Рила Дельбрюк познакомился с Тимофеевым-Ресовским, что привело к весьма плодотворному сотрудничеству и сильно повлияло на дальнейшую жизнь Дельбрюка в науке.

Ауэровское общество по инициативе Рила предоставило Тимофееву лабораторию в Бухе и персональное право распоряжаться средствами, что дало ему возможность существенно расширить свои исследования. К тому времени в Ауэровском обществе уже давно было угадано и признано огромное и широчайшее значение радиоактивности в связи с возможностью ее практического использования. Контакты с Ауэровским обществом оказались особенно плодотворными для Тимофеева. В то время как Общество им. кайзера Вильгельма гарантировало Тимофееву достаточные возможности кооперации в международных рамках, взаимодействие с Ауэром оказалось весьма ценным, в частности, для национальной кооперации. В

качестве сотрудника Ауэровского общества Тимофеев мог везде рассчитывать на высокую готовность других ученых сотрудничать с ним. Особое значение для Тимофеева имело прежде всего сотрудничество с Рилем и Дельбрюком, так как здесь стало возможным переплетение «дрозофилиной» генетики со значительно более широким спектром научных направлений.

Когда я в 30-е годы познакомился с работой отдела генетики и с Тимофеевым, там проводились эксперименты с нейтронами на генераторе нейтронов Ауэровского общества. Речь шла об исследованиях молекулярных механизмов, лежащих в основе лучевых воздействий. В это время среди приглашенных ученых-гостей, с которыми работал Тимофеев, был ряд физиков, в том числе Н.Риль, Ф.Меглих, П.Иордан и я. Мы регулярно, раз в неделю, бывали в Бухе, проводили дискуссии и совместно написали ряд работ¹. Наша группа пользовалась большой популярностью, так что Гейзенберг, приехавший в 1940 г. в Берлин и ставший во главе Института физики Общества им. кайзера Вильгельма в

Далеме, организовал там специальный семинар, в котором участвовали Риль, Меглих, Тимофеев, Иордан и я, а также ученики Гейзенберга и А.Бутенандта. Таким образом, постоянно, раз в месяц, физики и биологи устраивали очень интересные обсуждения, которые стимулировали творческие инициативы. Иордан тогда написал меморандум (памятную записку), где обосновал необходимость создания в Бухе крупного биофизического центра с широким междисциплинарным спектром.

В конце войны А.М.Ломанн и Тимофеев-Ресовский со своими группами образцовали ядро Института Общества кайзера Вильгельма в Берлин-Бухе. После войны, в июне 1945 г., русские доверили им возглавить Институт в Бухе. Тимофеев стал руководителем, а Ломанн — заместителем. На территории Буха русские поставили солдата-охранника, который должен был обеспечивать покой и порядок. Он настолько серьезно взялся выполнять свои обязанности, что запретил красноармейцам ездить по территории на велосипедах, говоря при этом, что здесь работает знаменитый ученый Тимофеев и ему нужна абсолютная тишина.

Несколько слов в заключение. Можно ли обвинять Тимофеева в том, что он, советский гражданин, оставался во время войны в Германии? Полнейшая отдача науке, тесные и плодотворные связи с крупными немецкими учеными, такими как Варбург, Гейзенберг, Иордан, Фридрих и др., а также предостережение в 1937 г. его русских учителей и друзей, писавших ему об опасности возвращения

на родину, конечно, в основном и определили его решение. Для нацистов то обстоятельство, что советский генетик международного уровня работает в Германии, было настолько важным в целях некоторой маскировки, что они его не трогали. Тимофеев же, напротив, использовал свое положение, в частности в Ауэровском обществе, чтобы помогать немалому числу людей, которые должны были скрываться. Это требовало от него и от его жены огромного мужества. Его старший сын за свое участие в Сопротивлении заплатил жизнью.

Последовавшие затем репрессии против Тимофеева-Ресовского в Советском Союзе, при всем нашем понимании существовавшего там недоверия к советским гражданам, находившимся в Германии и оставшимся живыми и здоровыми, нас глубоко взволновали. Лишь в 1965 г. после многочисленных безуспешных попыток, официальных и неофициальных, ученым нашей Академии удалось установить связь с Тимофеевым-Ресовским. Некоторые его нейтронные эксперименты на *Drosophila melanogaster*, оставшиеся в Бухе незаконченными во время войны, теперь могли быть продолжены и завершены вместе с ним. Контакты с Тимофеевым сохранялись вплоть до его кончины, но приглашения его в Берлин-Бух, к сожалению, постоянно отвергались советской стороной.

Реабилитация пришла к нему слишком поздно. Тем не менее всем, кто его знал, кто им восхищался и почитал его, она дает чувство радости за справедливое решение.

¹ См., напр: Jordan P. Die Stellung der Quantenphysik zu aktuellen Problemen der Biologie // Arch.ges.Virusforschung. 1939. Bd. 1. S.1; Moglich F., Rompe R. und Timofeeff-Ressovsky N.W. Bemerkungen zu physikalischen Modellvorstellungen über Energieausbreitungsmechanismen im Treffbereich bei strahlenbiologischen Vorgängen // Naturwiss. 1942. № 30. S.409; Riehl N., Rompe R., Timofeeff-Ressovsky N.W., Zimmer K.G. Über Energiewandlungsvorgänge und ihre Bedeutung für einige biologische Prozesse // Protoplasma. 1943. № 38. S.105.

В памяти немецкого физиолога

Г.-И. Аутрум

В начале 60-х годов я в составе небольшой группы студентов-биофизиков физфака МГУ провел два летних сезона в Миассове на биостанции, которой руководил Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский. Это было интереснейшее время. Мы бродили по горам, слушали забываемые лекции, участвовали в семинарах, пытались вести свои первые научные исследования. Я не стал генетиком, заинтересовавшись изучением слуховой системы животных (забавно, что большое место в моих работах занимают как раз вопросы адаптации), но с полной уверенностью называю Н.В.Тимофеева-Ресовского своим учителем. Его универсализм, умение привести сложное к простому, удивительное чувство здравого смысла, независимость перед авторитетами были и остаются для меня концентрированным выражением истинно научного подхода к природе.

В 1992 г., будучи в командировке в Германии, я познакомился с выдающимся физиологом, почетным доктором, профессором Мюнхенского университета Гансом-Иахимом Аутрумом. Этот общительный пожилой человек обладает глубокой эрудицией и удивительным обаянием. С огромным, я бы сказал юношеским удовольствием он демонстрировал мне свою богатую коллекцию африканской скульптуры. Когда разговор коснулся начального периода его научной карьеры, выяснилось, что профессор Аутрум в 30–40-е годы был хорошо знаком с Тимофеевым-Ресовским. Естественно, что это меня заинтересовало: ведь и мне судьба подарила радость встреч с этим удивительным человеком. Профессор Аутрум обещал прислать воспоминания о своем друге и, несмотря на занятость и слабое здоровье, выполнил обещание.

Заметки Аутрума кажутся мне интересными с нескольких точек зрения. Прежде всего это непредубежденный взгляд интеллигентного и добросовестного наблюдателя, позволяющий лишний раз убедиться в том, что и во время работы в Берлине Николай Владимирович оставался мерилом порядочности. Другой чрезвычайно примечательный аспект — это описание работы ученых в условиях тоталитарного режима. Как удивительно напоминает это наши шарашки и полувоенные НИИ! Как удивительно перекликаются слова Тимофеева о 75% обмана (речь идет об использовании военных заказов) с шутками, ходившими в нашем кругу! Приведу одну из них, хорошо известную многим: «Бионика — это наука, ставящая своей конечной целью получение от военно-промышленного комплекса субсидий для проведения фундаментальных исследований». Последние годы российская наука переживает трудное время, но, к счастью, теперь мы можем обходиться без этой, пусть внешне невинной, но все же лжи.

© Н.Г.Бибииков,
доктор биологических наук
Москва

С 1925 по 1931 г. я изучал физику, математику и зоологию в Университете Фридриха Вильгельма в Берлине. Наряду с другими выдающимися учеными там преподавали такие физики, как Макс Планк, Артур Венелт и Эрвин Шредингер, и такие математики, как Джон

фон Нейман и Исай Шур. Моим профессором зоологии был Рихард Гессе, который отличался удивительно универсальным взглядом на все области зоологии. Еще в последней декаде прошлого столетия, используя простой световой микроскоп, он обнаружил в

глазу у насекомых микро-реснички зрительных клеток. В Берлине также располагались институты Общества им. кайзера Вильгельма, которое в те годы выполняло примерно те же функции, что и Общество Макса Планка после войны. Макс Хартманн, Отто Варбург и

Макс Дельбрюк работали в берлинском Далеме, а Оскар Фогт — в Институте исследований мозга, входящем в то же Общество им. кайзера Вильгельма. Фогт был неврологом и получил профессорское звание в Берлине в 1913 г. В 20-е годы он находился в Москве, где вместе с другими учеными занимался изучением мозга Ленина. Именно он способствовал переводу Тимофеева из Москвы в Берлин.

Будучи молодым пост-докторантом, я посещал лекции и семинары Института кайзера Вильгельма и часто встречал Тимофеева-Ресовского в Берлин-Бухе. Скоро мы стали близкими друзьями. Он проводил семинары, посвященные почти исключительно генетическим вопросам. Запомнились долгие и плодотворные дискуссии с Максом Дельбрюком по поводу его теории, касающейся квантовой эффективности мутаций, и по многим другим проблемам генетики. Семинары его были в самом лучшем смысле мультидисциплинарными. Биологи, физики (такие, как Дельбрюк) и химики принимали активнейшее участие в совместных дискуссиях.

Страстная и в то же время тонко чувствующая душа Тимофеева, его честные, открытые, иногда даже преувеличенно простые манеры обеспечили ему особую популярность среди всех участников семинаров. Типичный анекдот о Тимофееве. На встрече в германском Зоологическом обществе в Ростоке он резко спорит с профессором Ремейном по проблемам эволюции, а в конце заседания подходит к нему, обнимает и говорит: «Как все-таки это прекрасно — спорить с вами!»

Число участников семинаров всегда было невелико, обсуждения затягивались до глубокой ночи, а иногда и до утра. При этом обычно выпивалось изрядное количество водки. И только около трех или четырех часов утра Тимофеев объявлял: «Пить водку — это прекрасно, но сейчас я бы предпочел чай».

Важнейшей особенностью Тимофеева была широта его познаний и взглядов. Помню, кто-то начал восхищаться Бахом и сказал, что на свете нет лучшей и более возвышенной музыки. Тимофеев на это заметил: «Нелепо превозносить либо Баха, либо джаз. Только того, кто способен оценить и Баха, и джаз, можно считать по-настоящему музыкальным».

Приход к власти Гитлера в 1933 г. сразу изменил нашу жизнь. Оскар Фогт был вынужден уйти с поста директора института. Четыре года спустя он основал на собственные деньги частный Институт исследования мозга и биологии в Нейштадте (в горах Шварцвальда). В том же году Дельбрюк эмигрировал в США. Тимофеев, однако, остался в Берлине и отказался вернуться в сталинский Советский Союз. Мы почти никогда не говорили о политике: это было слишком опасно. Могли подслушать, кому-то передать, и трудно было вообразить, как будут интерпретированы даже самые невинные замечания.

Одновременно с преподаванием в Зоологическом институте я стал с 1942 г. штатским сотрудником Медицинского института Военно-воздушных сил и работал под руководством Хубера Штрукюльда. Это спасло меня от воинской службы. Интересно, что все сотруд-

ники нашего маленького института были в оппозиции к Гитлеру и его бесчеловечной войне, хотя заказы мы получали непосредственно от Министерства ВВС 3-го рейха.

Мне предложили исследовать с помощью электрофизиологических методов адаптацию человеческого зрения к темноте и, кроме того, выяснить, не может ли витамин А усиливать эту адаптацию. Надо сказать, что в 1931—1940 гг. я занимался разработкой электрофизиологических методов для изучения слуха и вибрационной чувствительности у насекомых. Теперь же предстояла совсем другая работа. Мы использовали контактные линзы, смоченные в солевом растворе в качестве электродов, регистрирующих потенциалы действия наших глаз. В роли испытуемых выступали я и мои коллеги. Это было непросто. Со временем мы все больше уставали от того, что приходилось по нескольку раз проводить анестезию роговицы, прилаживать контактные линзы; затем нередко обнаруживалось, что наши самодельные усилители не работают или что электрическая изоляция недостаточно надежна. Тогда мне пришла в голову идея перенести опыты на мух, которыми кишели конюшни силезской деревни, где располагался институт. Кстати, именно в процессе этих опытов я впервые обнаружил, что во время полета мухи частота взмахов ее трепещущих крыльев неправдоподобно высока, до 300 взмахов в секунду. Программа по изучению глаза насекомых в последующем получила развитие, была признана интересной и фактически привела к долголетней моей работе

по электрофизиологии глаза насекомых. По общему мнению, эта работа не представляла военной ценности. Однако профессор Штрукхольд всячески поддерживал мои эксперименты (в частных беседах он оценивал гитлеровскую войну как проявление полного сумасшествия). Он добился для меня нового проекта, так что я прекратил работу с человеческим зрением.

По мере развития атомных исследований возрастал интерес к влиянию радиоактивного излучения на животных. И снова я стал проводить эксперименты на мухах (на этот раз дрозофилах). Мне сообщили, что радиоактивный фосфор я могу получить в Институте кайзера Вильгельма в Берлин-Бухе от Тимофеева-Ресовского. Я поехал в Берлин, где встретился со своим другом, и он, конечно, передал мне некоторое количество радиоактивного фосфора, произведенного на оборудовании, разработанном с помощью его друга и коллеги Ромпе (этот стойкий, хотя и умеренный коммунист после

1948 г. стал министром культуры ГДР).

Естественно, что я подробно рассказал Тимофееву о своих экспериментах на мухах, что интересовало меня гораздо больше, чем опыты на собственных глазах или те опыты, которые касались влияния радиоактивного фосфора на животных. Тимофеев прекрасно понимал, что военные заказы позволяют заниматься фундаментальными исследованиями, и после моего рассказа спросил: «Что ты собираешься делать: обманывать их на 50%, надувать на 75% или не надувать вовсе?» Сошлись на 75% надувательства. Ведь я в основном сосредоточился на своей программе исследований, только побочно занимаясь фосфором, что служило отличной ширмой. При содействии Тимофеева мне изготовили в мастерских счетчик Гейгера. Я храню его до сих пор как память.

Война заканчивалась, а Тимофеев оставался в Берлин-Бухе. Советские войска подходили все ближе, и мы советовали ему перейти

вместе с нами в западный сектор Германии. Он отказался, заявив, что ему будет легче договориться с русским солдатом, чем с американским майором. Он ошибся: Трофим Лысенко не только запретил в Советском Союзе классическую генетику, но и ссылал ее приверженцев в Сибирь. Такова была и судьба Тимофеева. После 1955 г. я пытался связаться с ним, но не получал ответа на письма. Я потерял в Тимофееве настоящего друга. Именно он, пусть не самым непосредственным образом, но очень существенно способствовал развитию моих исследований, связанных со зрительными клетками насекомых. Эту работу я продолжил после войны в Геттингенском университете.

Я не мог бы адекватно охарактеризовать достижения Тимофеева-Ресовского в области генетики. Это за пределами моей компетенции. Для меня он прежде всего остается примером человечности, истинного дружелюбия и порядочности.

Тематический указатель журнала «Природа» 1995 года

ФИЛОСОФИЯ И ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУКИ

А.Д.Сахаров о своем учителе. Сахаров А.Д.	7	4
Анти-Рынок в природе. Заварзин Г.А.	3	46
Борьба вокруг INTAS*	9	84
В дар от генерала Шанявского. Шноль С.Э.	9	56
В России создано Океанографическое общество. Берестов А.Л.	6	118
Веселые картинки	7	178
Воспоминания дочери. Тамм И.И.	7	162

ВОСПОМИНАНИЯ О ЕВГЕНИИ МИХАЙЛОВИЧЕ ЛИФШИЦЕ

Физика, «Курс», жизнь. Гинзбург В.Л.	11	87
Расцвет ЖЭТФа. Горобец-Лифшиц З.И.	11	95
Е.М.Лифшиц и П.Л.Капица. Рубинин П.Е.	11	99
Трудная, но счастливая жизнь. Зельдович Я.Б., Каганов М.И.	11	104

Восхождения и горные маршруты. Тамм И.Е.	7	81
«Вспоминаю далекое время...» Тамм И.Е.	7	80
Глазами физиков Арзамаса-16. Харитон Ю.Б., Адамский		

В.Б., Романов Ю.А., Смирнов Ю.Н.	7	86
---	---	----

ДЕНЬ ПОБЕДЫ И НАУКА

Беседа за «круглым столом». Волобуев П.В., Данин Д.С., Раушенбах Б.В., Бялко А.В., Гурштейн А.А., Скворцов А.К., Арутюнян И.Н., Успенская Н.В. (публикацию подготовили Успенская Н.В., Потапова Н.А.)	5	3
Динамика послевоенного мира. Бялко А.В.	5	18

Завершающий бой с философами. Рубинин П.Е.	7	124
И.Е.Тамм в дневниках и письмах к Наталии Васильевне.	7	134
«И.Е.Тамм произвел замечательную работу». Крылов А.Н. Как я стал овцеводом. Керкис Ю.Я.	7	103
	5	87

К 90-ЛЕТИЮ АЛЕКСАНДРА ИОСИФОВИЧА ШАЛЬНИКОВА

Экспериментатор Божьей милостью. Заварицкий Н.В.	4	77
Учитель. Боровик-Романов А.С.	4	88
Кафедра. Брандт Н.Б., Гайдуков Ю.П., Данилова Н.П.	4	92
Горячее участие в лечении холодом. Чирешкин Д.Г.	4	97
Плечом к плечу с Кентавром. Рубинин П.Е.	4	103

* Опубликовано в разделе «Новости науки».

ЛАУРЕАТЫ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ 1994 ГОДА

- По физике — Б.Брокгауз и К.Шалл. **Аксенов В.Л.** 1 106
 По физиологии и медицине — А.Гилман и М.Родбелл. **Островский М.А.** 1 109
 По химии — Дж.Ола. **Стэнг П., Зефиоров Н.С.** 1 113

- Л.Д.Ландау о Пьере Кюри (публикация **Рубинина П.Е.**) 3 90
 Листая записные книжки И.Е.Тамма 7 84
 Медаль Менделя — почетная награда генетику 12 29
 «Настоящий путь человека — творчество» (К 100-летию со дня рождения В.В.Шулейкина). **Шулейкина-Турпаева К.В.** 2 86

НАЧАЛО ДИАЛОГА (вступ. слово **Бялко А.В.**).

- «И наука, и Церковь служат ближнему, служат народу». **Алексий II**, Патриарх Московский и всея Руси 1 3
 Миф об антагонизме научного и религиозного мировоззрения. **Раушенбах Б.В.** 1 9

- «Не продается вдохновение, но...»* 6 119
 Он шел самостоятельными путями (К 150-летию со дня рождения Н.А.Гезехуса). **Захаров И.А.** 6 102
 О торжественной церемонии в Швеции. **Тамм И.Е.** 7 99

ОТ ВАВИЛОВА ДО НАШИХ ДНЕЙ

- Стратегически важный капитал. **Драгавцев В.А.** 12 59
 Академик Н.И.Вавилов. **Хоукс Дж.Г.** 12 63

- Партаппарат против Тамма. **Илизаров С.С.** 7 118
 Первый (Третий) Российский съезд медицинских генетиков. **Гинтер Е.К.** 4 73
 Про Борк, Папанина и время. **Гомазков О.А.** (вступ. слово Сузюмова Е.М.) 1 92
 Разноликий Тимофеев-Ресовский. **Воронцов Н.Н.** 10 90

РЕФОРМЫ НА ФОНЕ БЕЗДЕНЕЖЬЯ

- Что происходит с российской наукой? Интервью с **Г.В.Козловым** 11 3
 Финансирование науки в России и США в 1993—1995 гг. **Лисовская Т.Ю.** 11 13

- Родословная. **Вернский Л.И.** 7 6
 Светлячки памяти. **Вернский Л.И.** 7 180
 Судьба российского интеллигента. **Фейнберг Е.Л.** 7 12
 Телеинтервью для Си-Би-Эс. **Тамм И.Е.** 7 130
 Трагическая полоса. **Горелик Г.Е.** 7 110

ТРИДЦАТЬ ЛЕТ СПУСТЯ

- Из биографии Института теоретической физики. **Халатников И.М.** 1 71
 В жанре юбилейных заметок. **Федоров М.А.** 1 84
 «Если дети женятся, то не советуется с родителями...» Публикация **Рубинина П.Е.** 1 89

- Чему мы верим? Что мы знаем?* 11 63
 Школа Ландау. Что я о ней думаю... **Каганов М.И.** 3 76
 Энергетика науки. **Скулачев В.П., Гомазков О.А.** 10 62

ЭПИЗОДЫ «КОСМИЧЕСКОЙ ГОНКИ»

- Интервью с **Дж. Ван Алленом.** 2 107
 Послесловие историка. **Темный В.В.** 2 112

АСТРОНОМИЯ. АСТРОФИЗИКА. КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Анизотропия межзвездной среды, индуцируемой магнитным полем* 10 108
 Астероиды и метеориты — осмысление фактов. **Мороз Л.В.** 5 26
 Астронавты открыли, автоматическая станция подтвердила* 12 71

Бракованный винтик погубил метеоспутник*	5	93
Была ли Сверхновая?*	10	109
В поисках «скрытой» материи*	1	115
Два кольца вокруг сверхновой 1987 А в Большом Магеллановом Облаке*. Сурдин В.Г.	4	47
Загадка солнечных нейтрино пока не разгадана*	12	71
Загадки темной марсианской полосы*	4	112
Загадочные радиовсплески в атмосфере*	8	100
Запуски космических аппаратов в России: июль—декабрь 1994 г.* Никитин С.А.	8	96
Запуски космических аппаратов в Российской Федерации: январь—апрель 1995 г.* Никитин С.А.	12	70
Земля для Луны — прошлое, Луна для Земли — будущее. Николаева О.В.	10	13
Знакомство с Идой продолжается*	8	98
Из Америки в Россию за 30 секунд. Зайцев А.Л.	3	105
К нам летит еще одна великая комета*	11	61
Квazarы, прячущиеся в пыли*	5	93
Колебания нормальной звезды*. Сурдин В.Г.	5	95
Красные карлики преподносят сюрприз*	3	109
Крошечный астероид проскочил рядом с Землей*	10	108
Лазерная связь в космосе*	9	52
Лед на Луне?*	3	109
Лунные горные породы. Корина М.И.	3	66
«Магеллан» плывет к Венере. Базилевский А.Т., Аким Э.Л., Захаров А.И.	8	28
Магнитное поле Марса: борьба идей. Долгинов Ш.Ш., Жузгов Л.Н.	8	12
«Марсианский следопыт» собирается в путь*	10	107
Метеорит мог привести к трагедии*	1	116
Метеорит у ваших ног. Сурдин В.Г.	9	89
На краю Солнечной системы*	2	116
На тау Кита — как на Солнце*	3	108
Новый «глаз» во Вселенную*	9	53
Новый индекс солнечной активности*	10	108
Новый транснептунианский объект 1994 TG2*	5	94
О возрасте Вселенной*	11	59

Обнаружение межгалактических магнитных полей путем задержки γ -лучей*	9	52
Орбиты небесных тел и будущее Солнечной системы*	8	99
Откуда у Иды спутник?*	2	115
Первая карта Титана*	9	53
Планы «возвращения» к Меркурию*	1	115
Почему Уран холодный?*	11	61
«Привидения» в верхней атмосфере*	9	54
Проекты запуска космических аппаратов к Плутону*	4	110
Противоастероидная защита Земли. Алимов Р.В., Дмитриев Е.В.	6	94
Пульсары — новые открытия и проблемы. Бисноватый-Коган Г.С.	2	15
Разгадайте НЛО. Сурдин В.Г.	2	60
СЕРЕНДИП ищет братьев по разуму. Сурдин В.Г.	5	66
Тайна далеких комет*	9	77
Там скрывается планета?*	2	117
У астероида — своя «луна!»*	1	116
У Японии «на прицеле» Луна*	3	108
«Узкое место» Системы наблюдения Земли*	2	115
«Улисс» достиг цели*	4	111
Уточняется постоянная Хаббла. Кулакова Н.В.	10	77
Черная дыра в окружении мазеров*. Сурдин В.Г.	11	59
Юпитер «зализывает раны»*	5	96

ФИЗИКА. ТЕХНИКА

Бесщелевые кристаллы с примесями. Цидильковский И.М.	6	79
В поисках теории ядерных сил. Файнберг В.Я.	7	49
Вехи научного творчества. Киржниц Д.А.	7	24
Гигантское магнитосопротивление. Ведяев А.В., Грановский А.Б.	8	72
Двойной β -распад и его поиски. Барабаш А.С.	2	35
Женщина с грузом на голове* «Жесткость» органических полупроводников*	10	113
И.Е.Тамм о своих работах. Тамм И.Е.	7	27

Из переписки с П.А.М.Дираком	7	28	атомной энергии Российской Федерации В.Н.Михайловым	8	3
Искусственные шаровые молнии	12	50			
Люминесценция пористого кремния. Кашкаров П.К., Тимошенко В.Ю.	12	12	МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА		
Молекулярное рассеяние света и спектры Мандельштама—Бриллюэна. Фабелинский И.Л.	1	62	Живые машины. Хасслахер Б., Тилден М. (предисловие и перевод Введенского В.Л.)	4	32
Новая структура транзисторов на полимерах*	6	120	Искусственная сетчатка — быстрые универсальные процессоры обработки изображения*	8	100
Новости из ЦЕРНа*	10	112	Похожа ли «речь» молекул ДНК на компьютерные программы? Трубников Б.А., Гараев П.П.	1	21
Новый гирромагнитный эффект*	3	110			
Обобщенная картина решеток металлов*	9	55	ШИРОКИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ		
Открытие глюона отмечено престижной премией. Сорокина К.Л.	12	68	Логарифмически-нормальное распределение. Карасев Б.В.	11	41
Открыты 110-й и 111-й элементы*. Вдовин А.И.	9	77	О законе распределения конкурентов. Трубников Б.А.	11	48
Плутоний: разнообразие подходов и мнений. Кудрявцев Е.Г.	12	3	Распределение коэффициентов. Бялко А.В.	11	51
Последние годы. Киржниц Д.А.	7	69			
«Поющие электроны». Гинзбург В.Л.	7	105	ПОЧВОВЕДЕНИЕ. СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО		
Принцип автофазировки и история развития ускорителей. Агафонов А.В.	3	3	Бурая карпатская порода крупного рогатого скота. Глазко В.И., Тарасюк С.И., Столповский Ю.А.	4	59
Природа шаровой молнии. Степанов С.И.	6	107	Глобальные изменения климата и эволюция почвы. Добровольский Г.В., Куст Г.С.	8	63
Разрешение ниже «информационного предела»*	11	62	Непобедимая саранча*	1	119
Реактор-лазер: мечта или реальность? Яковленко С.И.	9	3	Ярославская порода крупного рогатого скота. Столповский Ю.А., Уханов С.В.	12	46
Спектроскопия квазаров и космология. Варшалович Д.А., Потехин А.Ю.	4	3			
Таммовские состояния под туннельным микроскопом. Волков Б.А.	7	45	ХИМИЯ		
У истоков теории взаимодействия элементарных частиц. Комар А.А.	7	42	В природе не встречается. Ахметов С.Ф., Ахметова Г.Л.	5	43
Удастся ли наблюдать кварк-глюонную плазму? *	4	113	Дубный и другие. Арутюнян И.Н.	2	118
«Что бы вы хотели спросить у академика Тамма?» Кадышевский В.Г.	7	55	Моделирование биологического окисления метана. Шилов А.Е., Штейнман А.А.	6	68
Ядерно-трековые детекторы продолжают служить науке. Жданов Г.Б., Перелыгин В.П.	11	36			
Ядерное сотрудничество с Ираном: взгляд с Ордынки. Интервью с министром по					

БИОЛОГИЯ

- Глубоководные осьминоги: тесные контакты странного рода. **Несис К.Н.** 11 64
 Голубь-«искусствовед»* 12 78
 Еще один колониальный паук*. **Михайлов К.Г.** 8 103
 Зачем паукам длинные хелицеры*. **Михайлов К.Г.** 8 62
 Как ориентируется на воде паук-охотник*. **Михайлов К.Г.** 4 115
 Комменсализм у рыб*. **Еловенко В.Н.** 8 103
 Оазисы жизни на гидротермальных излияниях рождаются и умирают быстро. **Несис К.Н.** 10 54
 Почему гибнут морские коттики?* 5 97
 Природа индивидуальности мозга человека. **Савельев С.В.** 9 16
 Про ядовитую лягушку* 5 98
 Пути экспансии морских рачков. **Виноградов Г.М.** 2 25
 Самые, самые, самые... **Кеабак Л.В.** 9 48
 Симбиоз клещей и муравьев*. **Михайлов К.Г.** 5 97
 Симбиоз муравьев и растений* 12 73
 Солнечные часы старения. **Анисимов В.Н.** 10 3
 У кашалотов существуют диалекты* 12 77
 Эволюция птичьих гнезд. **Иваницкий В.В.** 5 49

БОТАНИКА. ЗООЛОГИЯ.
МИКРОБИОЛОГИЯ

- Давняя ботаническая загадка решена* 10 117
 Древесный кенгуру бондегезу спускается на землю?* 8 104
 Жестоко обманутые бабочки* 12 78
 Зачем гремучей змее ее «погремушка»?* 3 118
 Лиственные наступают после пожаров* 3 119
 На поиски «чудовища» амазонских джунглей* 2 119
 Осьминоги обучаются «вприглядку»*. **Несис К.Н.** 6 67
 Потору Гилберта нашелся!* 9 79
 Различают ли дождевые черви семена растений?* **Викторов А.Г.** 10 115

- С потеплением растения поднимаются в горы* 8 105
 Самоубийство самца у пауков*. **Михайлов К.Г.** 12 73
 Таволга-гигант в Саяно-Шушенском заповеднике. **Ермоленко П.М.** 5 76
 Этот плод знали ацтеки* 2 119

МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ.
БИОХИМИЯ. БИОФИЗИКА

- Биологическая опасность продуктов ядерного деления. **Василенко И.Я.** 5 78
 ДНК-диагностика фенилкетонурии* 9 79
 Как лазер воздействует на ДНК* 8 101
 Клеточный рецептор — орудие самоубийства* 11 117
 Получение витамина В₁₂ в колбе* 10 114
 Синтетический аналог цитохрома Р450* 4 113
 Структура фермента ВИЧ* 12 74
 Фермент, работающий в экстремальных условиях* 12 75
 Эцци был европейцем* 11 122

ГЕНЕТИКА. МОЛЕКУЛЯРНАЯ
ГЕНЕТИКА. БИОТЕХНОЛОГИЯ

- Геном человека. **Баев А.А.** 4 65
 Молекулярно-генетическое исследование болезни Вильсона—Коновалова* 8 101
 Функциональная гаплодиплоидия у кофейных заболонников*. **Викторов А.Г.** 12 74

ФИЗИОЛОГИЯ. МЕДИЦИНА

- Антитела к вирусу СПИДа* 4 115
 Будет ли побежден полиомиелит?* 10 114
 В помощь врачу* 5 99
 Вакцина против газовой гангрены* 2 121
 Вакцина против язвы желудка и гастрита* 12 76
 Видеотерминалы — угроза здоровью? **Анисимов В.Н.** 2 78

Возрождение туберкулеза в Восточной Европе*	5	99	Беспризорные орангутаны*	9	80
Генетический фактор в развитии гипертонической болезни. Несветов А.М.	9	69	Биосферный заповедник в Подмосковье. Белянова Л.П.	6	50
Глаукома с нормальным давлением*	4	115	Бобры влияют на состав атмосферы?*	5	102
Дифтерия — международная угроза?*	11	116	Бородатая неясыть. Николаев В.И.	10	38
Есть такая наука — алкология. Немцов А.В.	11	20	Великая китайская стройка все же началась*	11	118
Идеи Пастера в борьбе с инфекциями. Жебрун А.Б.	10	82	Вновь открыт аквариум*	10	115
Как размножается возбудитель СПИДа*	11	116	Водоросли осаждают крепость*	12	32
Лечение паркинсонизма*	9	79	Восстановить редкие популяции промысловых рыб*	10	40
Лечение ревматоидного артрита*	1	118	Галичья Гора — Мекка натуралистов. Милюков Ф.Н., Бережной А.В.	12	34
Листая тезисы конференции	10	87	Донское Дивногорье. Милюков Ф.Н., Бережной А.В., Михню В.Б.	9	33
Механизм возникновения малярии*	2	121	Жестоко обманутые бабочки*	12	78
Осторожно: в желудке — бактерия!*	2	120	Заморозить для будущего*	2	121
Откажитесь от курения хотя бы раз в году! *	4	116	И да поможет нам кит!	11	117
Подтвердились наблюдения древних людей*	5	100	Кислотные дожди в Центральной России. Аблеева В.А., Литкенс Е.С.	3	94
Почему некоторые люди не растут?*	8	102	Космос становится чище, но не везде*	5	96
Предрасположенность к гепатиту В*	11	116	Кочевники сибирской тайги (этноэкологическая грань проблемы сохранения биоразнообразия). Рычков Ю.Г.	1	52
Причина ленинградской блокадной гипертензии*	12	76			
Пыль действует исподтишка*	5	101	КРУГОВОРОТ МЕТАНА В ЭКОСИСТЕМАХ		
Темперамент предопределяет склонность к болезням*	5	100	Микробный цикл метана в холодных условиях. Заварзин Г.А.	6	3
Ультрафиолет и лазер лечат воспаление легких*	5	99	Таежные болота — глобальный источник атмосферного метана? Паников Н.С.	6	14
			Мусорные залежи — «метановые бомбы» планеты. Ножевникова А.Н.	6	25
ХРОНИЧЕСКИЙ ГАСТРИТ И ЯЗВЕННАЯ БОЛЕЗНЬ — ИНФЕКЦИОННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ?			Бактериальный цикл метана в морских экосистемах. Гальченко В.Ф.	6	35
Немного истории и некоторые механизмы. Аруин Л.И.	3	22			
«Злокозненный бацилл». Жуховицкий В.Г.	3	30	Метеоокеанологический проект отменен*	3	117
Диагностика и лечение хеликобактериоза. Григорьев П.Я.	3	38	Мир островов. Симачев В.И., Боч М.С., Носков Г.А.	6	62
			Морских черепах — под защиту*	4	31
ЭКОЛОГИЯ. ОХРАНА ПРИРОДЫ			Московская ассамблея GLOBE International. Короткевич Г.В.	2	72
Австралийские серфрайдеры защищают океан*	10	40			
Баргузинский биосферный заповедник. Черникин Е.М.	8	45			

Неравномерность потребления углекислоты морскими и наземными системами*	9	81	Волга, великая и древняя. История одной гипотезы. Хаин В.Е.	12	52
О проблеме захоронения радиоактивных отходов в морях. Довгуша В.В., Тихонов М.Н. Осторожней с Антарктидой!* Очистка почвы от древесины* Пернатый рыболов. Ивановский В.В.	1	11	ГЕОЛОГИЯ НА ПОРОГЕ НОВОЙ НАУЧНОЙ РЕВОЛЮЦИИ? Парадигмы в геологии. Пущаровский Ю.М.	1	33
Под охраной — природа Земли Франца-Иосифа*. Степаницкий В.Б.	5	101	От тектоники плит к глобальной геодинамике. Хаин В.Е.	1	42
Подводная дельта Дуная — аккумулятор техногенного загрязнения*. Фесюнов О.Е.	9	42	Крупные сульфидные залежи в океане. Краснов С.Г.	2	3
Половина планеты еще не тронута человеком*	4	31	Нетектонические землетрясения Восточно-Европейской платформы. Никонов А.А.	10	26
Придонные скопления приповерхностных рачков в районе гибели АПЛ «Комсомолец». Виноградов М.Е.	10	117	Рейс в желоб Святой Анны. Иванов Г.И., Шевченко В.П., Нещеретов А.В.	10	56
Пыльца и загрязнение атмосферы*	12	79	Российско-итальянские геологические исследования в Южной Атлантике. Пейве А.А.	5	63
Растительность арктической тундры*	1	60	Самый «юный» из алмазов* Стекланный шарик верхнепермского возраста. Флоренский П.В., Глазовская Л.И.	8	106
Ржавеющий мавзолей* Рисовые поля и атмосферный метан*	3	117	152-й рейс «ДЖОЙДЕС Резолюшн». Басов И.А.	12	30
Смог окутал Юго-Восточную Азию*	9	32	ГЕОХИМИЯ. ГЕОФИЗИКА	3	110
Снижение численности земноводных — в чем причина?*	5	102	А была ли озонная дыра?*	2	117
Средиземноморская черепаха. Иноземцев А.А.	10	116	Горизонтальный разлом земной коры*	11	118
Срочно требуются медведи!* Судьба палестинского леопарда*	11	66	Кто загрязняет атмосферу серой?*	1	117
Ультрафиолетовая радиация и жизнь в Антарктике*	5	77	Международные проекты по изучению роли озона*	10	111
Части особого назначения — против морской звезды. Несис К.Н.	12	81	Над США озон в дефиците*	10	111
Черноморские дельфины в опасности. Ефимов А.Е.* Шторм и пингвины против аэродрома*	8	109	Самолет-разведчик переоборудован в самолет-лабораторию*	10	112
Экологический мониторинг в районе Ленской польны. Гуков А.Ю.	6	106	Серебристые облака продвинулись к югу*	4	113
Эксперимент «Биосфера-2» продолжается*	8	109	Электрофонные звуки. Ольховатов А.Ю.	5	68
	4	25	СЕЙСМОЛОГИЯ. ВУЛКАНОЛОГИЯ		
	1	119	Будущее Лос-Анджелеса под угрозой: «землетрясений было слишком мало»*	11	119
ГЕОЛОГИЯ. ГЕОТЕКТОНИКА			Вулкан «плюется» золотом*	11	120
Азиатско-индостанское столкновение плит: кто уступает?*	8	106	Вулкан-убийца подсказывает*	10	119

«Данте» не зря погружался в бездну*	5 105	Статистика природных бедствий*	9 83
«Данте» спасен из «ада»*	1 120	Торфяники и климат*	6 49
Землетрясение было неожиданным*	3 115		
Землетрясение в Нортридж — в центре внимания специалистов*	4 117	ОКЕАНОЛОГИЯ	
Землетрясения «не на месте»*	2 123	Акустические «термометры»*	9 82
К чему привело бы мощное землетрясение? *	5 104	В Тихом океане обнаружена необычная зеленая полоса*	8 107
Килауэа продолжает извергаться*	2 122	Внесение железа в океан не сдержит потепление*	8 107
Неизвестное землетрясение в Крыму. Никонов А.А.	8 88	Механизм межконтинентального обмена теплом и солями. Лаппо С.С.	2 100
Новое извержение Ключевского вулкана. Озеров А.Ю.	3 17	Отчего повышается уровень океана*	4 116
Озера Монун и Ниос снова угрожают*	5 104	Радиолярии и возраст железомарганцевых конкреций. Кругликова С.Б.	4 48
Рейнир — самый опасный вулкан Каскадных гор*	3 115	Секреты океанического дна*	3 113
Сейсмогенный разрыв или сейсмогенный слой? Григорьянц Б.В.	11 30	«Суперпарниковый эффект» над тропическими водами*	5 102
Сейсмологический мониторинг со спутника*	3 113	Теплеет ли Атлантика?*	1 120
Семеру подтверждает свою репутацию*	2 122	«Черных курильщиков» в действительности намного больше*	5 103

ГЕОГРАФИЯ. КЛИМАТОЛОГИЯ. МЕТЕОРОЛОГИЯ

Антарктида тоже теплеет*	11 121
Болота «управляют» оледенением?*	9 82
«Великая зеленая стена» оправдывает себя*	3 116
Дожди смещаются на север*	12 79
Жесткая засуха в Австралии*	5 107
Загрязнение атмосферы охлаждает Арктику?*	12 80
Истощается ли озоносфера?*	11 121
Курение как метеорологический фактор*	8 108
Ледовый покров Антарктиды исследуется из космоса*	11 120
Находки останков участников экспедиции Д.Франклина*	10 119
Озоносфера истощается и на севере, и на юге*	12 81
Растущий Байкал. Агафонов Б.П.	3 61
Сеть автоматических метеостанций в Антарктиде*	5 106
Совершенствуется прогноз ураганов*	2 123

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ. ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ. ПАЛЕОАНТРОПОЛОГИЯ

Баски — древнейшие жители Европы?*	3 123
Возраст Люси уточнен*	3 123
Глобальная катастрофа в конце мела: великий пожар и грандиозное цунами. Несис К.Н.	3 120
Древнейшее четвероногое Северной Америки*. Лебедев О.А.	8 108
Древнейший янтарь Британии*	2 124
Загадочный Котельнич. Очев В.Г.	2 53
«Заповедник» ископаемых следов*	5 107
И в древности атмосферу загрязняли*	8 110
Колумб не виноват*	3 122
Мир, которого не может быть. Журавлев А.Ю.	12 21
Младенец-неандерталец проясняет прошлое*	2 14
Найден «ходячий кит»*	3 121
Новые сведения об Эцци*	1 121

- Приливные эффекты углеводородных морей на Титане* 10 110
 Спрединг океанского дна и зубы ископаемых рыб* 4 118
 Стена музея стала его экспонатом* 3 119
 Хищники на заре жизни. Несис К.Н. 8 60

АРХЕОЛОГИЯ. ЭТНОГРАФИЯ

- «Амазонки» Среднего Дона. Гуляев В.И. 5 32
 В пещере звучала древняя флейта? 10 53
 Древнейший шнур* 9 83
 Древние проклятия* 11 122
 Месопотамский солдат нуждался в «горячительных средствах»* 10 120
 Мещера. Рябинин Е.А. 3 96
 Новгород, открытый археологами. Янин В.Л. 4 16
 Под мостовыми Красной площади. Кренке Н.А., Чернов С.З. 8 80
 Роль свиньи в оседлости человека* 4 119
 Российско-Ивуарийские палеолитические экспедиции в Западной Африке. Любин В.П., Беляева Е.В., Гэдэ Ф.Й. 10 41
 Рыболовство в пустыне* 5 108
 Снова про Эцти* 6 120
 Феномен алтайских мумий. Полосьмак Н.В. 11 71
 Эцти был европейцем* 11 122

РЕЦЕНЗИИ

- Археология для всех (на кн.: П.М.Долуханов. Природная среда и этническая история населения на Среднем Востоке в древности). Корневский С.Н. 9 85
 Можно ли нормировать загрязнения, или «Зачем советскому человеку слон?» (на кн.: Е.Л.Воробейчик, О.Ф.Садыков, М.Г.Фарафонов. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем). Багоцкий С.В. 6 121

- На пересечении этологии и этнографии (на кн.: М.Л.Бутовская, Л.А.Файнберг. У истоков человеческого общества. Поведенческие аспекты эволюции человека). Козинцев А.Г. 8 94
 На пути к устойчивому развитию (на кн.: Состояние мира в 1994 г. Сообщение Института наблюдений за миром о прогрессе на пути к устойчивому обществу). Миркин Б.М., Хазиахметов Р.М. 10 121
 Об искусстве необычных вычислений (на кн.: И.В.Андрианов, Л.И.Маневич. Асимптотология: идеи, методы, результаты). Шрейдер Ю.А. 2 125
 Фрагменты из жизни Г.А.Гамова (на кн.: Джордж Гамов. Моя мировая линия: неформальная автобиография). Киржниц Д.А. 1 122
 Эстонская «консорция» в науке о растительности (на кн.: Консорция Мазинга). Миркин Б.М. 11 123

- ЯДЕРНАЯ ЭПОПЕЯ ВО ВРЕМЯ И ПОСЛЕ ВТОРОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ (на кн.: Дэвид Холлоуэй. Сталин и бомба: Советский Союз и атомная энергия, 1939—1956). Вступ. слово Горелика Г.Е.
 Бомба коммунистов. Пайерлс Р.Э. 5 115
 За атомным занавесом. Бете Х.А. 5 112
 Мы станем лучше понимать друг друга. Харитон Ю.Б. 5 119

РЕЗОНАНС

- Бюрократический экоцид — национальное бедствие. Яснецкий Г.Н. 11 126
 Времена и нравы. Альперт Я.Л. 4 120
 «Крик беотийцев» — шутка или реальность? Серебряный А.И. 3 124
 М.А.Корец и Л.Д.Ландау в кольце харьковских спецслужб. Ранюк Ю.Н. 12 86
 Радоваться ли внедрению заморских технологий? Фадеев В.Г. 10 106

НОВЫЕ КНИГИ	11 125; 12 84	НЕИСЧЕРПАЕМЫЙ МИР ЗУБРА (Снова о Н.В.Тимофееве-Резовском)	
КОРОТКО	2 50; 3 65; 3 75; 4 30; 4 46; 5 109; 10 123; 12 82	Среди берлинских физиков. Ромпе Р. В памяти немецкого физиолога. Аутрум Г.-И.	12 94 12 97
ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ		Портрет антигероя. (Взлет и падение Тер-Оганезова.) Бронштэн В.А., Мак-Катчен Р.А.	6 124
Возрожденная по указанию свыше. Гурштейн А.А., Иванов К.В.	10 124	РЕКЛАМА, ОБЪЯВЛЕНИЯ	8 44
Воркутинские дни профессора Г.Л.Стадникова. Беляков Л.Н.	1 124	НЕКРОЛОГ	
Москва — Казань — Москва. Начало Отечественной войны. Фигуровский Н.А. (вступление и публикация Илизарова С.С.).	5 120	Памяти Александра Александровича Баева	1 91
		В КОНЦЕ НОМЕРА	
		Метеорит у ваших ног. Сурдин В.Г.	9 89

Авторский указатель журнала «Природа» 1995 года

Аблеева В.А. (см. Липанс ЕС.)	3 94	(см. Гайдукос Ю.П., Данилова Н.П.)	4 92	Гурштейн А.А. (см. Иванов К.В.)	10 124
Агафонов А.В.	3 3	Бронштэн В.А.		Гэдэ Ф.Й. (см. Любин В.П., Беляева Е.В.)	10 41
Агафонов Б.П.	3 61	(см. Мак-Катчен Р.А.)	6 124		
Адамский В.Б. (см. Харитон Ю.Б., Романов Ю.А., Смирнов Ю.Н.)	7 86	Бялко А.В.	1 3 5 18 11 51		
Аким Э.Л. (см. Базилевский А.Т., Захаров А.И.)	8 28	Ван Аллен Дж.	2 107	Данилова Н.П. (см. Брандт Н.Б., Гайдукос Ю.П.)	4 92
Аксенов В.Л.	1 106	Варшалавич Д.А. (см. Потехин А.Ю.)	4 3	Дирак П.А.М. (см. Тамм И.Е.)	7 28
Алексий II, Патри- арх Московский и всёя Руси	1 3	Василенко И.Я.	5 78	Дмитриев Е.В. (см. Алимов Р.В.)	6 94
Алимов Р.В. (см. Дмитриев Е.В.)	6 94	Введенский В.Л.	4 32	Добровольский Г.В. (см. Куст Г.С.)	8 63
Альперт Я.Л.	4 120	Вдовин А.И.	9 77	Довгуша В.В. (см. Тихонов М.Н.)	1 11
Анисимов В.Н.	2 78 10 3	Ведяев А.В. (см. Грановский А.Б.)	8 72	Долгинов Ш.Ш. (см. Жузгов Л.Н.)	8 12
Аруин Л.И.	3 22	Вернский Л.И.	7 6 7 180	Драгавцев В.А.	12 59
Арутюнян И.Н.	2 118	Викторов А.Г.	10 115 12 74		
Аутрум Г.-И.	12 97	Виноградов Г.М.	2 25	Еловенко В.Н.	8 103
Ахметов С.Ф. (см. Ахметова Г.Л.)	5 43	Виноградов М.Е.	1 60	Ермоленко П.М.	5 76
Ахметова Г.Л. (см. Ахметов С.Ф.)	5 43	Волков Б.А.	7 45		
		Воронцов Н.Н.	10 90		
		Гайдукос Ю.П. (см. Брандт Н.Б., Данилова Н.П.)	4 92	Жданов Г.Б. (см. Перельгин В.П.)	11 36
Багоцкий С.В.	6 121	Гальченко В.Ф.	6 35	Жебрун А.Б.	10 82
Баев А.А.	4 64	Гаряев П.П. (см. Трубников Б.А.)	1 21	Жузгов Л.Н. (см. Долгинов Ш.Ш.)	8 12
Базилевский А.Т. (см. Аким Э.Л., За- харов А.И.)	8 28	Гинзбург В.Л.	7 105 11 87	Журавлев А.Ю.	12 21
Барабаш А.С.	2 35	Гинтер Е.К.	4 73	Жуховицкий В.Г.	3 30
Басов И.А.	3 110	Глазко В.И. (см. Тарасюк С.И., Столповский Ю.А.)	4 59	Заварзин Г.А.	3 46 6 3
Беляева Е.В. (см. Любин В.П., Гэдэ Ф.Й.)	10 41	Глазовская Л.И. (см. Флоренский П.В.)	12 30	Заварицкий Н.В.	4 77
Беляков Л.Н.	1 124	Гомазков О.А.	1 92	Зайцев А.Л.	3 105
Белянова Л.П.	6 50	Гомазков О.А. (см. Скулачев В.П.)	10 62	Захаров А.И. (см. Базилевский А.Т., Аким Э.Л.)	8 28
Бережной А.В. (см. Мильков Ф.Н.)	12 34	Горелик Г.Е.	5 111 7 110	Захаров И.А.	6 102
Бережной А.В. (см. Мильков Ф.Н., Мирош В.Б.)	9 33	Горобец-Лифшиц З.И.	11 95	Зельдович Я.Б. (см. Каганов М.И.)	11 104
Берестов А.Л.	6 118	Грановский А.Б. (см. Ведяев А.В.)	8 72	Зефиоров Н.С. (см. Стэнг П.)	1 113
Бете Х.А.	5 112	Григорьев П.Я.	3 38	Иваницкий В.В.	5 49
Бисноватый-Коган Г.С.	2 15	Григорьянц Б.В.	11 30	Иванов Г.И. (см. Шевченко В.П., Нещеретов А.В.)	10 56
Боровик-Романов А.С.	4 86	Гуков А.Ю.	4 25	Иванов К.В.	
Боч М.С. (см. Симачев В.И., Носков Г.А.)	6 62	Гуляев В.И.	5 32		
Брандт Н.Б.					

Тилден М. (см. Хасслахер Б.)	4 32	Фигуровский Н.А.	5 120	Черников Е.М.	8 45
Тимошенко В.Ю. (см. Кашкаров П.К.)	12 12	Флоренский П.В. (см. Глазовская Л.И.)	12 30	Чернов С.З. (см. Кренке Н.А.)	8 80
Тихонов М.Н. (см. Довгуша В.В.)	1 11			Чирешкин Д.Г.	4 97
Трубников Б.А.	11 48				
Трубников Б.А. (см. Гаряев П.П.)	1 21				
		Хазиахметов Р.М. (см. Миркин Б.М.)	10 121	Шевченко В.П. (см. Иванов Г.И., Нещеретов А.В.)	10 56
		Хаин В.Е.	1 42	Шилов А.Е. (см. Штейнман А.А.)	6 68
			12 52	Шноль С.Э.	9 56
Уханов С.В. (см. Столповский Ю.А.)	12 46	Халатников И.М.	1 71	Шрейдер Ю.А.	2 125
		Харитон Ю.Б.	5 119	Штейнман А.А. (см. Шилов А.Е.)	6 68
		Харитон Ю.Б. (см. Адамский В.Б., Романов Ю.А., Смирнов Ю.Н.)	7 86	Шулейкина-Турпаева К.В.	2 86
		Хасслахер Б. (см. Тилден М.)	4 32		
Фабелинский И.Л.	1 62	Хоукс Дж.Г.	12 63		
Фадеев В.Г.	10 106			Яковленко С.И.	9 3
Файнберг В.Я.	7 49			Янин В.Л.	4 16
Федоров М.А.	1 84			Яснецкий Г.Н.	11 126
Фейнберг Е.Л.	7 12	Цидильковский И.М.	6 79		
Фесюнов О.Е.	10 117				

Над номером работали

Ответственный секретарь
Л.П.БЕЛЯНОВА

Научные редакторы
И.Н.АРУТЮНЯН
О.О.АСТАХОВА
Н. Ф. БОДЕНЦОВА
М.Ю.ЗУБРЕВА
Г.В.КОРОТКЕВИЧ
Т.Ю.ЛИСОВСКАЯ
Л. А. ПАРШИНА
М.С. ПОКРОВСКАЯ
К.Л.СОРОКИНА
Н.В.УЛЬЯНОВА
Н.В.УСПЕНСКАЯ
О.И.ШУТОВА

Литературный редактор
М.Я.ФИЛЬШТЕЙН

Художественные редакторы
Л.М.БОЯРСКАЯ, Э.Р.БОЯРСКАЯ

Заведующая редакцией
И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА

Младший редактор
Е.Е.БУШУЕВА

Компьютерный набор
А.Г.ЕВСТИГНЕЕВ

Корректоры
Т.Н.МОРОЗОВА
Р.С.ШАЙМАРДАНОВА

В художественном оформлении
номера принимали участие
Л. В. БОГАЧЕВ
В.С.КРЫЛОВА

Издательство «Наука» РАН

Адрес редакции:
117810, Москва, ГСП-1
Мароновский пер., 26
Тел.: 238-24-56, 238-23-33
Факс: (095) 238-24-56

Подписано в печать 15.12.95
Формат 70×100 1/16
Бумага типографская № 2
Офсетная печать
Усл. печ. л. 9,03
Усл. кр.-отт. 137,7 тыс.
Уч.-изд. л. 13,9
Тираж 5692 экз.
Заказ 1523

Ордена Трудового Красного
Знамени Чеховский
полиграфический комбинат
Комитета Российской
Федерации по печати
142300, г. Чехов
Московской области
Тел. (272) 71-336
Факс (272) 62-536



— Объединенные Нации выработали некую идею: человечество уже достаточно зрело, чтобы приступить к созданию так называемого общества устойчивого развития — sustainable development. Фактически речь идет прежде всего о том, что нужно остановить демографический взрыв и улучшить качество окружающей среды.

— Мне кажется, есть целая пирамида проблем, которые вкладываются в понятие «sustainable development».

— Этот термин нужно воспринимать просто как некий лозунг.

— На самом деле идет экзамен для Homo sapiens: «сапиенс» он или «недосапиенс».

В ПОИСКАХ ГЛОБАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ ВЫЖИВАНИЯ (Встреча за круглым столом в Совете Федерации). Среди участников: Г. А. Заварзин, И. И. Кузьмин, Н. Н. Моисеев, В. И. Переведенцев, В. Н. Расторгуев, Г. А. Ягодин.



1402

1421

Индекс 70707

1424

1407

1420

1423

1401

1408

1419

1426

1400

1409

1418

1427

1399

1410

1417

1428

1411

1416

1429

сер. 0032 - 874, Тиражета, 1955 №12, 112