

# ПРИРОДА

11 07



**В НОМЕРЕ:****3** **Фащук Д.Я.****Вокруг «Коровьего брода»**

Экологические последствия событий 2003 г. в Керченском проливе, когда в результате сооружения дамбы расстояние между о.Тузла и кубанским берегом сократилось с 4 км до 300 м, только начинают проявляться.

**Лекторий****13** **Куркин М.И., Бакулина Н.Б.****О магнитоэлектричестве, которое не описывается уравнениями Максвелла**

Классическая электродинамика хорошо описывает электромагнитные явления, связанные с орбитальным магнетизмом. Квантовые объекты обладают еще спиновым магнетизмом. Есть надежда, что он также найдет применение в технике.

**22** **Виноградов В.И.****Изотопные показатели геохимических изменений осадочных пород**

Осадочные породы остаются активными в геохимическом отношении на протяжении всего времени своего существования. Трансформация их вещества четко отражается в изотопном составе некоторых химических элементов.

**29** **Гиляров А.М.****От ниш к нейтральности в биологическом сообществе**

Долгое время считалось, что виды, живущие в одном сообществе, должны занимать разные экологические ниши. Сегодня появление новых эмпирических данных заставляет усомниться в этой догме и прийти к прямо противоположному выводу.

**38** **Еремин В.В.****Международная химическая олимпиада в Москве****44** **Захаров И.А., Каштанов С.Н., Каштанова С.В.****Спасение тувинской овчарки**

Эти аборигенные собаки привлекательны не только своим внешним видом. Чуткие сторожа и хорошие охранники, они общительны с хозяевами, но недоверчивы к окружающим, быстро приспосабливаются к любым условиям. Однако в Туве их сегодня почти не осталось.

**Научные сообщения****49** **Бурлаков Ю.К.****Юрибейский мамонтенок****Резонанс****52** **Шкроб А.М.****Статья о статьях****Наследие****63** **ЩЕДРАЯ И ОБАЯТЕЛЬНАЯ НАТУРА Н.И.ВАВИЛОВА**

К 120-летию со дня рождения

**Памяти друга. Неизвестные тексты Н.И.Вавилова (64)****Черновик письма в Совнарком от 18 января 1929 г. (67)****Выступление и заключительное слово Н.И.Вавилова на траурном заседании, посвященном памяти Г.С.Зайцева (68)****Вишнякова М.А.****«Святая святых души» (75)****Уфимцев Г.Ф.****Давняя весть из Ла-Паса (83)****84****Новости науки**

Вдали от звезд нет планет-гигантов (84). Галактический долгожитель (84). Нано в Германии (85). Вольтамперная характеристика и модуль Юнга нанотрубок (85). По запаху ящерицы узнают друг о друге все. Семенов Д.В. (86). Инсулин в мозге. Белянова Л.П. (87). Дрейф плавающих льдов на северо-западе Тихого океана (87). К 100-летию экспедиций принца Альбера I Монакского (88). Коротко (21, 48, 62)

**Рецензии****89** **Островский А.Н.****Полевой дневник эпохи****91****Новые книги****В конце номера****93** **Федин К.А.****Свидетельства очевидца**

## CONTENTS:

### 3 **Fashchuk D.Ya.** **Around «Ox Ford»**

*Ecological consequences of 2003 events in Kerch Strait, when as result of causeway building the distance between island Tuzla and Cuban coast decreased from 4 km to 300 m only now begin to clear up.*

### 13 **Kurkin M.I., Bakulina N.B.** **On Magnetoelectricity that Is Not Described by Maxwell Equations**

*Classical electrodynamics gives adequate description of electromagnetic phenomena related to orbital magnetism. Quantum objects possess also a spin magnetism. There is a hope that it too will find technical applications.*

### 22 **Vinogradov V.I.** **Isotopic Indexes of Geochemical Changes of Sedimentary Rocks**

*Sedimentary rocks retain geochemical activity during all the time of their existence. Transformation of their matter is clearly reflected in isotopic composition of some chemical elements.*

### 29 **Ghilyarov A.M.** **From Niches to Neutrality in Biological Community**

*For a long time it has been assumed that biological species living in the same community must occupy different ecological niches. Now the appearance of new empirical data compels to doubt this dogma and arrive at just the opposite conclusion.*

### 38 **Eremin V.V.** **International Chemical Olympiad in Moscow**

### 44 **Zakharov I.A., Kashtanov S.N., Kashtanova S.V.** **Rescue of Tuvinian Shepherd Dog**

*These aboriginal dogs are attractive not only because of their appearance. Keen-nosed sentries and reliable security guards, they are amiable with their masters, but distrustful of aliens, are quick to accommodate to any conditions. But almost none of them remain in today Tuva.*

## Scientific Communications

### 49 **Burlakov Yu.K.** **Yuribey Baby Mammoth**

## Resonance

### 52 **Shkrob A.M.** **An Article on Articles**

## Heritage

### 63 **GENEROUS AND ENCHANTING CHARACTER OF N. I. VAVILOV**

To 120th Anniversary of the Scientist

**In Memory of a Friend. Unknown Texts of N.I.Vavilov (64)**

**A Draft of a Letter to Sovnarkom Dated 18 January 1929 (67)**

**Address and Concluding Remarks by N.I.Vavilov at Mourning Meeting Devoted to Memory of G.S.Zaitsev (68)**

**Veshnyakova M.A.**  
**«The Inner Sanctum of Soul» (75)**

**Ufimtzev G.F.**  
**An Ancient Message from La Paz (83)**

### 84 **Science News**

There Are No Giant Planets far off the Stars (84). Galactic Long-liver (84). Nanotechnologies in Germany (85). Voltage-Current Curve and Junge Module of Nanotubes (85). Lizards Acknowledge Everything about Each Other by Smell. **Semenov D.V.** (86). Insulin in Brain. **Belyanova L.P.** (87). Drift of Floe at North-Western Pacific (87). To Centenary of Expeditions of Albert I, Prince of Monaco (88). In Brief (21, 48, 62)

## Book Reviews

### 89 **Ostrovskij A.N.** **Field Diary of an Epoch**

### 91 **New Books**

## In the End of the Issue

### 93 **Fedin K.A.** **Testimony of Eyewitness**

# Вокруг «Коровьего брода»

*И вечно среди смертных славной памятью  
Об этой переправе будет жить — Боспор —  
«Коровий брод».*

Эсхил

Д.Я.Фащук

В этих строках эпиграфа речь идет о двух древних названиях пролива между Азовским и Черным морями (всего же их 200). Современникам Боспор Киммерийский известен как Керченский пролив, и это важнейшая транспортная артерия и рыбопромысловый район Азово-Черноморского бассейна.

Сегодня длина Керченского пролива составляет 43 км по прямой и 48 км по фарватеру. Максимальная ширина — 42 км, минимальная — 3,7 км. Максимальная глубина при входе в пролив из Азовского моря — 10,5 м, при выходе из него — 18 м. На большей части акватории пролива, за исключением фарватера, глубины не превышают 5,5 м. Общая площадь пролива — 805 км<sup>2</sup>, а объем вод — 4,56 км<sup>3</sup>. Это почти в 20 и в три раза соответственно превышает аналогичные параметры пролива Босфор. И проблемы у этого природного объекта крупные.

Когда к концу 1970-х годов в Азовское море перестало поступать 9—12 км<sup>3</sup>/год речной воды и отношение притока черноморских вод через Керченский пролив к их стоку из Азовского возросло с 0,68 до 0,85, соленость последнего увеличилась с 10,5 до 12,4‰. Нарушился баланс биогенных веществ, ухудшился кислородный режим, резко снизился уровень биологической продуктивности водоема.

В ту пору появились и широко обсуждались в печати проекты по оптимизации гидрологи-



**Дмитрий Яковлевич Фащук**, доктор географических наук, ведущий научный сотрудник Института географии РАН. Занимается проблемами географо-экологического моделирования морских экосистем. Постоянный автор журнала «Природа».

ческого режима Азовского моря. Комплекс водохозяйственных мероприятий, кроме переброски речного стока из других бассейнов, включал план строительства в Керченском проливе (к 1990 г.) регулирующего сооружения — плотины для искусственного ограничения поступления в море соленой черноморской воды, понижения и в дальнейшем поддержания его солености на оптимальном уровне. Однако этот грандиозный план не был утвержден.

Несколько лет назад события в Керченском проливе вновь привлекли всеобщее внимание. В октябре—ноябре 2003 г. со стороны российского берега началось строительство дамбы для соединения о.Тузла, расположенного в центре пролива, с кубанским берегом России. В геополитическом плане владение этим островом, располагающимся между Керченским и Таманским полуостровами, позволяет Украине контролировать не только движение судов по Керченскому проливу, но и ре-

сурсы (рыбные, минеральные), сосредоточенные в южной части Азовского моря. До 2003 г., например, Украина ежегодно получала за проход российских судов по 15—20 млн долл. США (по украинским источникам — до 900 млн долл.) [1]. Кроме того, в юго-восточной части Азовского моря рядом с северным устьем Керченского пролива вдоль его азовского побережья обнаружено более 100 мелких и семь относительно крупных морских нефтегазовых месторождений, три из которых (газовых) уже разрабатываются украинской стороной.

Что касается вопроса владения Тузлой, то, как известно, в 1954 г. континентальная часть Крымской обл. была передана в административное подчинение Украинской ССР, а в 70-х морская граница между Краснодарским краем и Крымом прошла по Керченскому проливу, и часть о.Тузла была отнесена к этой области. После распада СССР Украина в одностороннем порядке объявила эту границу



Керченский пролив.  
Свои современные очертания  
он приобрел 4—3 тыс. лет назад.



Косы Аршинцевская (слева),  
Чушка (вверху) и Тузла (в центре),  
ставшая с 1925 г. островом. Внизу —  
скопление судов на перевалочном  
рейде у входа в пролив.  
Снимки сделаны с борта  
Международной космической  
станции в 2005 г.

государственной, но российская сторона этого факта не признала. Договор об украинско-российской государственной границе, подписанный 28 января 2003 г., тоже не разрешил спор о границе в Керченском проливе.

Аргументами упомянутого строительства дамбы со стороны России стали предотвращение размыва берега, предупреждение и ликвидация затоплений, участившихся в последние годы на девятикилометровом участке берега Таманского п-ова, а так-

же ликвидация угрозы затопления археологических памятников и жилых строений Темрюкского и других прибрежных районов Краснодарского края.

В ответ Украина начала углублять земснарядом со своей стороны оставшийся проход

между островом и российской дамбой, сбрасывая к российским берегам ежедневно по 2500 м<sup>3</sup> морского грунта. В настоящее время строительство дамбы остановлено, но ширина прорана между о. Тузла и кубанским берегом сократилась с почти 4 км до 300 м.

Трудно предвидеть все последствия такого вмешательства в природу пролива. Тем не менее, обладая географо-экологической методикой, созданной в Институте географии РАН, некоторые предварительные выводы все же можно сделать [1—2]. Но сначала заглянем в геологическую историю Керченского пролива.

## В глубь веков

Предком Керченского пролива был обширный Еникальский пролив, сформировавшийся 65 млн лет назад. Он заполнял тектоническую депрессию, охватывавшую весь современный Керченско-Таманский регион. Но 7 млн лет назад в процессе складкообразования и поднятия суши он стал значительно уже и занимал уже только Таманский п-ов, где через 5 млн лет возник островной архипелаг, а сам пролив прекратил свое существование, разделившись на несколько более мелких. Одним из них и был Керченский пролив, только 1—2 млн лет назад окончательно обособившийся от других, заполнявшихся водами пра-Кубани, и принявший на себя сток вод Азовского моря.

В течение четвертичного периода (последние 1.8 млн лет) уровень Черного моря периодически колебался в пределах 20—100 м [3], и физико-географические условия в районе Керченского пролива существенно изменялись. Так, в период со 130 до 80 тыс. лет. назад в *Карангатском* бассейне, просуществовавшем 50 тыс. лет, уровень превышал современный на 6—8 м. Через Босфор в водоем по-

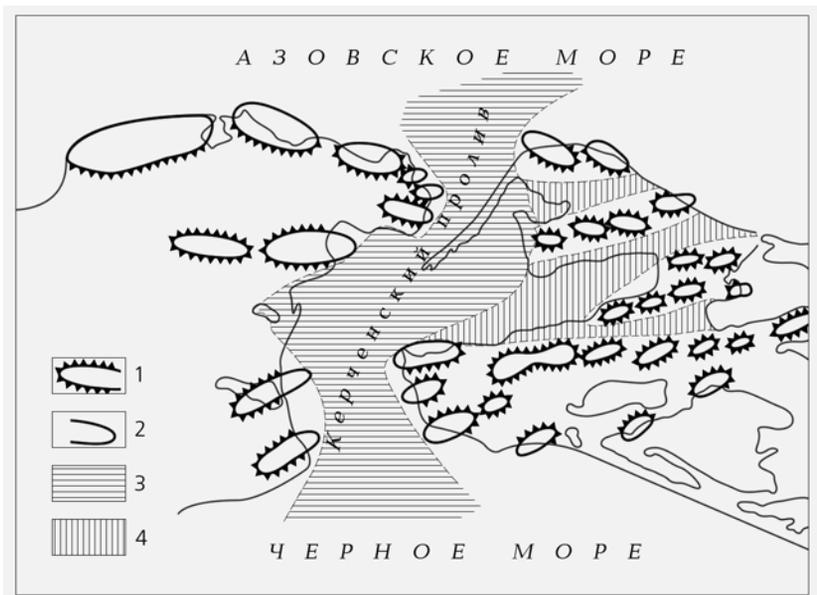
ступали огромные массы теплой, соленой средиземноморской воды, распространявшиеся вверх по долинам рек на десятки километров. В результате Азовское море превратилось в залив *Карангатского* бассейна, а Манычская впадина стала широким, длинным (>200 км) эстуарием, периодически превращавшимся в пролив между Черным и Каспийским морями.

На конечной стадии истории этого бассейна (35—25 тыс. лет назад) уровень водоема опустился на 20 м ниже современного. Его связь со Средиземным морем значительно ухудшилась, но сохранилась с Каспием. В конце же позднего плейстоцена (18 тыс. лет назад) Черное море полностью отделилось.

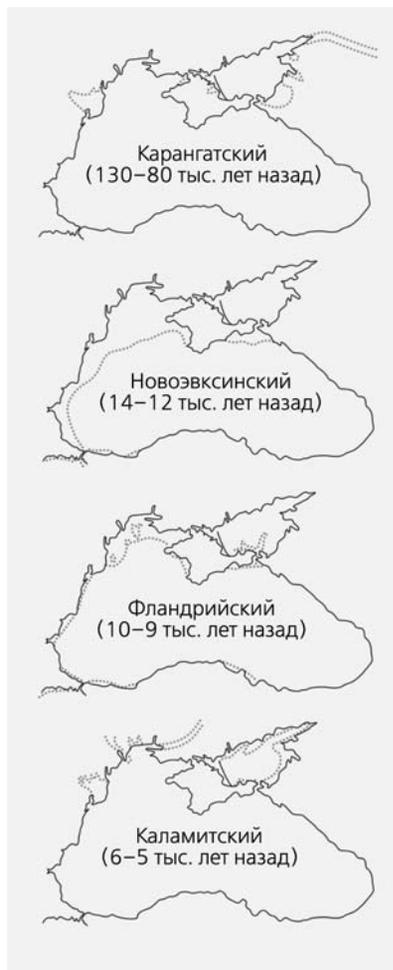
На следующем, *Новоэвксинском*, этапе, обусловленном вюрмско-валдайским оледенением, уровень понизился до отметок минус 90—110 м абс. Древние береговые линии возрастом 18—17 тыс. лет назад у южного берега Крыма обнаруживаются на глубинах 80—100 м. В период максимального падения уровня (14—12 тыс. лет

назад) Азовское море обсыхало. Его дно представляло собой низменную прибрежную равнину, пересекаемую долиной Дона. Устье же самой реки располагалось на 50 км южнее Керченского пролива. Самого пролива в этот период не существовало. Через долину, располагавшуюся на его месте, сбрасывались пресные воды древнего Дона в *Новоэвксинский* водоем.

Заключительный *Фландрийский* этап эволюции Черного моря состоялся в период *голоценовой* трансгрессии, вызванной «прорывом» через Босфор средиземноморских вод. После этого уровень водоема стал подниматься и 9—8 тыс. лет назад в образовавшемся *Бугазско-Витязевском* море береговая линия достигла современных изобат 30—35 м. Керченский пролив представлял собой его мелкий залив. Далее, по мере поступления соленой воды, сформировался двухслойный сероводородсодержащий *Каламитский* водоем (6—5 тыс. лет назад) с соленостью в открытой части акватории 19‰, в приустьевых районах и лагунах (Кер-



Керченско-Таманская область в начале чадинского века (3—2 млн лет назад). 1 — возвышенности; 2 — участки, размытые морем в послечаудинское время; 3 — Керченский пролив; 4 — вероятное положение других проливов архипелага, осушившихся в послечаудинское время.



Контуры древних черноморских бассейнов (пунктир). Сплошная линия — современные контуры Черного и Азовского морей.

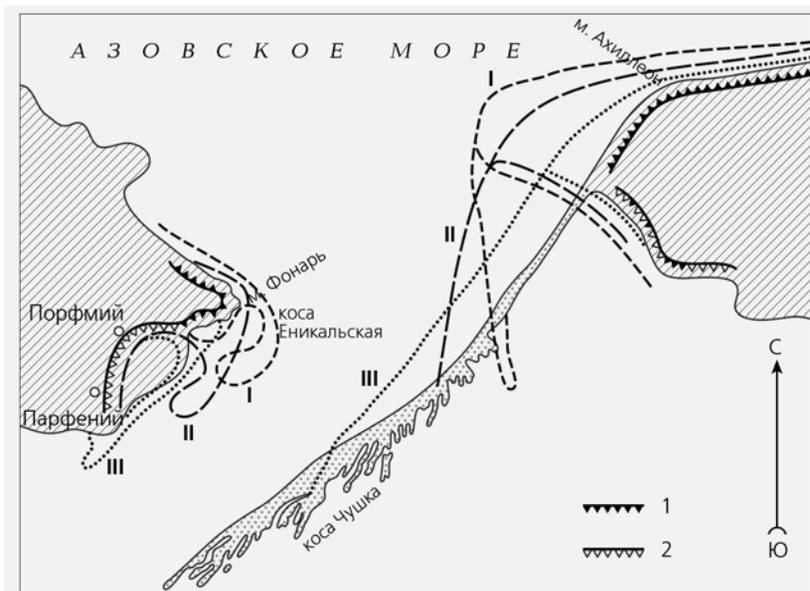
ченский пролив, Азовское море) 7–12‰ и до 20–22‰ в придонных участках глубоководной котловины. В позднем голоцене (4–3 тыс. лет назад) уровень нового *Джеметинского* моря и экологические условия в *Новочерноморском* бассейне стали близкими к современным, а Керченский пролив приобрел свои современные очертания.

В позднеледниковый период (4 тыс. лет назад) под влиянием короткопериодных (200–300 лет) колебаний уровня Черного моря в проливе активизировались процессы абразии прилегающих берегов Керченского и Таманского полуостровов. В его северной и южной частях началось формирование подводных абразионных платформ. В периоды отступления (2,3 тыс. лет назад) и последовавшего наступления моря (1,8 тыс. лет. назад) абразионный материал этих платформ разносился течениями по акватории пролива и служил основой сформировавшихся тогда и частично существующих сейчас аккумулятивных форм — наносных образований (кос).

Древние греки — первооткрыватели Керченского пролива (он в ту пору часто именовался Боспором Киммерийским, Киммерийскими переправами или

«Коровьим бродом»), строили на его оконечностях города с храмами, посвященными Ахиллу, а сами косы называли «Ахиллов бег» [4]. По археологическим данным и свидетельствам древнегреческого географа, путешественника Страбона (64/63 г. до н.э. — 23/24 г. н.э.), такой город (Порфмий) 2500 лет назад был расположен на крымской стороне пролива юго-западнее современного села Жуковка на уже несуществующей Еникальской косе. Аналогичный город-современник с храмом обнаружили на противоположной стороне пролива на косе Чушка [5]. Ее древний реликт, как и остатки еще «живой» Камыш-Бурунской косы, а также «мертвых» (размытых) кос Рубанова и Маркитанской найдены в проливе в конце 1950-х годов на глубинах 7–9 м и насчитывают 5–6 тыс. лет. В течение этого периода темп наступления моря на сушу периодически менялся. При его снижении происходил размыв и отмирание кос, а при росте — возникали новые и частично восстанавливались старые, смещаясь от прежнего положения на север или на запад. Так, после ускорения трансгрессии (наступления) Черного моря 1–2 тыс. лет назад в проливе образовалась сравнительно молодая коса Тузла. В настоящее время пролив переживает очередной этап замедления трансгрессии, сопровождающийся размывом и отмиранием здесь аккумулятивных форм наносных образований.

Начавшийся около 300 лет назад процесс размыва косы Тузла в восточной части пролива завершился ее прорывом



Развитие косы Чушка и древней, сегодня не существующей Еникальской косы. I, II, III, — стадии изменения береговой линии кос в период 2500—3000 лет назад. Стадия II соответствует времени Боспорского царства. 1 — активный клиф, 2 — отмерший клиф.

и превращением в остров после сильного черноморского шторма 29 ноября 1925 г. За 25 лет к 1950 г. ширина образовавшейся после шторма Тузлинской промоины (300 м) увеличилась до 3 км, а в конце 1970-х годов она составила почти 4 км. Таким образом, естественные процессы дифференциации наносов по обе стороны от косы способствовали сохранению ее остатков в виде о.Тузла. Сегодня его длина в зависимости от положения уровня воды в проливе колеблется от 6,5 до 7 км, максимальная ширина — 500 м.

### Гидрологические последствия прорыва косы

Когда к сентябрю 1926 г. проран между образовавшимся о.Тузла и остатками косы на Таманском п-ове увеличился с 300 до 940 м, возникли опасения, что это может сказаться на гидрологическом режиме и характере циркуляции вод Керченского пролива, определяющих динамику наносов в центральной его части и в Керченской бухте. Именно тогда впервые был поставлен вопрос о закреплении косы Тузла и засыпке образовавшейся промоины.

Проведенный в 1940—1950 гг. анализ влияния прорыва косы показал, что существенные изменения гидрологического режима произошли только в южной части и в Таманском заливе, северные же районы остались почти неизменными. До образования промоины южная часть пролива даже при азовских течениях оказывалась под посто-

Древняя береговая линия Карангатского бассейна Черного моря (130—80 тыс. лет назад) на обнажении таманского побережья Керченского пролива (вверху) и раковины ископаемых морских моллюсков из этого горизонта, использованные для палеореконструкций.

Фото А.Л.Чепалыги



Палеогеографическая схема Керченского пролива в период новейшей Нимфейской трансгрессии. Пунктир — береговая линия 5—6 тыс. лет назад. 1 — Витязевский лиман, 2 — Бугазский лиман, 3 — оз.Соленое, 4 — коса Тузла, 5 — коса Чушка, 6 — коса Рубанова, 7 — коса Маркитанская, 8 — коса Камыш-Бурун, 9 — оз.Чурбашское, 10 — оз.Тобечикское, 11 — оз.Кояшское, 12 — оз.Узунларское, 13 — банка Марии Магдалины, 14 — коса Еникальская.





Обрыв с остатками пляжа и признаками подмыва (осыпь) на крымском побережье в южной части Керченского пролива в районе пос.Заветное.

Фото А.Були

янным влиянием относительно теплых и соленых черноморских вод. Во все сезоны года, заходя в пролив вдоль его восточного кавказского побережья, они формировали у косы Тузла устойчивые циклонические круговороты — теплые, соленые «оазисы жизни». Таманский залив при этом оказывался «тихой заводью», так как его водообмен с транзитными черноморскими водами, осуществлявшийся через вдольпроливный разрез коса Чушка — коса Тузла, был очень незначительным.

После прорыва косы через образовавшуюся промоину осенью, зимой и ранней весной к кавказскому берегу южной части пролива стали поступать холодные распресненные воды из Азовского моря и Таманского залива, а сам залив превратился

из застойного в относительно проточный водоем. Через Тузлинскую промоину, как и через разрез коса Чушка — коса Тузла, после этого события стало проходить 10—20% расходов транзитных вод всего пролива, достигающих 6—7 тыс. м<sup>3</sup>/с.

Вероятные гидрологические последствия современной попытки перекрытия Тузлинской промоины легко спрогнозировать, восстановив представленный выше ход событий в обратном направлении. В 1977 г. сотрудники Государственного океанографического института по формулам смещения и уравнению водно-солевого баланса рассчитали будущую (на 2000 г.) соленость Таманского залива и Азовского моря в случае засыпки Тузлинской промоины в 1980 г. При этом соленость вод

предпроливного района Черного моря была принята постоянной — 17.9‰, начальная средне-многолетняя соленость Таманского залива — 15.6‰, Азовского моря в 1980 г. — 15.93‰, а средние расходы черноморского и азовского течений в 1980 г. — 34.3 и 46.0 км<sup>3</sup>. Расчеты показали, что с учетом климатических колебаний и тенденций антропогенного изъятия речного стока в Азовское море в 1980—2000 гг. через 20 лет после перекрытия Тузлинской промоины соленость Таманского залива уменьшится на 0.45‰ с 16.56 до 16.10‰, а без перекрытия она снизится на 0.76‰ с 17.01 до 16.77‰. Перекрытие прорана, таким образом, снижает темп распреснения Таманского залива под влиянием природных и антропогенных со-

ставляющих водного баланса Азовского моря в два раза.

В то же время из расчетов следовало, что после строительства дамбы в Тузлинской промоине ежегодный приток солей в Азовское море уменьшится всего на 1% (ниже точности модельных расчетов), что свидетельствует о безопасности этого мероприятия для солевого баланса водоема.

### Изменение динамики вод и орографии берегов

Характер ветровой деятельности над акваторией Керченского пролива и физико-географические особенности Азовского моря определяют тот факт, что его водообмен с Черным морем осуществляется посредством возвратно-поступательных движений по всему сечению пролива, возникающих из-за разности уровней в его северной (азовской) и южной (черноморской) частях. Последняя может достигать 100 см и формируется в результате наличия стока впадающих в Азовское море рек и стонно-нагонных колебаний, вызываемых ветровой деятельностью над акваторией пролива и Азовского моря. При этом влияние ветра на уровень воды в проливе в среднем в пять-шесть, а при штормах — в 10–15 раз более эффективно, чем воздействие на него стока рек. Таким образом, ветер определяет короткопериодные, а сток рек — долгопериодные колебания интенсивности и характера водообмена между Черным и Азовским морями.

При северных ветрах уровенная поверхность пролива наклонена в сторону Черного моря. В этом случае здесь формируется **азовский тип** течений. По мере продвижения от входа в пролив со стороны Азовского моря до сужения северной части (узости) наблюдается постепенное увеличение скорости азовского течения (от 10 до 40 см/с). При резких высоких и кратко-

временных нагонах со стороны Азовского моря северная узость не успевает за короткий промежуток времени пропустить все излишки скапливающихся в этом районе вод, в то время как поступление их из Азовского моря продолжается. Происходящий подъем и поперечный уклон уровня моря определяет развитие противотечения (в придонном слое у российского берега) и сток части вод в сторону Азовского моря. При этом здесь отмечается возрастание скорости течения в среднем до 70–80 см/с. Далее большая часть потока направляется по уклону к Павловской узости, а часть — движется в район Керченской бухты и Тузлинской промоины. Последняя дает начало циклоническому кольцу течений в Таманском заливе.

В районах Павловской узости и Тузлинской промоины происходит увеличение скорости течения (до 40 см/с), связанное с особенностями морфометрии района. По выходе из узости и промоины водные массы широким потоком устремляются в Черное море, отклоняясь при этом к Крымскому берегу. Скорость течения по мере продвижения к выходу в море уменьшается до 10 см/с.

При южных ветрах уровенная поверхность пролива наклонена от Черного моря к Азовскому. Формируется **черноморский тип** течений. По мере продвижения черноморского потока к центральной части пролива его скорость возрастает от 10 до 40 см/с или 1.5 км/ч. На подходе к косе Тузла течение разветвляется на два потока, один из которых, более мощный, направляется в Павловскую узость, а второй, значительно слабее, к Тузлинской промоине. В зоне узости и в промоине скорости течений возрастают до 3 км/ч. В случае если масса воды настолько велика, что увеличение скорости не может обеспечить полностью прохождение вод в центральную часть пролива, в результате их подпора об-

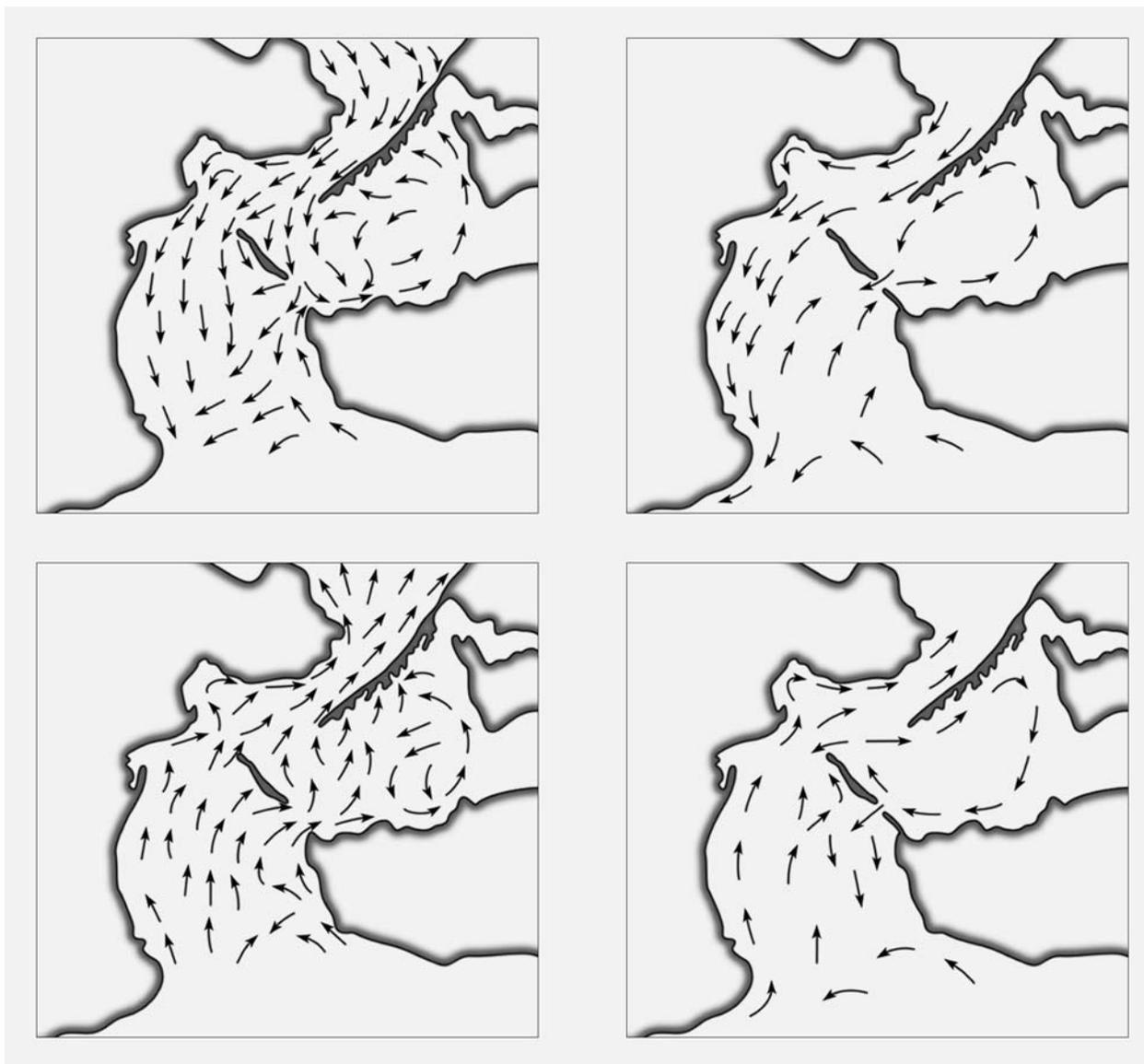
разуется противотечение, направленное вдоль косы и восточного побережья.

Пройдя Павловскую узость и Тузлинскую промоину, черноморские воды заполняют центральную часть пролива. Главная струя течений направляется при этом на север, а часть ее заходит в Керченскую бухту. В районе подходов к северной узости происходит слияние всех струй, образующее мощный поток. В результате этого скорости течения здесь могут превышать 3 км/ч. После северной узости течение теряет свою интенсивность и выходит в Азовское море.

Из-за сложности орографии берегов Керченского пролива, наличия здесь островов и изменчивости поля ветра, на его акватории могут возникать вихревые образования, достигающие в районе северной узости 4–6, а в южной части пролива — 1–2 км в диаметре. Скорость ветровых течений в узких частях пролива может достигать 0.7–0.8 м/с, при средних величинах 0.25–0.35 м/с, а на относительно широких участках она обычно не превышает 0.4–0.5 м/с при средних значениях 0.1–0.3 м/с.

Повторяемость азовских течений в Черное море в среднем за год составляет 58, а из Черного моря 42% случаев. Продолжительность азовоморских течений, вызываемых северным ветром, может достигать 300, а черноморских, определяемых южными ветрами, — не более 200 ч. Смешанные течения наблюдаются в среднем в течение 6–10 ч. В среднемноголетнем плане азовские течения наблюдаются 208, черноморские — 135, а смешанные — 22 сут. В масштабе месяца это соотношение составляет соответственно 18, 11 и 2 сут.

После строительства дамбы в 2003 г. в системе циркуляции вод Керченского пролива произошли существенные изменения, которые отразились в первую очередь на характере осадконакопления в проливе, а также



Течения в Керченском проливе при северном — азовский поток (вверху) и южном — черноморский поток (внизу) атмосферных переносах, до (слева) и после (справа) строительства Тузлинской дамбы.

на интенсивности абразионных береговых процессов. Дистанционные (спутниковые) наблюдения за течениями Керченского пролива по методике, разработанной украинскими исследователями из Морского гидрофизического института (г. Севастополь), и визуальные наблюдения за динамикой береговой линии на побережье Керченского пролива в течение 2003—2007 гг. позволили зафиксировать значительные изменения как в характере циркуляции вод, так и в состоянии пляжей побере-

жья пролива [6]. При северных и северо-восточных ветрах скорость азовских течений вдоль крымского побережья пролива значительно возросла, так как препятствие в виде дамбы теперь не позволяет южному потоку распределяться равномерно по акватории пролива. В результате за три года (2004—2006) на значительной части побережья пролива южнее Керчи до мыса Такиль были смыты песчаные пляжи на 10—20 м в глубь материка, что вызвало подтопление прибрежных пансионатов и об-

рушение в некоторых местах береговых склонов.

После дешифровки космических снимков стало очевидным, что строительство Тузлинской дамбы изменило структуру циркуляции вод в проливе. При южных ветрах черноморские воды стали поступать в Таманский залив не через Тузлинскую промину, а только после прохождения Павловской узости — через разрез вдоль пролива (о. Тузла — коса Чушка). В результате в эти периоды циклонический тип циркуляции в заливе (против часо-

вой стрелки) сменился на противоположный — антициклонический, способствующий накоплению в заливе взвешенных частиц и, соответственно, его заилению. Кроме того, недостроенная дамба оказалась препятствием для черноморских вод и способствовала развитию при южных ветрах вдоль таманского побережья противотечения на юг и локального антициклонического круговорота в южной части пролива с черноморской стороны дамбы, что несомненно должно сказаться как на режиме осадконакопления, так и на экологической обстановке в этом районе.

### Как изменится промысловая обстановка

До прорыва косы Тузла в 1925 г. она была естественным барьером в южной части Керченского пролива, который способствовал осенней концентрации у входа в Таманский залив вдоль кубанского берега (у Белого обрыва и топи Гадючий Кут) рыбных косяков, мигрирующих из Азовского моря в Черное на зимовку. Отсюда рыба шла далее вдоль косы Тузла на запад к Павловской узости и в Черное море. Весной коса Тузла также направляла в Павловскую узость кефаль, часть сельдей, барабули и молодь хамсы, следующих уже из Черного моря для нагула в Азовское. При этом косяки рыбы скапливались в районе Камыш-Бурунской косы.

После прорыва косы пути осенних и весенних миграций рыбы существенно изменились. Виды, зимующие у черноморских берегов Кавказа, стали проходить туда и возвращаться весной для нагула в Азовское море в основном кратчайшим путем через Тузлинскую промоину, что снизило вероятность, продолжительность и изменило сроки ее скопления в Таманском заливе и вдоль западного побережья пролива у Камыш-Бурунской косы. Проведенный анализ особенностей биологии и жиз-

ненных циклов обитателей вод Керченского пролива позволил оценить возможные экологические последствия соединения о.Тузла с Таманским п-овом, уточняющие выводы, полученные в 1920—1950-х годах.

Сооружение дамбы окажет негативное воздействие прежде всего на те виды, которые в процессе миграции осуществляют питание на мелководных участках пролива, богатых детритом и кормовым бентосом, а также в массе размножаются на его акватории и прилегающих участках Азовского моря. Эти объекты — пиленгас, аборигенные черноморские кефали (лобань, сингиль, остронос), барабуля. В связи с приверженностью к икрометанию на прибрежной водной растительности, к этой группе «пострадавших» видов может быть отнесен и сарган, тем более, что его ареал размножения в Азовском море ограничен очень небольшой зоной с повышенной соленостью, непосредственно прилегающей к проливу.

Начиная с послевоенного периода и особенно в последние годы XX в. западная часть пролива, прилегающая к Керчи, подверглась весьма интенсивному антропогенному воздействию, которое вызвало существенное изменение подводного ландшафта. Первая свалка грунта в Керченском проливе была организована в 1956 г. До недавнего времени здесь располагались четыре зоны дампинга, практически не влиявшие на экологическую обстановку, так как объемы дноуглубления были невелики. Однако в конце 80-х годов количество сбрасываемых грунтов достигло 1.0—5.0 млн м<sup>3</sup> и антропогенные изменения морской среды в местах дампинга по масштабам стали превышать естественный фон [2]. В конце 20-го столетия по этой причине в прибрежной зоне Азовского моря и Керченском проливе интенсифицировались процессы заиления и выноса осадков в пролив. Скорость

осадконакопления здесь в 30—40 раз выше скорости природного седиментогенеза.

В зонах дампинга в 1961—1963 гг. скорость накопления тонкодисперсного материала донных отложений составляла 0.15 см/год. В 1964—1970 гг. она возросла в восемь раз (1.2 см/год), а к моменту переноса свалок составляла 0.29—0.65 см/год. В результате с середины 1970-х годов здесь началась деградация популяции мидий. Их запас с начала 50-х до середины 60-х годов сократился со 100 до 50 тыс. т. В 1979 г. он составил 15, а в 1989 — всего 2 тыс. т. Запас мидий в Керченском предпроливье за это время сократился с 300 до 78 тыс. т. В конце 1980-х годов промысел мидий в Керченском проливе и предпроливье прекращен. В настоящее время биоценоз мидий (*Mytilus galloprovincialis*) располагается на севере района и у фарватера.

После интенсификации дампинга в проливе грунтов дноуглубления (увеличения мутности воды) подходы сельди в зоны традиционного промысла (побережье косы Тузла) в периоды ее осенней (в Черное море) и весенней (из Черного моря в Азовское и далее в Дон) миграции сократились. В результате по сравнению с 1960-м годом к 1968—1969 гг. вылов этого вида сократился в девять, к 1971 г. — в 18, к 1984—1986 гг. — в 20 раз. В 1990 г. традиционный лов сельди волокушами в Керченском проливе прекращен из-за потери популяцией промыслового значения. Сегодня непромысловые уловы этого вида только эпизодически фиксируются в сетях бригад прибрежного лова.

До октября 2003 г. регулярные дноуглубительные работы по поддержанию фарватера, деятельность перегрузочных рейдов (включая перегрузку химического сырья) и портов затрагивали акватории Керченского пролива, исключая «промоину» к востоку от о.Тузла. Залповый

выброс в пролив взвесей, несомненно, ухудшил условия существования донных организмов и растительности.

Усиление осадконакопления в Таманском заливе и в целом на акватории пролива к северу от дамбы и острова Тузла вызовет необходимость более частой прочистки судоходных фарватеров. Дампинг в проливе и прилегающих участках моря усилится. Заиление поселений донных гидробионтов, разрушение подводных ландшафтов нанесут пиленгасу и аборигенным кефалям, мигрирующим через пролив, наибольший вред.

Из-за потери способности вод к самоочищению в проливе не останется непрерывного «живого коридора» для мигрирующих рыб. Уменьшится кормовая база бычков, заходящих в пролив из Азовского моря.

Уменьшение водообмена в проливе при достижении дамбой о.Тузла повлечет за собой общее ухудшение экологической ситуации в северной акватории пролива и, возможно, даже в южной части Азовского моря. Прогнозируемое развитие зоны придонной гипоксии к северу от дамбы на фоне повышенного поступления илов и донных органических осадков создаст предпосылки к формированию здесь в летнее время обширной заморной зоны. Параллельно на этом участке пролива будет происходить и накопление токсических веществ, которые к тому же будут усиленно поступать в воду вследствие вторичного загрязнения при дноуглубительных работах. В этой ситуации безусловно пострадают все придон-

ные и прибрежные виды рыб (бычки, глосса, кефали, барабуля, пиленгас и др.).

Негативное воздействие сооружаемой в районе острова Тузла дамбы будут испытывать особо охраняемые (занесенные в Красную книгу) виды гидробионтов, так как они либо весьма требовательны к качеству морской воды (лосось), либо относятся к группам придонных и прибрежных видов (морские мыши, морской конек, белуга, тригла и др.) и очень чувствительны к характеру осадконакопления и мутности воды.

Хамса как теплолюбивый вид в первую очередь будет испытывать на себе изменения в температурном режиме пролива. Повышенная ледовитость в осенне-зимний период северной части пролива будет в отдельные годы приводить к запаздыванию весенней миграции хамсы, а при полном соединении дамбы с островом чаще будут наблюдаться случаи накопления стай хамсы в Таманском заливе, где она может погибать от резкого осеннего выхолаживания. Тем не менее, поскольку такие ситуации нередко отмечались до 1925 г. и являются обычными для этого вида, трудно предполагать, что убыль популяции от воздействия температурного фактора выйдет за средние пределы естественной смертности.

Невелики будут последствия и для промыслового стада керченской (донской) сельди, ставриды, атерины.

\* \* \*

После того как строительство дамбы было приостановле-

но, 27 декабря 2003 г. в г.Керчи, во время визита президента России, между двумя странами был подписан Двусторонний договор о сотрудничестве и использовании Азовского моря и Керченского пролива — исторически внутренних вод Украины и Российской Федерации. При этом Азовское море разграничивается линией государственной границы по Договору от 28 января 2003 г., а «урегулирование вопросов, которые относятся к акватории Керченского пролива, осуществляется по соглашению между сторонами». У автора нет данных о ратификации последнего документа Правительствами обеих стран.

Что касается научного сотрудничества, то, к сожалению, после распада СССР с российской стороны на побережье Керченского пролива почти не осталось пунктов наблюдений за состоянием морской среды (кроме единственного на восточном берегу Керченского пролива пункта «Тамань»). Сегодня такой контроль выполняют только подразделения гидрометеорологической службы Украины. Целесообразен был бы регулярный мониторинг условий среды вдоль всего российского побережья пролива. Кроме того, представляет несомненный практический интерес и исследование изменений динамики береговой черты и характера осадконакопления на акватории пролива, организация которых возможна в рамках международных программ научного сотрудничества Украины с Россией в Черном море. ■

## Литература

1. Фащук Д.Я. Географо-экономический портрет Черного моря // Природа. 1998. №9. С.53—69.
2. Фащук Д.Я., Петренко О.А. // Проблемы региональной экологии. 2007. №1. С.71—81.
3. Чепальга А.Л. Палеоэкологические реконструкции древних бассейнов // Динамика ландшафтных компонентов и внутренних морских бассейнов Северной Евразии за последние 130 000 лет / Ред. А.А.Величко. М., 2002.
4. Зубарь В.М., Русяева А.С. На берегах Боспора Киммерийского. Киев, 2004.
5. Кругликова И.Т. Боспор в позднеантичное время. (Очерки экономической истории). М., 1966.
6. Боровская Р.В. Результаты океанографических и рыбохозяйственных исследований Черного и Азовского морей на базе спутниковой информации. Диссертация на ст. канд. геогр. наук. Одесса, 2007.

# О магнитоэлектричестве, которое не описывается уравнениями Максвелла

*То, что сегодня наука, — завтра техника.*  
Эдвард Теллер

М.И.Куркин, Н.Б.Бакулина

**К**лассическая электродинамика Фарадея—Максвелла — одно из наиболее впечатляющих достижений науки, настолько изменившее человеческую жизнь, что теперь даже кратковременное отключение электричества представляется СМИ как национальная трагедия. На этом фоне частными событиями, интересными лишь специалистам, выглядят все другие проявления связи магнетизма и электричества, в том числе и магнитоэлектрические эффекты. Эти эффекты наблюдаются лишь в некоторых веществах с экзотическими типами магнитного упорядочения и обычно слабы, поскольку относятся к действиям квантовых законов на макромасштабах. Такими процессами занимается квантовая макрофизика. Во второй половине XX в. основное внимание в ней уделялось квантовым генераторам (лазерам, мазерам и др.) и полупроводниковым гетероструктурам, что вылилось в создание персональных компьютеров, мобильных телефонов и других полезных устройств.

Судя по публикациям последних лет [1], очередь дошла до магнитоэлектрических эффектов, с которыми связывают перспективы прямого преобразования магнитных сигналов в элек-



**Михаил Иванович Куркин**, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник отдела теоретической и математической физики Института физики металлов УрО РАН. Область научных интересов — физика твердого тела. Неоднократно публиковался в «Природе».



**Наталья Борисовна Бакулина**, аспирантка того же отдела. Занимается исследованием аномальных электрических свойств магнитоупорядоченных веществ.

трические и наоборот. Подобный преобразователь, действующий на принципах классической электродинамики, должен иметь размеры порядка длины волны преобразуемого излучения (т.е. ~0.1 м для тактовой частоты современного персонального компьютера 1 ГГц). Это совершенно неприемлемый масштаб, поскольку существующая плотность записи оперирует субмикронными размерами.

Магнитоэлектрические эффекты свободны от такого недостатка, но для приложений их необходимо усилить, что служит задачей прикладных исследований. С точки зрения фундаментальной науки магнитоэлектричество интересно тем, что для его описания недостаточно законов электродинамики Фарадея—Максвелла. Это обстоятельство мы и обсудим. Можно было бы воспользоваться зако-

нами квантовой электродинамики, но применительно к твердому телу они приводят к настолько сложным уравнениям, что становятся непригодными для практических расчетов. Наша статья — рассказ о том, как выйти за пределы классической электродинамики, взяв из квантовой электродинамики то, что необходимо для описания магнитоэлектрических эффектов. Для начала нужно увязать электричество и магнетизм с тем объектами, с которыми мы сталкиваемся в повседневной жизни.

### Моменты электрические и магнитные

В жизни современного человека электромагнетизм занимает так много места, что нам придется ограничиться только теми его проявлениями, которые важны для магнитоэлектрических эффектов. Эти эффекты были теоретически предсказаны Л.Д.Ландау в 1956 г. [2], а экспериментально открыты Д.Н.Астровым в 1960 г. [3]. Они связаны с появлением магнитного момента  $\mathbf{m}$  в электрическом поле  $\mathbf{E}$ :

$$\mathbf{m} = \alpha_m \mathbf{E} \quad (1)$$

и электродипольного момента  $\mathbf{p}$  в магнитном поле  $\mathbf{H}$ :

$$\mathbf{p} = \alpha_p \mathbf{H}. \quad (2)$$

Вещества, в которых существует магнитоэлектрический эффект, называют магнитоэлектриками.

Наши житейские представления обычно ассоциируют магнитный момент со стрелкой компаса, которая одним концом стремится указать на север, а другим на юг. Однако предварительно ее необходимо поместить в достаточно сильное магнитное поле, чтобы она приобрела магнитный момент  $\mathbf{m}$ , ориентирующий ее вдоль магнитного поля Земли. С электродипольным моментом  $\mathbf{p}$  мы встречаемся не реже, чем с  $\mathbf{m}$ , но он ведет себя скромнее, поскольку у Земли отсутствует глобальное электрическое поле, аналогич-

ное глобальному магнитному. А вот локальное поле  $\mathbf{E}$  — не редкость. Такое поле может создавать обычная пластиковая расческа при интенсивном употреблении. Это поле ставит волосы дыбом, наводя в них электродипольный момент  $\mathbf{p}$ .

Итак, в стандартных условиях формирование магнитного момента происходит в магнитном поле, а электрического — в электрическом поле. Что мешает создавать  $\mathbf{m}$  полем  $\mathbf{E}$ , а  $\mathbf{p}$  полем  $\mathbf{H}$ ? Почему открытие магнитоэлектрических эффектов было воспринято как научная сенсация? Для ответа на эти вопросы поясним свойства магнитных и электрических дипольных моментов, опираясь на существование положительных и отрицательных электрических зарядов.

Простейший объект, обладающий моментом  $\mathbf{m}$ , — рамка с электрическим током (рис.1). Под электрическим током понимается произведение  $q\mathbf{v}$  ( $q$  — электрический заряд,  $\mathbf{v}$  — его скорость). Амперметр выдает значение суммарного тока от всех носителей в образце. Направление вектора  $\mathbf{m}$  рамки с током задается известным школой правилом буравчика. Легко убедиться в эквивалентности действия магнитного поля Земли на рамку с током и магнитную стрелку. Однако связанный с круговым током так называемый орбитальный момент рамки легче поддается анализу, чем магнетизм стрелки, обусловленный спиновыми моментами электронов. Если для описания орбитального магнетизма и его связи с электричеством достаточно классической электродинамики Фарадея—Максвелла, то для включения в эту схему спинового магнетизма П.Дирак начал создавать квантовую электродинамику. К различиям орбитального и спинового магнетизма мы еще не раз вернемся.

Электрическим дипольным моментом обладает заряженный конденсатор, действующая батарея и любая другая среда,

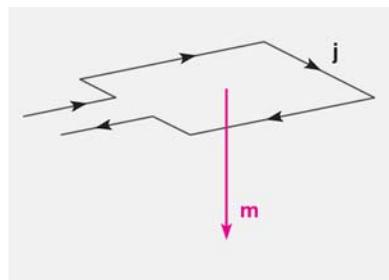


Рис.1. Рамка с электрическим током  $\mathbf{j}$ ;  $\mathbf{m}$  — направление ее магнитного момента.

в которой удалось развести положительные и отрицательные электрические заряды на конечном расстоянии  $\mathbf{R}$  (рис.2). Такие среды обычно используются как источники электрического тока, но есть и другие применения (например, емкостные сопротивления в радиосхемах).

Как следует из рис.1, для магнитного момента  $\mathbf{m}$  важно движение электрических зарядов, дающее ток  $\mathbf{j}$ . При этом каждый элемент рамки остается электрически нейтральным (заряд носителей тока равен заряду неподвижного остова). Для электрического момента  $\mathbf{p}$ , наоборот, необходимо существование некомпенсированных зарядов  $\pm q$ , а их движение играет второстепенную роль. Это различие

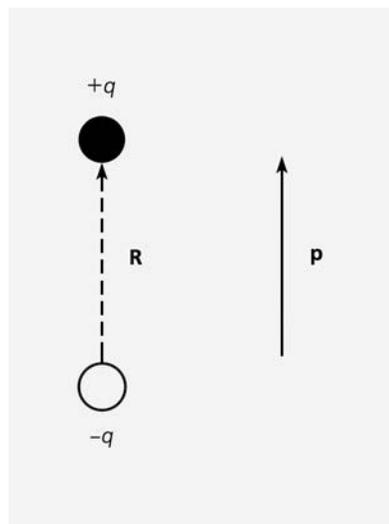


Рис.2. Электрический дипольный момент  $\mathbf{p} = q\mathbf{R}$  пары электрических зарядов, разделенных расстоянием  $\mathbf{R}$ .

в свойствах и определяет различие в их математическом описании, центральное место в котором принадлежит симметрии. В обычной жизни под симметрией понимают одинаковость различных частей объекта, например левой и правой частей лица. Она имеет значение для эстетического восприятия, но к жизненно важным качествам не относится. Так, перекос лица человека не важен на необитаемом острове, хотя может доставить массу неудобств на материке. Иначе обстоит дело с симметрией в физике. Здесь требования, накладываемые симметрией, носят обязательный характер и часто служат критерием правильности различных теоретических построений. Кроме того, само понятие симметрии в физике намного сложнее и включает гораздо больше элементов. В частности, к таким элементам симметрии относится эквивалентность двух противоположных направлений в пространстве (пространственная четность, или Р-четность) и во времени (обратимость времени, или Т-четность). В отношении к Р- и Т-симметрии и состоит основное различие векторов **m** и **p**.

### Векторы в зеркалье

Определение симметрии в физике основано на понятиях операций симметрии. Для Р-симметрии такой операцией является изменение знака всех трех пространственных координат, т.е. замена  $x, y, z$  на  $-x, -y, -z$  или  $\mathbf{r}$  на  $-\mathbf{r}$  — пространственная инверсия. Результат ее действия можно представить наглядно, если иметь дело только с одной из координат, например  $x$ . В этом случае пространственная инверсия эквивалентна зеркальному отражению (рис.3). Ось  $x$ , перпендикулярная плоскости зеркала, при отражении превращается в  $-x$ . Зеркальные аналоги осей  $y$  и  $z$  знака не меняют, но если зави-

симость от  $y$  и  $z$  отсутствует, преобразование с зеркалом не отличить от пространственной инверсии.

С помощью зеркала легко понять различие в Р-симметрии векторов **p** и **m**. Поскольку направление тока при зеркальном отражении рамки сохраняется (рис.4,а), пространственная инверсия не меняет ориентацию **m**, т.е. магнитный момент — Р-четный (аксиальный) вектор. Иначе ведет себя при зеркальном отражении вектор электродипольного момента **p** (рис.4,б): он меняет знак (электрические заряды  $q$  и  $-q$  меняются местами) и, соответственно, оказывается Р-нечетным (полярым) вектором. У читателя может возникнуть вопрос: «А какое нам дело до того, как кривляются перед зеркалом различные векторы?» Краткого ответа на этот вопрос мы не знаем, а для ответа по существу нам придется использовать достаточно много слов. Начнем с того, что основная задача науки — делать достоверные предсказания. Именно это достоверность отличает предсказания ученых от предсказаний астрологов и прочих магов. Так вот, чтобы описать будущее поведение какого-либо объекта, необходимо знать его взаимодействие с другими объектами.

Сейчас нет сомнений в том, что основные свойства объек-

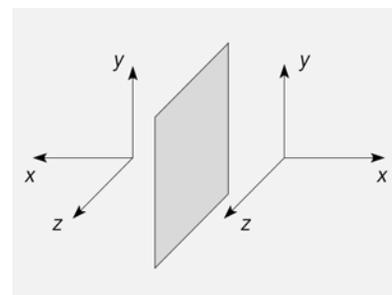


Рис.3. Зеркальное отображение системы координат  $(x, y, z)$ , когда ось  $x$  перпендикулярна плоскости зеркала.

тов на Земле складываются во взаимодействиях с электрическими и магнитными полями, которые подчиняются уравнениям Максвелла. Главную роль играет кулоновское взаимодействие:

$$V_c = \frac{q_1 q_2}{|\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2|}, \quad (3)$$

где  $|\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2|$  — расстояние между электрическими зарядами  $q_1$  и  $q_2$ , расположенными в точках с координатами  $\mathbf{r}_1$  и  $\mathbf{r}_2$ . Кулоновское взаимодействие определяет как структуру атомов и молекул, так и их химические свойства.

Согласно формуле (3) кулоновское взаимодействие  $V_c$  Р-четно (не меняет своего вида при замене  $\mathbf{r}_1$  на  $-\mathbf{r}_1$  и  $\mathbf{r}_2$  на  $-\mathbf{r}_2$ ). Соответственно, Р-четными получаются и динамические уравнения, описывающие поведение

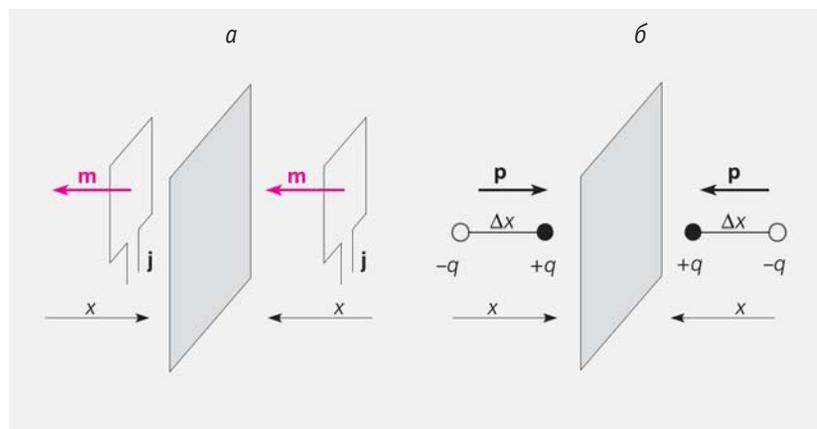


Рис.4. Векторы электрического **p** и магнитного моментов **m** и их зеркальные изображения.

электрических зарядов. Однако на Земле существуют поляризованные атомы, молекулы и даже макроскопические вещества, получившие название сегнетоэлектриков. Все эти объекты обладают электрическим дипольным моментом и, следовательно, P-нечетны. P-четность исходных уравнений заставляет их P-нечетные решения появляться парами, соответствующими противоположным ориентациям векторов  $\mathbf{p}$ . В результате полный список решений P-четных уравнений оказывается P-четным, но для отдельного решения P-четность может нарушаться. Этот эффект, названный спонтанным нарушением симметрии, сыграл решающую роль при создании теории электро-слабого взаимодействия, за что С.Вайнберг, Ш.Глэшоу и А.Салам получили Нобелевскую премию по физике в 1979 г. Из их теории следует, что известное всем электромагнитное взаимодействие — это то, во что превращается электрослабое взаимодействие на больших расстояниях (не менее размера атома  $10^{-10}$  м). Если взаимодействующие объекты сблизить до расстояний, сравнимых с размерами атомного ядра  $10^{-15}$  м, то они начинают участвовать как бы в двух взаимодействиях — электромагнитном и слабом. Слабым его назвали потому, что на ядерных расстояниях оно гораздо слабее электромагнитного (но способно обеспечить взаимные превращения между протонами и нейтронами —  $\beta$ -распад ядер). Наконец, на расстояниях порядка  $10^{-20}$  м слабое взаимодействие сравнивается по величине с электромагнитным, и оба они ведут себя как единое электрослабое взаимодействие.

Самой большой сенсацией стало открытие необычайных свойств симметрии слабого взаимодействия: в отличие от электромагнитного оно оказалось P-нечетным (за открытие несохранения P-четности Т.Ли и Ч.Янг были удостоены Нобелевской премии в 1957 г.). Одно-

временно было установлено, что при слабых взаимодействиях не сохраняется так называемая C-четность. Операция, соответствующая C-симметрии, меняет знаки электрических зарядов. Кулоновское взаимодействие C-четно, поскольку не изменяется при замене  $q_1$  на  $-q_1$  и  $q_2$  на  $-q_2$ . При слабых взаимодействиях P-четность и C-четность по отдельности не сохраняются, но сохраняется комбинированная CP-четность. Очередную сенсацию преподнесли Дж.Кронин и В.Фитч, обнаружившие несохранение P-четности при распаде электронейтральных  $K^0$ -мезонов (Нобелевская премия по физике 1980 г.). Отсутствие электрического заряда у  $K^0$ -мезонов автоматически означало нарушение CP-четности.

Перечисленные Нобелевские премии говорят о том, что в физике P-симметрии уделяется гораздо больше внимания, чем в обыденной жизни. Хотя для лучшей половины человечества зеркала — немаловажная часть интерьера.

### Время, обращенное вспять

Под операцией инверсии времени T понимают изменение знака времени  $t$  на  $-t$  во всех соотношениях, описывающих какой-либо процесс. Это соответствует просмотру киноленты в обратном направлении. Те процессы, которые одинаково осуществимы как в прямом, так и в обратном направлении времени, называются обратимыми (T-инвариантными или T-четными), иные — необратимыми. Обычно мы сталкиваемся с необратимостью; наиболее наглядный пример — человеческая жизнь (рождение, старение и смерть). Достоверные сведения об обратном процессе (восстании из гроба с дальнейшим омоложением до возвращения в роддом и самоликвидации) пока отсутствуют.

В физике необратимые процессы изучаются лишь в необратимой

термодинамике и физической кинетике. Большинство же физиков, начиная с Галилея, пользуются обратимыми динамическими уравнениями: Ньютона в классической механике, Эйнштейна в теории относительности, Шредингера в квантовой механике. Разумеется, из обратимости уравнений следует T-четность только полного списка их решений. Для отдельного решения T-четность может нарушаться по механизму спонтанного нарушения симметрии, который обсуждался выше.

Для магнитоэлектричества оказалось важным то, что векторы электрического и магнитного моментов имеют разную не только P-симметрию, но и T-симметрию (это понятно из рис.1 и 2). Вектор  $\mathbf{p}$  (рис.2) не зависит от  $t$ , поэтому не чувствует инверсии времени (T-четен). Иначе ведет себя при инверсии  $t$  вектор  $\mathbf{m}$ . Его ориентация задается направлением тока  $\mathbf{j}$  на рис.1, т.е. направлением движения заряда  $\mathbf{v} = \mathbf{r}/t$  (при неравномерном движении  $\mathbf{v} = d\mathbf{r}/dt$ ). Это означает, что при замене  $t$  на  $-t$  все три вектора  $\mathbf{v}$ ,  $\mathbf{j}$  и  $\mathbf{m}$  меняют знак (T-нечетны).

Чтобы определить P- и T-симметрию электрического ( $\mathbf{E}$ ) и магнитного ( $\mathbf{H}$ ) полей, достаточно в качестве  $\mathbf{E}$  использовать поле электрического диполя  $\mathbf{p}$  (рис.2), а в качестве  $\mathbf{H}$  — поле витка с током с магнитным моментом  $\mathbf{m}$  (рис.1). Тогда можно убедиться, что при зеркальном отображении и обращении времени поле  $\mathbf{E}$  ведет себя как вектор  $\mathbf{p}$ , а поле  $\mathbf{H}$  — как вектор  $\mathbf{m}$ . Благодаря такому сходству P- и T-симметрия не накладывает ограничений на возможность электрической поляризации полей  $\mathbf{E}$  любых тел на Земле:

$$\mathbf{p} = \kappa \mathbf{E} \quad (4)$$

и их намагничивания полей  $\mathbf{H}$ :

$$\mathbf{m} = \chi \mathbf{H}. \quad (5)$$

Электрическая ( $\kappa$ ) и магнитная ( $\chi$ ) восприимчивости могут сильно отличаться по величине для различных веществ, зависеть

от частоты и пространственной неоднородности полей  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$ , но они всегда отличны от нуля.

Иначе дело обстоит с взаимоотношениями электрических векторов ( $\mathbf{p}$  и  $\mathbf{E}$ ) с магнитными ( $\mathbf{m}$  и  $\mathbf{H}$ ). Из-за различия в Р- и Т-симметрии требуются особые условия для реализации их взаимосвязи. В электродинамике Фарадея—Максвелла она имеет место, но для пространственно неоднородных и переменных полей  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$ : только пары производных ( $\partial E/\partial r$  и  $\partial H/\partial t$ ) и ( $\partial H/\partial r$  и  $\partial E/\partial t$ ) имеют одинаковую Р- и Т-симметрию и поэтому могут быть связаны линейными соотношениями типа (4) и (5). Эти соотношения и есть те из уравнений Максвелла, которые определяют взаимосвязь полей  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$  в электромагнитной волне. Для постоянных и однородных полей  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$  все производные по  $r$  и  $t$  равны нулю, уравнения Максвелла распадаются на две независимые системы уравнений для магнитных ( $\mathbf{m}$ ,  $\mathbf{H}$ ) и электрических ( $\mathbf{p}$ ,  $\mathbf{E}$ ) пар, поэтому соотношения типа (1) и (2) не могут быть получены в рамках электродинамики Фарадея—Максвелла.

Здесь требуется привлечение законов квантовой электродинамики. Однако такой подход связан с непреодолимыми на данный момент вычислительными трудностями. Их можно избежать с помощью методов, используемых в физике элементарных частиц, для которых законы взаимодействия не удается найти из прямых измерений, а приходится восстанавливать по различным косвенным экспериментальным данным. Обычно среди этих данных сведения о симметрии играют определяющую роль и помогают получать Нобелевские премии. Для теории магнитоэлектрических эффектов, описываемых формулами (1) и (2), методы симметричного анализа полезны тем, что позволяют находить вид взаимодействий без использования законов квантовой электродинамики.

### Нарушения, не преследуемые прокуратурой

Как уже отмечалось выше, атомная структура всех веществ на Земле определяется кулоновским взаимодействием  $V_c$  (3), которое четно по отношению к операциям пространственной инверсии (Р) и обращению времени (Т). Из этого свойства  $V_c$  следует, что любые используемые в теории комбинации величин, между которыми стоит знак равенства, должны иметь одинаковую Р- и Т-симметрию. Применительно к соотношениям (4), (5), связывающим однотипные по симметрии векторы, накладывается требование Р- и Т-четности для восприимчивостей  $\kappa$  и  $\chi$ . Таких материальных характеристик подавляющее большинство. Гораздо реже встречаются характеристики типа коэффициентов  $\alpha_m$  и  $\alpha_p$  в соотношениях (1) и (2), уравнивающих разнотипные по симметрии векторы. Чтобы величины, стоящие слева и справа в равенствах (1), (2), имели одинаковую симметрию, коэффициенты  $\alpha_m$  и  $\alpha_p$  должны быть Р- и Т-нечетными. Подобное возможно только в средах с нарушенной Р- и Т-симметрией.

Нарушение Р-симметрии связано с упорядочением электродипольных моментов, что обусловлено Р-нечетностью вектора  $\mathbf{p}$ : такое поведение демонстрируют сегнетоэлектрики. Магнитное упорядочение из-за Т-нечетности ферромагнитного вектора  $\mathbf{m}$  нарушает Т-симметрию. Есть вещества, получившие название мультиферроиков [1], в которых электрическое и магнитное упорядочения сосуществуют, нарушая обе Р- и Т-симметрии. Но эта возможность не единственная: бывают такие варианты магнитного упорядочения, которые нарушают обе Р- и Т-симметрии. Один из них — центроантисимметричный антиферромагнетизм (АФМ) [4].

Пример АФМ-упорядочения приведен на рис.5 для линейной

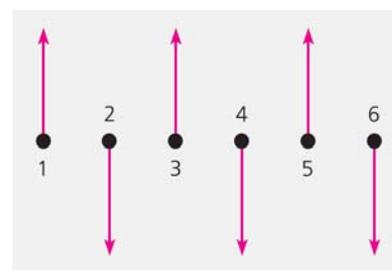


Рис.5 Двухподрешеточное антиферромагнитное упорядочение в линейной цепочке атомов. Магнитные моменты атомов с нечетными номерами образуют первую магнитную подрешетку с намагниченностью  $m_1$ , с четными номерами — вторую с намагниченностью  $m_2$ .

цепочки атомов, магнитные моменты которых изображены стрелками. Атомы с только нечетными и с только четными номерами упорядочены ферромагнитно. Их объединяют в две группы — магнитные подрешетки с намагниченностями  $m_1$  и  $m_2$ . Суммарная намагниченность АФМ-структуры равна нулю:

$$\mathbf{m} = \mathbf{m}_1 + \mathbf{m}_2 = 0,$$

а разность

$$\mathbf{L} = \mathbf{m}_1 - \mathbf{m}_2, \tag{6}$$

называемая вектором антиферромагнетизма, служит параметром порядка. На рис.5 показана двухподрешеточная АФМ-структура; бывает и больше подрешеток, но для нас это не имеет значения. Важны лишь свойства симметрии вектора  $\mathbf{L}$ , которые могут отличаться от симметрии как вектора  $\mathbf{m}$ , так и вектора  $\mathbf{p}$ .

Из (4)—(6) следует, что вектор  $\mathbf{L}$  является Т-нечетным, как и векторы  $\mathbf{m}_{1,2}$ , поэтому АФМ-упорядочение нарушает Т-симметрию. Поведение  $\mathbf{L}$  при пространственной инверсии зависит от симметрии кристалла. Если инверсия меняет местами атомы подрешеток  $\mathbf{m}_1 \leftrightarrow \mathbf{m}_2$ , вектор  $\mathbf{L}$  оказывается Р-нечетным. Это означает, что при таком (центроантисимметричном) АФМ-упорядочении в среде нарушается обе (Р- и Т-) четности. Использо-

вание вектора **L** для описания магнитоэлектрических эффектов вида (1), (2) реализуется по следующей схеме. Сначала из компонент векторов **L**, **m** и **p** составляются такие комбинации (их называют инвариантами), которые не меняются при всех операциях симметрии кристалла, включая операции Р и Т. Знание инвариантов в сочетании с экспериментальными данными позволяет найти выражение для магнитоэлектрического взаимодействия  $V_{mp}$ , ответственного за эффекты вида (1), (2). Например, для так называемого легкоплоскостного антиферромагнетика  $\text{Cr}_2\text{TeO}_6$  с выделенной осью  $z$  при ориентации **L**|| $y$  соответствующая формула имеет вид [5]

$$V_{mp} = -KL_y p_y m_z. \quad (7)$$

Три последних множителя образуют тот инвариант, который реализуется в этом кристалле при выбранной ориентации вектора **L**. Константа  $K$  остается свободным параметром теории, который можно подогнать под экспериментальные значения коэффициентов  $\alpha_m$  и  $\alpha_p$  в (1), (2). Их связь с  $K$  следует из формул (4)–(7) [5]:

$$\alpha_m^{zy} = \alpha_p^{yz} = KL_y \chi_{zz} \kappa_{yy}. \quad (8)$$

При таком способе определения константы  $K$  формулу (8) следует относить к теориям третьего класса.

На три класса разделил когда-то все теории А.И.Китайгородский: теории первого класса предсказывают, теории второго класса накладывают ограничения, теории третьего класса дают объяснения задним числом. Чтобы быть первоклассной, формула (8) должна выдавать значения  $K$  для любого вещества наперед заданного состава и структуры. В принципе такие возможности заложены в квантовой электродинамике, но пока они не реализованы из-за вычислительных трудностей, о которых упоминалось выше. Тем не менее, квантовая электродинамика позволяет поднять формулу (8) до уровня теории вто-

рого класса, которая хотя и не дает точного химического состава вещества с нужным значением  $K$ , но накладывает на него ограничения. Возможность для таких ограничений обусловлена тем, что из квантовой электродинамики следует существование уже упоминавшихся двух типов магнетизма — орбитального и спинового.

На расстояниях порядка размеров атомного ядра ( $10^{-13}$  см) кванты электронно-позитронного и электромагнитного полей настолько сильно перепутаны, что их описание по силам только квантовой электродинамике. Но с увеличением расстояния связь орбитального и спинового магнетизма ослабевает, так что на атомных расстояниях ( $10^{-8}$  см) становится возможным раздельное описание. Законы квантовой электродинамики разделяются на «электромагнитные» уравнения Максвелла и выражения для спин-орбитального взаимодействия. На долю последнего, кроме магнитоэлектричества, достались еще магнитная анизотропия и магнитострикция. Сведение этих трех типов явлений к одному спин-орбитальному взаимодействию и позволило поднять формулы (7) и (8) до уровня теорий второго класса.

### Какая польза от теории второго класса?

Для параметра  $K$ , определяющего спин-орбитальным взаимодействием, аналогия магнитоэлектричества с магнитной анизотропией и магнитострикцией открывает путь предварительных оценок [6]. Оба последних явления исследуются давно, поэтому накоплен большой опыт по достижению оптимальных характеристик. В частности, лучшие параметры получаются у соединений элементов группы железа и группы лантана. Первые отвечают за высокую температуру магнитного упорядочения, вторые обеспечивают сильное

спин-орбитальное взаимодействие. Однако известные магнитоэлектрические и магнитострикционные материалы относятся к классу ферромагнетиков, а для магнитоэлектриков важную роль играет вектор антиферромагнетизма **L** (второй множитель в формуле (8)). Тем не менее есть пример (соединение  $\text{TbPO}_4$ ), когда использование редкоземельного элемента привело к серьезному (примерно в  $10^2$  раз) увеличению коэффициента  $K$  [7]. К сожалению, обнаруженный гигантский магнитоэлектрический эффект наблюдается при очень низкой температуре (примерно 2 К), поскольку соединение  $\text{TbPO}_4$  не содержит элементов группы железа, способных обеспечить высокую температуру магнитного упорядочения.

Есть еще одна причина, по которой синтез редкоземельных магнитоэлектриков на основе элементов группы железа не привлекает к себе такого внимания, как хотелось бы. Сейчас самыми популярными рабочими веществами в устройствах для преобразования магнитных и электрических сигналов считаются мультиферроики — вещества, в которых сосуществует магнитное и электрическое упорядочение, в первую очередь феррит висмута  $\text{BiFeO}_3$  [1]. Кристаллическая структура мультиферроиков исходно лишена центра симметрии, а не теряет его при магнитном упорядочении. Это очень интересный, но более узкий класс веществ по сравнению с магнитоэлектриками.

### Еще о пользе теории второго класса

Формулы (1) и (2) были введены для описания магнитоэлектрических эффектов в постоянных полях **E** и **H**. Они годятся и для слабопеременных полей

$$\begin{aligned} \mathbf{E} &= \mathbf{E}_1 \cos \omega t \text{ и} \\ \mathbf{H} &= \mathbf{H}_1 \cos \omega t, \end{aligned} \quad (9)$$

если частоты  $\omega$  малы по сравнению с собственными частотами

колебаний намагниченности  $\omega_m$  и электрической поляризации  $\omega_p$ :  $\omega \ll \omega_m, \omega_p$ .

Частоты  $\omega_m$  обусловлены тем, что в магнитоупорядоченной среде колебания магнитных моментов атомов связаны между собой, как связаны механические колебания атомов в упругой среде. По этой причине в магнетиках существуют магнитные волны (магноны) [4], подобные упругим волнам (фононам). Когда частота магнитного поля  $\omega$  приближается к  $\omega_m$ , возникает явление магнитного резонанса, которое количественно описывается частотной зависимостью магнитной восприимчивости  $\chi$  в формуле (5). Известны два типа кривых  $\chi(\omega)$ : поглощения  $\chi_a(\omega - \omega_m)$  и дисперсии  $\chi_d(\omega - \omega_m)$ , рис.6,а. Частотный интервал для резонансных особенностей на кривых называется шириной линии резонанса. Чем меньше эта ширина, тем острее резонансные пики. Обращаем внимание на отрицательный пик на второй кривой. С ним связан эффект, о котором речь пойдет в конце.

Частоты  $\omega_p$  обусловлены колебаниями зарядов разного знака, взаимодействие которых приводит к формированию зарядовых волн. В кристаллах они одновременно оказываются и упругими волнами, поэтому их часто называют электрооптическими фононами (см., например, [6]). При сближении частоты электрического поля  $\omega$  с одной из частот  $\omega_p$  возникает электрический резонанс; электрическая восприимчивость характеризуется своими кривыми поглощения  $\kappa_a(\omega - \omega_p)$  и дисперсии  $\kappa_d(\omega - \omega_p)$  (рис.6,б). Качественно они имеют тот же вид, что и кривые  $\chi_a$  и  $\chi_d$ .

Для описания магнитоэлектрических эффектов в условиях резонансов формулы (1), (2) удобно использовать вместе с формулой (8). Присутствие в (8) множителей  $\chi(\omega)$  и  $\kappa(\omega)$  означает, что магнитоэлектрические эффекты также резонансно усиливаются при частоте  $\omega$  вблизи

частот  $\omega_m$  и  $\omega_p$ . Это усиление можно задействовать для повышения эффективности преобразования сигналов.

Формулы (4), (5), записанные для переменных полей  $E(t)$  и  $H(t)$ , описывают так называемые вынужденные колебания векторов  $\mathbf{m}(t)$  и  $\mathbf{p}(t)$ . Есть другой тип возбуждения колебаний, известный под именем параметрического. Различия между вынужденными и параметрическими колебаниями проще всего пояснить на примере механического маятника. Вынужденные колебания маятник совершает под действием внешней периодической силы. Их амплитуда зависит от амплитуды силы и соотношения между частотой свободных колебаний  $f_0$  и частотой вынуждающей силы  $f$ . Наибольшее значение амплитуды достигается при равенстве  $f = f_0$  (условие резонанса). Параметрическое возбуждение возникает при периодическом изменении какого-нибудь параметра маятника, например его длины (при раскачивании качелей это отвечает приседанию в точках максимального отклонения и вставанию при прохождении нижней точки). Данный механизм возбуждения колебаний связан с потерей устойчивости равновесного состояния маятника — амплитуда

малых колебаний начинает быстро нарастать со временем. Для возникновения параметрической неустойчивости амплитуда колебаний параметра должна превышать минимальную величину, называемую порогом параметрического возбуждения. Величина порога зависит от трения в точке подвеса маятника, которую принято характеризовать частотой релаксации  $\delta f_0$ , и соотношения между частотами  $f_0$  и  $f$ . Параметрический резонанс (минимум порога параметрического возбуждения) достигается при  $f = 2f_0$  (что сразу видно на примере качелей — за период нижняя точка, в которой следует вставать, проходит дважды).

Все перечисленные особенности параметрических колебаний маятника целиком относятся и к магнитным колебаниям, в том числе к колебаниям подрешеток в антиферромагнетиках. Известны условия, при которых пороги параметрической неустойчивости имеют достаточно низкие значения, чтобы параметрический антиферромагнитный резонанс можно было наблюдать экспериментально. Эти условия накладывают ограничения на тип антиферромагнитного упорядочения и ориентацию магнитного поля (постоянного

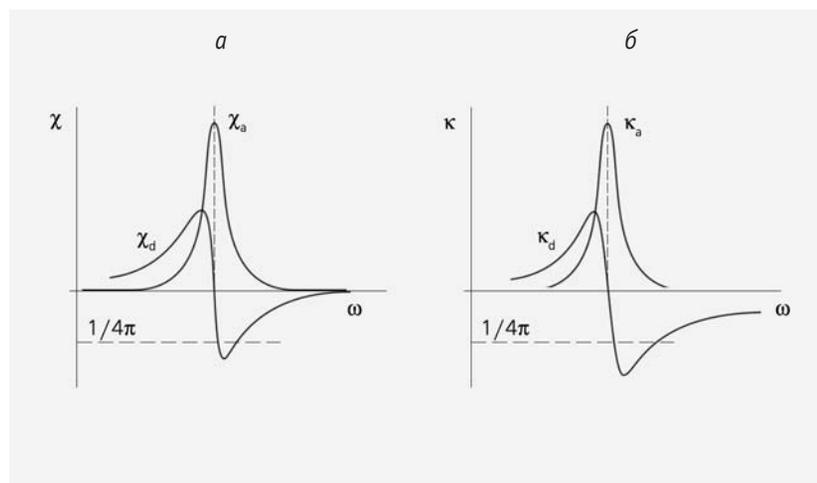


Рис.6. Частотные зависимости магнитной (а) и электрической (б) восприимчивостей;  $\chi_a$  и  $\kappa_a$  — кривые поглощения;  $\chi_d$  и  $\kappa_d$  — кривые дисперсии.

и переменного) относительно осей кристалла. Теперь возникает вопрос, могут ли параметрические магнитные колебания стать причиной колебаний электродипольного момента, т.е. возможен ли параметрический магнитоэлектрический эффект. В качестве положительного ответа было указано конкретное вещество  $\text{Cr}_2\text{TeO}_6$  [5], в котором оптимальные условия возбуждения параметрического антиферромагнитного резонанса совпадают с условиями наблюдения магнитоэлектрического эффекта, тоже зависящих от типа антиферромагнитного упорядочения и ориентации магнитного поля относительно осей кристалла. Хватит ли чувствительности у существующей аппаратуры, чтобы зарегистрировать эффект? Ответить может либо прямой эксперимент, либо теория первого класса. Теории второго класса могут лишь сузить направление поиска нужного вещества.

Из формулы (8), относящийся к теории второго класса, следует еще одна возможность усиления магнитоэлектрических эффектов — за счет совмещения частот магнитного и электрического резонансов ( $\omega_m = \omega_p$ ). В обычных магнитоэлектриках ( $\text{Cr}_2\text{TeO}_6$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) совпадение частот  $\omega_p$  и  $\omega_m$  невозможно по следующей причине. Первые зависят от кулоновских взаимодействий, определяющих кристаллическую структуру, а вторые — от более слабых обменных взаимодействий, ответственных за магнитное упорядочение. Следовательно,  $\omega_p$  и  $\omega_m$  должны соотноситься между собой, как температуры плавления с температурами Кюри и Нееля. Это слишком большое различие, чтобы его можно было убрать с помощью магнитного поля  $H_0$ , управляющего частотами  $\omega_m$ . Однако есть способ уменьшить частоту  $\omega_p$  (теоретически до нулевого значения), но он реализуем для более узкого класса магнитоэлектриков, уже упоминавшихся мультиферроиков.

### Когда стоит гнаться за двумя зайцами

Мультиферроиками называются вещества, в которых наличествует какая-либо комбинация спонтанных магнитного упорядочения, электрической поляризации и деформации. Для нас интереснее всего мультиферроики, обладающие свойствами магнетика и сегнетоэлектрика, которые проявляются после двух фазовых переходов: с магнитным упорядочением при температуре  $T = T_m$  и с электродипольным упорядочением при  $T = T_p$ .

Возможность структурного сегнетоэлектрического перехода означает, что в кристалле действуют факторы двух типов: одни стремятся сформировать поляризацию  $\mathbf{p}$ , другие (включая тепловое движение) — ее разрушить. При высоких температурах  $T > T_p$  преобладают разрушительные тенденции и  $p = 0$ , а при  $T < T_p$  — созидательные, поэтому  $p \neq 0$ . Сама точка перехода  $T = T_p$  соответствует состоянию безразличного равновесия. При отклонении от такого состояния отсутствует возвращающая сила, что отвечает частоте  $\omega_p = 0$ . Выше точки перехода устойчиво состояние с  $p = 0$ , поэтому частота  $\omega_p \neq 0$  и растет

при нагреве. Следовательно, существует такая температура  $T_0$ , при которой  $\omega_p = \omega_m$ , если  $T_m > T_p$ . К сожалению, наиболее популярный в настоящее время мультиферроик  $\text{BiFeO}_3$  этим свойством не обладает. У него температура  $T_p = 1083$  К, а  $T_m = 643$  К. Тем не менее поиск мультиферроиков с  $T_m > T_p$  стоит продолжать, поскольку это важно не только для усиления динамических магнитоэлектрических эффектов вблизи резонанса. На частотах  $\omega = \omega_p \approx \omega_m$  могут сильно изменяться условия распространения электромагнитных волн, если глубина провалов у кривых дисперсии  $\chi_a$  и  $\kappa_d$  (рис.6) превысит величину  $1/4\pi$  и станут отрицательными диэлектрическая  $\epsilon$  и магнитная  $\mu$  проницаемости:

$$\begin{aligned} \epsilon(\omega) &= 1 + 4\pi\kappa(\omega), \\ \mu(\omega) &= 1 + 4\pi\chi(\omega). \end{aligned}$$

Вещества с  $\epsilon < 0$  или  $\mu < 0$  называются средами с аномальной дисперсией. В 60-х годах прошлого века В.Г.Веселаго [8] теоретически исследовал законы распространения электромагнитных волн в веществах, у которых обе проницаемости отрицательны на одной частоте, что соответствует условию  $\omega_p = \omega_m$ . Эти законы оказались настолько необычными, что сре-

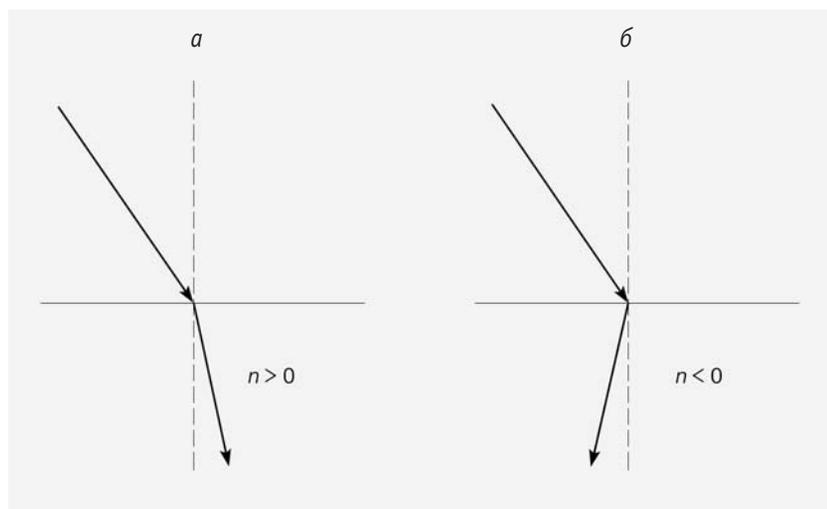


Рис.7. Схематическое изображение закона преломления для нормальных сред,  $n > 0$  (а), и для «левых сред»,  $n < 0$  (б).

дам с  $\epsilon < 0$  и  $\mu < 0$  дали специальное название «левые среды», или среды с отрицательным показателем преломления. Д.Смит и С.Шульц, искусственно получившие двумерную среду с  $\epsilon < 0$  или  $\mu < 0$ , назвали ее средой Веселаго. Одно из удивительных свойств сред Веселаго — получение неискаженного оптического изображения объекта с помощью плоскопараллельной пластинки (рис.7, 8). Это открывает перспективы делать сверхвысококачественную оптику без линз со сложным профилем поверхности, который должен быть выдержан с микронной точностью.

В настоящее время изучение мультиферроиков и поиск сред Веселаго ведут независимо разные группы исследователей. Нам хотелось обратить внимание на то, что эти два направления тесно связаны между собой, поэтому новые мультиферроики надо проверять на предмет вы-

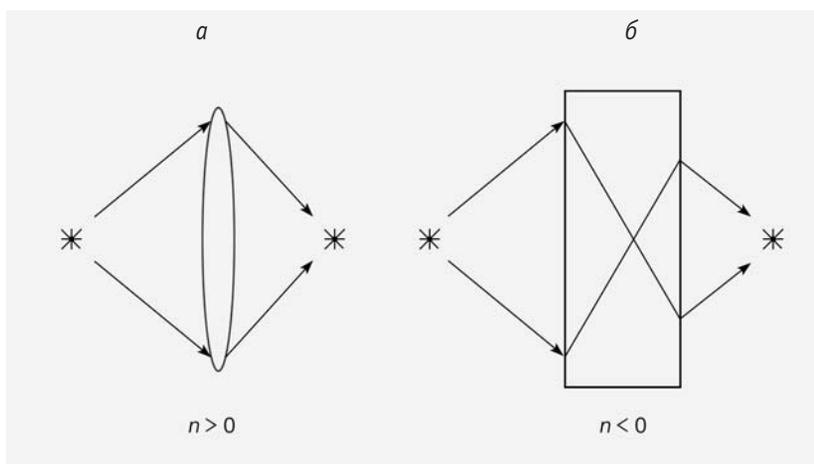


Рис.8. Схема, иллюстрирующая замену двояковыпуклой линзы из стекла (а) на плоскопараллельную пластину из среды Веселаго (б).

полнения  $\epsilon < 0$  или  $\mu < 0$ , чтобы «не пронести мимо рта» среду Веселаго. В свою очередь, искаителям сред Веселаго не следует пренебрегать магнитоэлектрическими свойствами исследуемых объектов. Поскольку маг-

нитоэлектрические эффекты не столь требовательны к знаку  $\epsilon$  и  $\mu$ , вещество, не дотянув до отрицательности  $\epsilon$  или  $\mu$ , может оказаться хорошим магнитоэлектриком. Это все-таки лучше, чем ничего! ■

**Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 05-02-16087.**

### Литература

1. Звездин А.К., Пятаков А.П. // Успехи физических наук. 2004. Т.174. С.465—470.
2. Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М., 1957.
3. Астров Д.Н. // Журнал экспериментальной и теоретической физики. 1960. Т.38. С.984—985.
4. Туров Е.А., Колчанов А.В., Меньшенин В.В., Мирсаев И.Ф., Николаев В.В. Симметрия и физические свойства антиферромагнетиков. М., 2001.
5. Куркин М.И., Меньшенин В.В., Бакулина Н.Б. // Физика твердого тела. 2007. Т.49. С.1398—1400.
6. Куркин М.И., Меньшенин В.В., Николаев В.В., Туров Е.А., Бакулина Н.Б. // Физика твердого тела. 2007. Т.49. С.1251—1254.
7. Rado G.T., Ferrari J.M., Maisch W.G. // Physical Review B. 1984. V.29. P.4041—4048.
8. Веселаго В.Г. // Успехи физических наук. 1967. Т.92. С.517—526.

Гессенская муха (*Mayetiola destructor*) — вредитель зерновых культур, широко распространенный во многих частях света; наибольший ущерб ее личинки наносят пшенице, ржи, ячменю. В настоящее время для борьбы с этим насекомым специалисты создают трансгенные виды пшеницы, способные постоянно производить белок HFR-3,

который разрушает кишечную стенку личинок мухи. Science et Vie. 2007. №1074. P.22 (Франция).

В феврале 2007 г. новозеландские рыбаки выловили самого крупного в мире кальмара — его длина 10 м. По мнению специалистов, это представитель

колоссальных кальмаров (*Mesonychoteuthis hamiltoni*), обитающих на больших глубинах океана и вырастающих до 14 м (не следует путать их с гигантскими кальмарами рода *Architeuthis* — их длина не превышает 12 м).

Sciences et Avenir. 2007. №722. P.30 (Франция).

# Изотопные показатели геохимических изменений осадочных пород

*«Все же достаточной ясности о вас для нас пока не существует, будем пробовать пытаться выяснить ваше состояние».*

Андрей Платонов. Ювенильное море

В.И.Виноградов

Камень рассматривается нередко как символ вечности и нерушимости. Весь геологический опыт показывает обратное. Даже при взгляде на сегодняшние или совсем недавние процессы можно видеть, как реки вгрызаются в скальные породы, выпиливают в них глубокие ущелья, дробят, шлифуют и переносят глыбы, валуны, гальку, песок. Процесс завершают морские волны, продолжающие измельчать обломочный материал. При его переносе идет также минеральная дифференциация, и находки магнетитовых, титановых и других рудных россыпей на современных пляжах встречаются совсем нередко. Равнинные реки переносят более мелкие частицы, вплоть до глинистых, что является результатом не только физического, но и химического выветривания. Само вещество при разрушении пород не исчезает, а только меняет свою форму. Поэтому процесс разрушения оказывается одновременно и процессом созидания: за счет разрушения пород одного типа возникают породы другого типа. Наиболее ярко такие преобразования проявляются в осадочном процессе.

В бассейны стока с суши выносятся и отлагаются на дне водоема продукты химического



**Владимир Иванович Виноградов**, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник Геологического института РАН. Область научных интересов — геохимия изотопов, эпигенез осадочных пород, геохимические и биосферные циклы элементов. Первым установил участие серы осадочного цикла в вулканических, магматических и рудообразующих процессах. Неоднократно печатался в «Природе».

и физического выветривания. Кроме того, на дно опускается неразложившаяся в водной толще масса биогенного материала. Поверхностный и подземный сток восполняют потери солевой составляющей осадочного бассейна. Эти и многие другие факторы формируют различные комплексы осадков. В первый момент своего образования свежий осадок оказывается в геохимическом отношении очень активным и до своего уплотнения и превращения в собственно породу испытывает целый ряд изменений. Главным активным компонентом оказывается органическое вещество, включающее в себя и бактериальную флору. В целом весь этот сложный комплекс процессов в русскоязычной литературе определяется термином «диагенез»,

и огромный вклад в его изучение внес Н.М.Страхов. Его научный авторитет был настолько высок, что и сейчас многие литологи видят свою главную задачу в изучении источников сноса осадочного вещества, палеогеографических условий осадконакопления и процессов диагенетических преобразований.

Между тем осадочная порода остается активной в геохимическом отношении на протяжении всего времени своего существования, большая часть которого приходится на постдиагенетические стадии. Чтобы избежать терминологической неопределенности, все эти стадии мы объединяем термином «эпигенез». Эпигенетические преобразования всегда идут при участии воды. Скорость их, как правило, невелика, но по

сравнению с диагенезом на многие порядки величины возрастает время эпигенетического взаимодействия, и общий его эффект оказывается весьма значимым.

Часто литологи рассматривают постседиментационные изменения только как помеху при решении своей главной задачи — изучения условий образования осадка и диагенеза. Но и направленному изучению постдиагенетических преобразований посвящена значительная часть превосходных исследований. Они связаны с такими именами, как А.В.Копелиович, А.Г.Коссовская, Б.А.Лебедев, В.И.Муравьев, Л.В.Пустовалов, В.Н.Холодов и многими другими.

### Некоторые случаи эпигенетических преобразований пород

Наиболее наглядные изменения пород — их простое растворение. Оно идет с различной скоростью, которая определяется прежде всего составом породы. На первом месте по скорости растворения находятся хлоридные соли калия (сильвин) и натрия (галит), за ними идут сульфаты кальция (гипс, ангидрит) и карбонаты — известняки и доломиты. Масштабы растворения последних легко себе представить, вспомнив виденные или прочитанные картины проявлений карста. Активный карст наиболее характерен для зон аэрации, где сказывается влияние атмосферной углекислоты. Но растворение карбонатов происходит и ниже местного базиса эрозии. Об этом можно судить по уровню химического стока рек в меженный период, т.е. когда основное водное и минеральное питание идет за счет разгрузок подземных вод. По заключению В.И.Зверева: «Несомненно, что основная масса современных осадочных и древних метаморфизованных карбонатных и галогенных пород была мобилизована и вынесена

в океан в результате деятельности подземного химического стока, который является важнейшим механизмом перераспределения вещества в земной коре» [1]. Из проведенных им уникальных расчетов следует, что для снижения «земной тверди» Русской и Сибирской платформ на 1 м за счет подземной денудации требуется всего около 200 тыс. лет. Согласитесь, что это внушительная скорость, особенно учитывая равнинный характер платформенных территорий. Что касается галита, то он на земной поверхности существует только благодаря продолжающемуся выдавливанию соли в структурах соляных куполов, как это фиксируется, например, в Прикарпатье, Прикаспии (вспомните озера Эльтон и Баскунчак) и во многих других районах мира. Широко известны выходы соляных источников — результат подземного растворения каменной соли.

Растворимость гипсо-ангидритов существенно ниже растворимости каменной соли, но в их уничтожении из разреза участвует и другой процесс — сульфатредукция. Сульфат в глубоко погруженных породах оказывается единственным веществом, которое содержит реакционноспособный кислород. В контакте с сильными восстановителями — углеводородными соединениями — сульфат разлагается по общей схеме



Такой процесс широко развит в природе: и сероводородный запах воды, и огромные скопления сероводородных газов, сопровождающих газовые и нефтяные месторождения и, наконец, проявления и крупные месторождения самородной серы — все это результат реакции восстановления сульфатов. При низких температурах восстановление идет медленно, но резко увеличивается при посредстве сульфатредуцирующих бактерий, а начиная примерно с температуры 120°C и выше ре-

акция протекает самопроизвольно с высокой скоростью. Редукция сульфатов сопровождается характерным перераспределением изотопов серы между продуктами реакции.

Другие породы, особенно силикатные, растворяются много труднее. Но в этих случаях в пользу растворения работает время, — ведь природе некуда спешить. Вместе с растворением часто происходит перекристаллизация вещества. Так, на месте рыхлых песков возникают плотные песчаники, мягкие глины превращаются в глинистые сланцы, которые можно использовать даже как кровельный материал, известняк переходит в мрамор. Все эти изменения так или иначе ведут к сокращению мощности пород, перераспределению или полному выносу части вещества.

### Изотопные признаки характера и масштаба эпигенетических изменений

Рассматриваемая тема неисчерпаема, и я ограничусь только несколькими примерами из работ, выполненных в последнее время в изотопной лаборатории Геологического института РАН. Главным модельным примером нам служил Иркутский амфитеатр Сибирской платформ [2]. Кембрийский разрез амфитеатра сложен в основном эвапоритовыми отложениями (галит, ангидрит) и карбонатами.

**Серa.** Пожалуй, наиболее ярко эпигенетические изменения проявляются в изотопном составе серы. Основные носители геохимически активной серы в осадочных породах — сульфатные толщи соленосных отложений. Выше уже говорилось, что сульфаты в земной коре неустойчивы и в контакте прежде всего с органическим веществом восстанавливаются до сероводорода. При этом скорость реакции изотопно-легких ио-

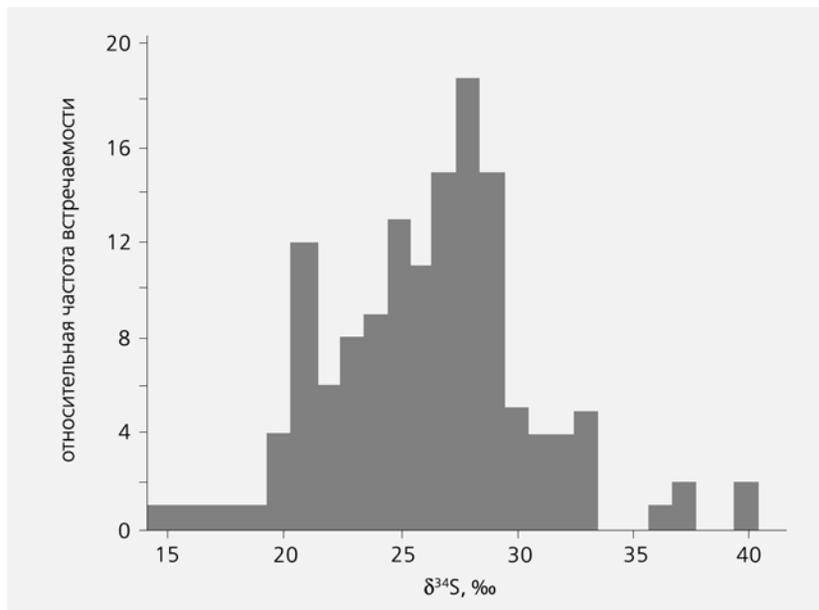


Рис.1. Гистограмма изотопных отношений серы в нижнекембрийских эвапоритах Иркутского амфитеатра. Виден очень большой разброс изотопного состава серы, связанный с постседиментационными изменениями состава серы.

нов сульфата ( $^{32}\text{SO}_4^{2-}$ ) несколько выше, чем тяжелых ( $^{34}\text{SO}_4^{2-}$ ), и поэтому сероводород обогащается легким изотопом серы, а в оставшемся сульфате постепенно накапливается тяжелый изотоп. Этот эффект отчетливо фиксируется во многих природ-

ных обстановках, когда возникает дисперсия реально измеряемых изотопных отношений серы относительно постоянной величины этого отношения в морской воде соответствующего времени и исходного сульфатного осадка. Приведем один

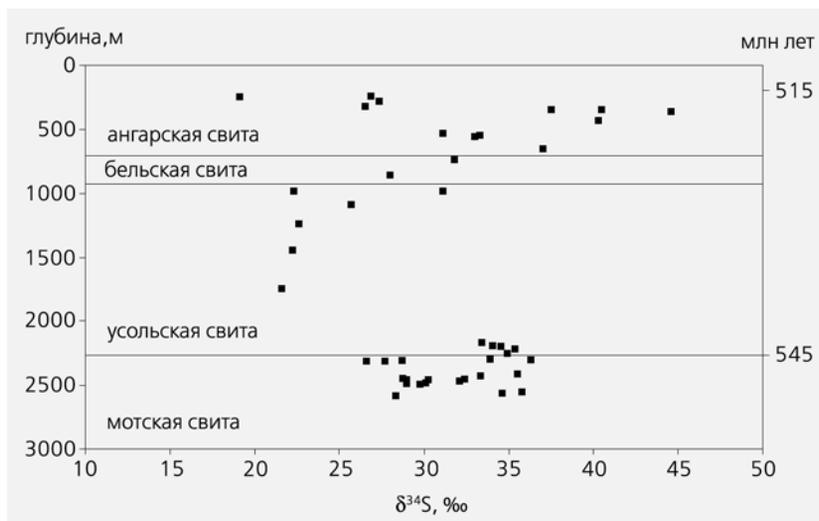


Рис.2. Изотопный состав сульфатной серы по разрезу венд-кембрийских отложений Иркутского амфитеатра. Разброс в пределах одного стратиграфического уровня — свидетельство эпигенетических изменений. В усольской свите 80% мощности приходится на галит. Поэтому, видимо, в сульфатах галитовой толщи сохранились значения  $\delta^{34}\text{S}$ , близкие к исходным.

из примеров. В основе рис.1 лежит около 250 определений изотопного состава серы из разрезов нижнего кембрия Иркутского амфитеатра. На гистограмме выделяется наиболее часто встречающееся значение  $\delta^{34}\text{S}$  около 27%. Считается, что именно такое значение отвечает изотопному составу серы кембрийского океана. С формальных позиций с этим легко согласиться, тем более что подобная картина воспроизводится и в других регионах мира. Но ведь гистограмма рис.1 только отражает частоту встречаемости образцов сульфатов с тем или иным изотопным составом серы и ровно ничего не говорит о причинах самого распределения. Между тем, как уже упоминалось выше, существует бесспорно действующий механизм изотопного разделения, который приводит к обогащению сульфатной серы эвапоритов тяжелым изотопом на стадии их постседиментационных преобразований. Поэтому исходному изотопному составу кембрийских океанов должны отвечать образцы из левой части графика, а более высокие значения  $\delta^{34}\text{S}$  указывают на исчезновение части сульфатов за счет процессов редукции. Под их воздействием общая мощность кембрийской части разреза Иркутского амфитеатра сократилась примерно на 100 м [2]. Это означает, в свою очередь, что весь двухкилометровый разрез пород был пронизан и их сульфатная составляющая неоднократно прошла через стадии растворения—кристаллизации.

На рис.2 приведен изотопный состав серы по разрезу кембрийских отложений Иркутского амфитеатра [3, 4]. Виден очень большой разброс изотопных отношений серы в пределах близкого или даже одного стратиграфического уровня. Подобная неоднородность не могла быть исходно присуща океаническому сульфату.

**Стронций.** Не менее выразительно такая же картина де-

монстрируется данными по изотопному составу стронция. Последний выражается через отношение  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ .  $^{87}\text{Sr}$  состоит из двух компонент. Одна из них, также как и изотоп  $^{86}\text{Sr}$ , унаследована со времени нуклеосинтеза; другая образовалась за счет радиоактивного распада  $^{87}\text{Rb}$ , период полураспада которого равен  $(4.7 \pm 0.2) \cdot 10^{10}$  лет. В ходе земной истории изотопное отношение  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  нарастает от его первичного значения 0.699. Скорость такого нарастания зависит от соотношения  $\text{Rb}/\text{Sr}$  в породе (или в минерале). Усредненное значение изотопного отношения стронция в земной коре на данный отрезок геологического времени отражается в составе воды Мирового океана и, соответственно, в сульфатных и карбонатных осадках. Поскольку отношение в них  $\text{Rb}/\text{Sr}$  очень низкое, изотопный состав стронция в сульфатах и карбонатах обычно используется для восстановления геохимической истории морской воды. Трудности на этом пути опять-таки связаны с постседиментационными преобразованиями пород. Подземные воды в контакте с силикатными или силикатсодержащими (мергели) породами обогащаются радиогенным стронцием и затем могут заразить им безрубидиевые карбонаты и сульфаты. Поэтому постседиментационные изменения пород, как правило, направлены в сторону увеличения отношения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  по сравнению с его исходным значением. При восстановлении исходного состава океанического стронция приходится ориентироваться на самые низкие значения. С этим связана некоторая неопределенность в оценках разных авторов. На рис.3 границы такой неопределенности выделены (опять-таки с некоторой долей условности) цветовой полосой. Хотя в венд-кембрийском разрезе Иркутского амфитеатра резко преобладают именно сульфатные и карбонатные породы, и, следовательно,

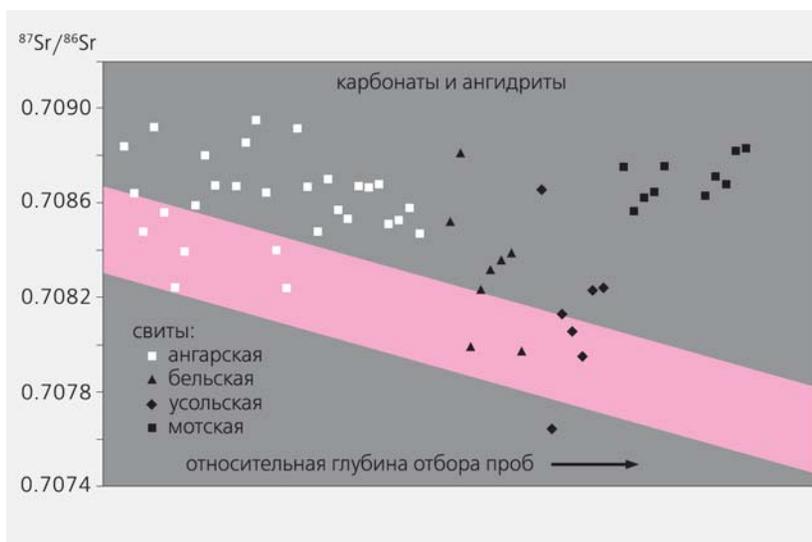


Рис.3. Распределение изотопного состава стронция в сульфатных и карбонатных породах по разрезу Иркутского амфитеатра. Двумя наклонными линиями на графике выделена область вероятных первичных изотопных отношений. Видно, что большая часть образцов заражена радиогенным стронцием. Это означает, что сульфатные и карбонатные породы всего разреза обменяли свой стронций с раствором, т.е. прошли через стадию растворения—осаждения. Сказанное может относиться и к пробам, которые находятся в зоне первичных отношений. Отсутствие смещения первичного изотопного состава в них объясняется сильной буференностью системы.

стронциевая изотопная система в них должна быть устойчива к заражению радиогенным стронцием, тем не менее подавляющая часть образцов оказывается зараженной им [5].

**Изотопный состав углерода и кислорода карбонатных пород.** Значительно сложнее обстоит дело с интерпретацией изотопных данных по карбонатам, хотя причины этому, как мне представляется, скорее субъективны [6]. Одна из главных задач литогенеза состоит в выяснении палеогеографических условий осадконакопления, эволюции климата, состава атмосферы, океанической воды, соотношения поверхности суши и моря и т.п. Принципиально подобные проблемы разрешимы для относительно молодых, мезокайнозойских отложений, существенно сложнее они решаются для палеозойского времени и крайне трудно и неоднозначно для протерозоя—нижнего палеозоя. Большие на-

дежды здесь возлагаются на помощь изотопных методов исследования, и в первую очередь исследования карбонатных пород. Особый интерес представляют неопротерозой-кембрийские породы, среди которых, как нигде больше в земной истории, обнаружены самые сильные вариации изотопного состава карбонатного углерода. К тому же именно в верхнем протерозое зафиксированы наиболее яркие ледниковые отложения, часто перекрытые слоем карбонатных пород (сар гок). Именно в этих карбонатах отмечены характерные вариации изотопного состава углерода. Картина кажется настолько выразительной, что возникли представления об этапах полностью оледенелой Земли (snowball), и в поддержку этой сомнительной гипотезы привлекаются данные по изотопному составу карбонатного углерода, причем изотопный состав кислорода во внимание не берется.

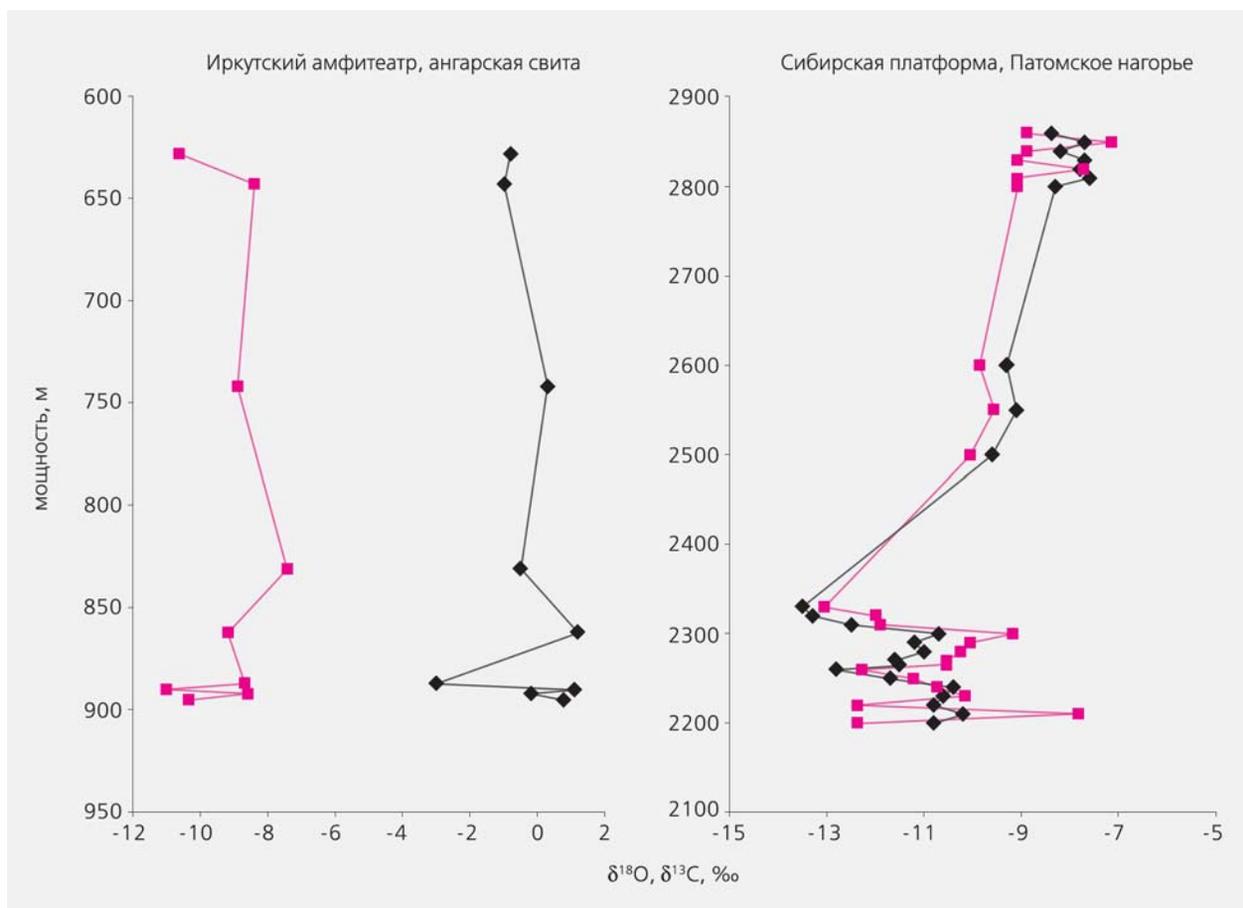


Рис. 4. Изотопные соотношения углерода и кислорода (красные квадратики) в карбонатах нижнего кембрия [2] и верхнего протерозоя [7] в двух разрезах Восточной Сибири. Видна четкая обратная зависимость значений  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{18}\text{O}$  в 300-метровом интервале отложений ангарской свиты. Именно в этой части разреза широко проявлены брекчии подземного выщелачивания. Еще более четко прямая зависимость выражена в 700-метровой части верхнепротерозойского разреза Патомского нагорья (для него счет мощности идет снизу вверх по разрезу).

**Углеродный цикл.** Экзогенный цикл углерода связан с перераспределением этого элемента между его двумя основными резервуарами: углеводородным (органическое вещество) и карбонатным. Обмен между резервуарами происходит через углекислый газ атмосферы и растворенные формы углекислоты в океанической воде. Обмен сопровождается изотопным фракционированием, в результате которого органическое вещество (ОВ) обогащается легким изотопом  $^{12}\text{C}$ , а карбонатное тяжелым  $^{13}\text{C}$ . В принятой во всем мире шкале PDB среднее значение  $\delta^{13}\text{C}$  осадочных карбонатов составляет  $0 \pm 2\%$ , а углеводородного вещества —  $22 \pm 5\%$ . Изменения

в относительных объемах резервуаров должны приводить к изменению изотопного состава углерода в каждом из них. Проследить эти изменения во времени надежнее по карбонатам. Понижение значений  $\delta^{13}\text{C}$  в карбонатах соответствующего времени свидетельствует о сокращении резервуара ОВ, о дополнительном окислении накопленных ранее углеводородов. Наоборот, увеличение значений  $\delta^{13}\text{C}$  говорит о повышении скорости захоронения и объема ОВ, временно удаляемого из активного круговорота. Количество захороняемого или окисляемого ОВ так или иначе связано с климатом, и изучение изотопного состава древних карбонатов да-

ет, казалось бы, прямую информацию о палеогеографических условиях времени карбонатонакопления. Кроме того, считается, что смещение изотопного состава карбонатного углерода в ходе эпигенетических преобразований пород маловероятно.

**Кислородный цикл.** Кислород относится к самым распространенным элементам. На его долю приходится около 50% атомов вещества земной коры. Поэтому изотопный состав кислорода в его основных резервуарах довольно устойчив. В первую очередь это относится к Мировому океану. Большой объем и высокая скорость перемешивания океанической воды обеспечивают высокую степень по-

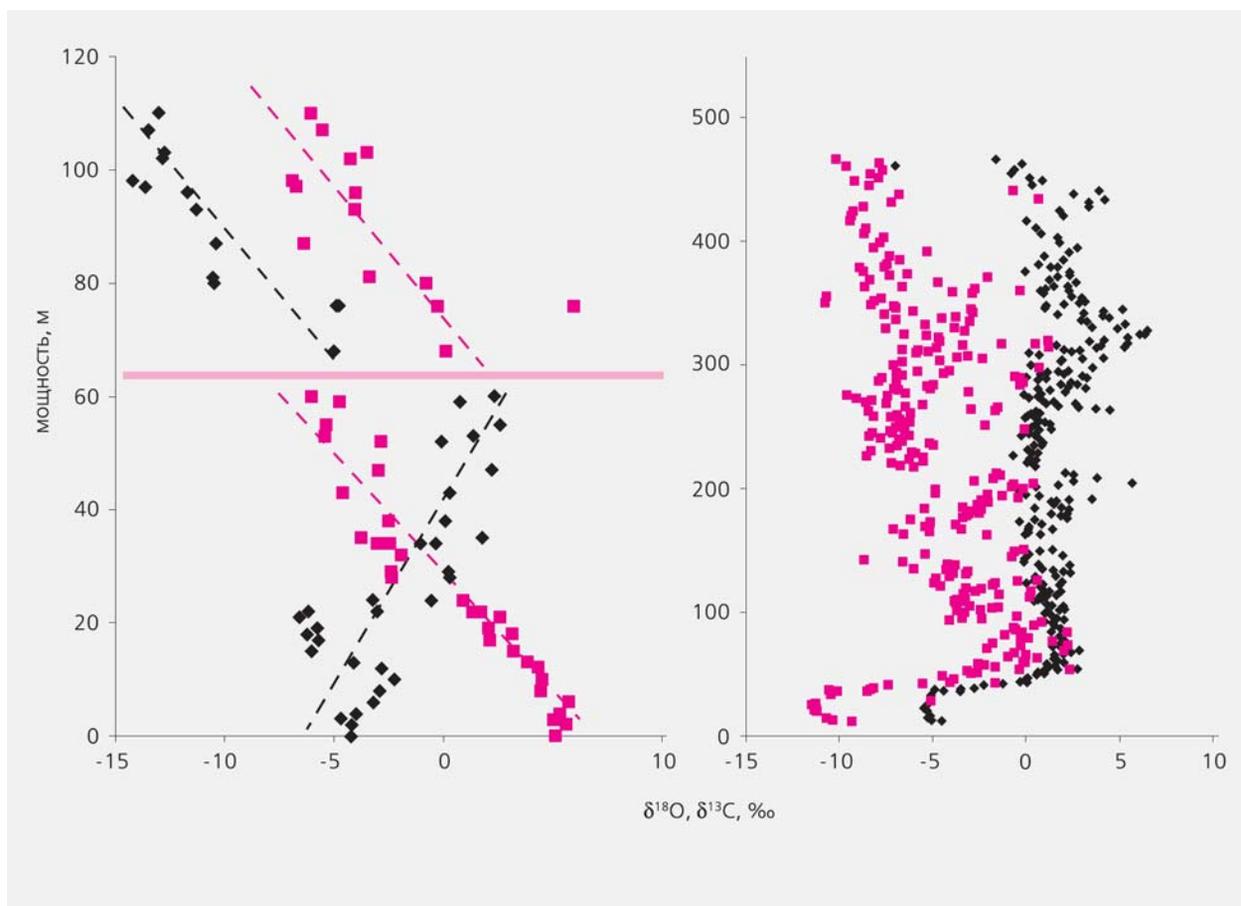


Рис.5. Изотопные отношения углерода и кислорода (красные квадратики) в неопротерозойских разрезах Омана (слева) и Намибии. Для Омана [8] характерна смена знака зависимости  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{18}\text{O}$  с прямой в верхней части разреза на обратную в нижней. Это можно объяснить изолированностью потоков двух уровней подземных вод и особенностями эпигенетических процессов на каждом из уровней. Разрез Намибии [9] представлен огромным количеством измерений и четко выраженным прямым соответствием изотопных отношений углерода и кислорода. Соответствие в изменении значений  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{18}\text{O}$  наиболее четко видно в нижней части разреза в пределах перекрывающих диамиктиты карбонатов (сар госк) мощностью около 70 м. Это обстоятельство особенно ярко свидетельствует против унаследованного со времени осадкообразования изотопного состава карбонатного углерода.

стоянства изотопного состава кислорода океанических вод. Для численного выражения изотопного состава кислорода используются две шкалы — PDB и SMOW. В первой шкале за нулевую точку отсчета ( $\delta^{18}\text{O} = 0$ ) принимается изотопный состав кислорода белемнита из меловых отложений, а в шкале SMOW — средний изотопный состав кислорода океанической воды.

Разница в значениях  $\delta^{18}\text{O}$  морской воды и равновесного с ней карбоната близка к 30‰. С повышением температуры воды она сокращается примерно на 0.2‰ на 1° температуры. Не-

большие отклонения в сторону отрицательных значений  $\delta^{18}\text{O}$  (на минус 3 — минус 4‰) связаны с опреснением воды внутренних морей за счет континентального стока. Испарительная концентрация морской воды приводит к положительному смещению значений  $\delta^{18}\text{O}$ . В воде закрытых испаряющихся бассейнов смещение может достигать 8—10‰. Разница в изотопном составе кислорода океанической воды в ледниковые и неледниковые периоды не выходит за пределы  $\pm 1\%$ . Относительное постоянство изотопного состава морских вод предо-

пределяет такое же постоянство кислорода в карбонатах, которые образуются в равновесии с водой. При работе с карбонатным материалом удобнее пользоваться шкалой PDB. В этой шкале равновесный с современной морской водой карбонат имеет значение  $\delta^{18}\text{O} = 0$ .

Кислород (как и углерод) — породообразующий элемент карбонатов. Однако широкая распространенность этого элемента в других породах и в воде определяет более легкую изменчивость его изотопного состава под влиянием различных процессов.

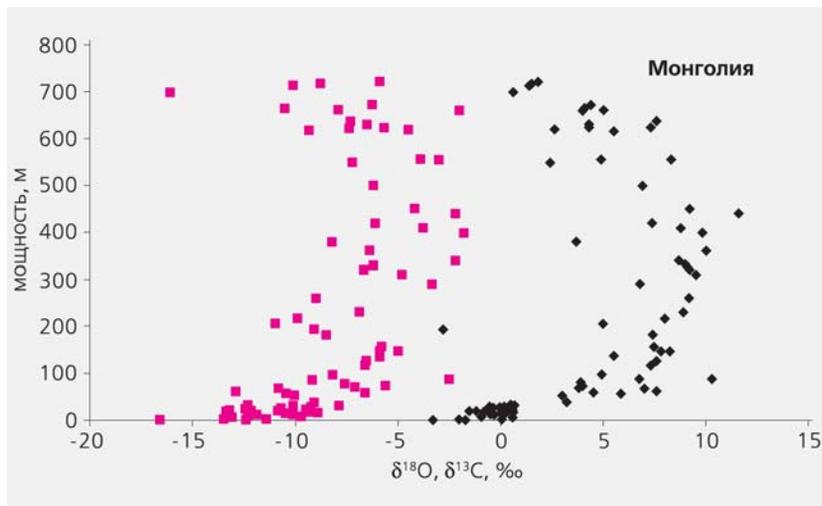


Рис.6. Соотношения  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{18}\text{O}$  в неопротерозойских карбонатах провинции Тсагаан Гол, Западная Монголия [10]. Видно четкое прямое соответствие в изменении изотопного состава углерода и кислорода по разрезу. Счет мощности идет снизу вверх по разрезу.

Таким образом, изотопный состав углерода и кислорода осаждаемого карбоната определяется совершенно разными причинами. Не приходится ожидать никакой взаимосвязи между значениями  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{18}\text{O}$  в неизменных процессах эпигенеза карбонатных породах.

Во всех известных мне работах, посвященных палеогеографическим реконструкциям, постулируется и утверждается на основе полученных данных отсутствие соответствия между этими значениями. Пересмотр опубликованных данных приводит, однако, к обратному заключению.

Приведем несколько примеров, количество которых можно умножить.

На рис.4–6 видно, что изотопный состав углерода и кислорода неопротерозой-кембрийских карбонатов изменяется по глубине синхронно друг с другом, иногда в прямом, иногда в обратном направлениях. Почему-то многие исследователи предпочитают не замечать такой зависимости. Это позволяет им, опираясь только на результаты измерений  $\delta^{13}\text{C}$  и оставляя вне детального рассмотрения данные по  $\delta^{18}\text{O}$ , выстраивать картины палеогеографических обстановок прошлого. Реально наблюдаемые ковариационные связи, однако, заставляют искать причины изотопных вариаций в процессах эпигенетических преобразований пород.

Изотопные данные открывают, таким образом, новую область литологических проблем, связанную с расширением представлений о масштабах и значимости геохимической трансформации вещества осадочных пород и процессов, приводящих к такой трансформации. ■

## Литература

1. Зверев В.П. Роль подземных вод в миграции химических элементов. М., 1982. С.155.
2. Виноградов В.И., Беленицкая Г.А., Буякайте М.И. и др. // Литология и полез. ископаемые. 2006. №6. С.655–668.
3. Виноградов В.И., Беленицкая Г.А., Буякайте М.И. и др. // Литология и полез. ископаемые. 2006. №1. С.96–110.
4. Виноградов В.И. // Литология и полез. ископаемые. 2007. №1. С.3–17.
5. Виноградов В.И., Беленицкая Г.А., Буякайте М.И. и др. // Литология и полез. ископаемые. 2006. №2. С.183–192.
6. Виноградов В.И., Беленицкая Г.А., Буякайте М.И. и др. // Литология и полез. ископаемые. 2006. №3. С.301–310.
7. Покровский Б.Г., Мележик В.А., Буякайте М.И. // Литология и полез. ископаемые. 2006. №5. С.505–530.
8. Le Guerroué T., Allen P.A., Cozzi A. // Precambrian Res. 2006. V.146. №1–2. P.68–92.
9. Halverson G.P., Hoffman P.F., Schrag D.P. et al. // GSA Bulletin. 2005. V.117. №9/10. P.1181–1207.
10. Shields G.A., Brasier M.D., Stille P., Dorjnamjaa D. // Earth and Planetary Science Letters. 2002. V.196. P.99–111.

# От ниш к нейтральности в биологическом сообществе

А.М.Гиляров

Долгое время в экологии господствовало представление, что виды, живущие в одном сообществе, должны обязательно занимать разные экологические ниши. Более того, сосуществование таких видов признавалось возможным лишь постольку, поскольку они различаются своим отношением к окружающей среде. Данное положение, ставшее по сути основной догмой экологии сообществ, ведет свое начало от математических моделей, предложенных еще в 1920-е годы В.Вольтеррой и А.Лоткой, и лабораторных экспериментов Г.Ф.Гаузе, проведенных в 1930-е годы. Согласно «принципу конкурентного исключения» (закону Гаузе) в современной его трактовке, количество видов одного трофического уровня, живущих вместе, не может превышать числа факторов, ограничивающих рост их популяций «сверху». Упрощая ситуацию, можно сказать, что каждый вид должен быть ограничен своей пищей или своим хищником.

Однако накопление новых эмпирических данных и попытки их теоретического осмысления привели к выводу, прямо противоположному основной догме: разные виды могут сосуществовать в силу сходства своих экологических характеристик. Идея на самом деле не нова. В той или иной форме она уже не раз высказывалась: на-



**Алексей Меркурьевич Гиляров**, доктор биологических наук, профессор кафедры общей экологии биологического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Основные научные интересы связаны с проблемами общей и популяционной экологии, историей и методологией науки. Член редколлегии и постоянный автор «Природы».

пример, по отношению к растительным сообществам еще в 1920-е годы нашим соотечественником Л.Г.Раменским и независимо — американским исследователем Г.Глисоном. Однако обычно подобные взгляды рассматривались как еретические и не заслуживающие серьезного внимания\*.

Сейчас положение изменилось во многом благодаря работам американского эколога

\* Автор этих строк в начале 1980-х годов опубликовал две статьи, в которых показал, что два вида дафний сосуществуют в одном водоеме именно благодаря тому, что сходно реагируют изменениями рождаемости на смену трофических условий в водоеме (Гиляров А.М. // Доклады АН СССР. 1981. Т.257. С.251—254; Gbilarov А.М. // Oikos. 1984. V.43. P.46—52). На эти статьи почти не было реакции, а эколог и специалист по теории эволюции М.Линч, прочитав статью, заметил, что трудно представить себе ситуацию, когда отбор у двух видов, направленный в одну сторону, приводит к конвергенции, а не дивергенции сосуществующих видов.

С.Хаббела из Университета штата Джорджия (США). Принцип, положенный им в основу новой гипотезы, гласит: *виды могут сосуществовать, если в расчете на одну особь имеют примерно равные вероятности рождения, гибели, миграции и видообразования* [1]. Такая экологическая эквивалентность особей разных видов и была названа нейтральностью. По собственному признанию Хаббела, формированию этих представлений немало способствовали знакомство с теорией островной биогеографии (предложенной в 1960-е годы Р.Макартуром и Э.Уилсоном) и его огромный личный опыт изучения тропических лесов, сначала — сухих, листопадных в Коста-Рике, а позднее — влажных на о.Барро-Колорадо (посреди оз.Гатун в зоне Панамского канала).

Мы постараемся объяснить, почему весьма абстрактная модель устройства островного со-

общества и сугубо конкретные эмпирические данные о чрезвычайно высоком видовом разнообразии тропических лесов заставляют усомниться в основной догме экологии сообществ, согласно которой виды сосуществуют, поскольку занимают разные ниши. Сомнение, однако, не есть еще отрицание, поэтому мы затронем здесь и недавно предпринятую попытку примирить разные подходы к сообществу в рамках одной модели.

### Антинишевая модель Макаурта—Уилсона

Один из вопросов, который задавали себе Макаурт и Уилсон, можно сформулировать так: почему на острове, как правило, видов меньше, чем на такой же площади территории материка [2]? Видимо, рассуждали авторы, на острове скорость вымирания видов выше, чем на ма-

терике, а скорость заселения новыми не столь высока, чтобы быстро компенсировать вымирание. Число видов, входящих одновременно в островное сообщество, есть результат сбалансированности двух процессов, а именно — вселения (иммиграции) новых видов на остров и вымирания уже присутствующих. Оба процесса можно выразить как функции числа видов, имеющихся на острове (рис.1). Скорость вселения снижается, поскольку все меньше видов из исходного пула (живущих на близлежащем материке или крупном острове) останется за пределами острова. Скорость же вымирания возрастает — ведь будет кому вымирать, а кроме того, сокращение среднего размера одной популяции автоматически равносильно повышению вероятности ее случайного вымирания.

Равновесное сообщество в теории островной биогеогра-

фии не есть некий сложившийся набор определенных видов, долго (в теории — неограниченно долго) сохраняющийся на острове. Модель предполагает только равенство скоростей двух процессов — заселения и вымирания. Видовой же состав такого сообщества со временем может меняться. Интересно, что сами авторы модели на это обстоятельство особого внимания не обратили. Тогда господствовало убеждение, что сосуществование видов возможно только при разделении экологических ниш. Более того, один из авторов модели, Макаурт, исследовал механизм разделения экологических ниш американских славков — мелких воробьиных птиц рода *Dendroica*. Оказалось, что обитающие вместе виды этого рода собирают корм в разных частях крон хвойных деревьев: один ближе к стволу, другой — к периферии кроны, третий — к вершине, четвертый — к комлю. Позднее Макаурт потратил немало усилий на теоретическое изучение максимально допустимого, т.е. разрешающего сосуществование, перекрывания экологических ниш видов.

Однако в модели островной биогеографии Макаурта—Уилсона удивительным образом не фигурирует представление о необходимости расхождения видов по разным нишам (факт, справедливо отмеченный Хаббелом). Сообщество в этой модели формируется расселением организмов, а не конкуренцией между уже присутствующими, поэтому такие группировки называют сформированными расселением, в отличие от сформированных расхождением по нишам. Предполагается, что последние складываются только из тех видов, которые, вселившись, смогли занять свободные экологические ниши. Очевидно, что между вселяющимися видами должна быть конкуренция, которая и расставит все по своим местам: одни виды разойдутся по свободным нишам, а другие

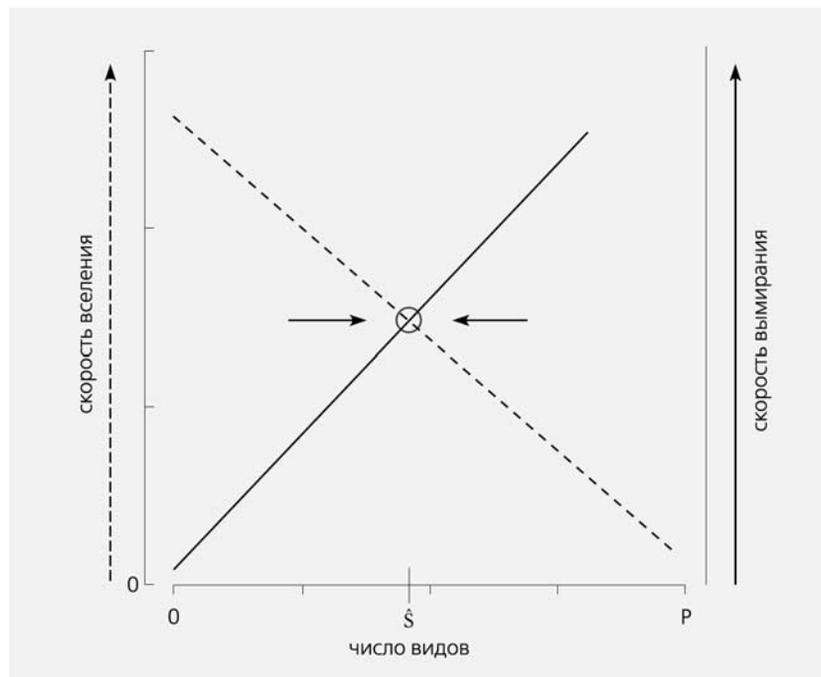


Рис.1. Модель поддержания равновесного числа видов  $\hat{S}$  на острове в результате взаимодействия процессов вселения новых видов и вымирания старых. Интенсивность обоих процессов выражена как функция числа видов, имеющихся на острове. P — общий пул видов для заселения. Пересечению кривых скорости вселения и скорости вымирания соответствует некое равновесное число видов [2].

останутся «не у дел» и не смогут дать начало размножающимся популяциям.

На самом деле в любом сообществе всегда есть некоторое расхождение видов по разным нишам. Так, в лесу мы видим, что кроны разных видов деревьев занимают разные ярусы — одни образуют полог леса, другие — подлесок, третьи выступают над основным пологом. Корни разных видов также могут находиться на разной глубине. Однако многие виды живут бок о бок и не проявляют (их не наблюдают) сколь-либо существенных различий в своих требованиях к среде. Утверждать, что все виды одного сообщества обязательно занимают разные ниши, вряд ли возможно. Особенно если речь идет о сообществах с высоким видовым разнообразием, к коим безусловно относятся влажные тропические леса.

### Необъяснимое разнообразие тропического леса

Жителю умеренных широт очень непросто представить себе то разнообразие видов древесных растений, с которым он столкнется во влажном тропическом лесу. Ведь он привык, что все найденные виды деревьев в лесу можно пересчитать по пальцам. С такими крайне бедными по видовому составу лесами имели дело и лидеры основных школ в области геоботаники и фитоценологии — науки о растительных сообществах. Отсюда и их представления о лесах, в которых преобладают один-два вида. В частности, в нашей стране такой подход развивал В.Н.Сукачев, оказавший огромное влияние на становление отечественной фитоценологии, но, справедливости ради, надо заметить, вовсе не способствовавший развитию критического взгляда на доминирующие воззрения.

Сосуществование разных видов деревьев в лесах умеренной

зоны более или менее удовлетворительно объясняется в рамках традиционных представлений о нишевой организации сообществ. Кроме того, во многих случаях совместное произрастание разных видов справедливо трактуется как некое преходящее состояние, как результат еще не закончившейся смены одних растений другими в ходе обычной сукцессии. Так, в европейской части России легко наблюдать, как быстро зарастают вырубki породами-пионерами (например, березой и осинкой), а потом их постепенно сменяют основные лесообразующие породы — ель, сосна (на песчаных почвах) или в более южных районах — дуб.

Но позволит ли подход, оправдавший себя при изучении лесов умеренной зоны, объяснить сосуществование 100 разных видов деревьев на 1 га? А подобное разнообразие во влажных тропических лесах вовсе не редкость. Так, на о.Барро-Колорадо на участке леса в 50 га произрастает 316 видов деревьев, в Таиланде — 269 видов, на Малазийском п-ове — 823 вида, а на о.Борнео — 1186 видов (возможно, рекордное число на сегодняшний день). Причем во всех случаях к деревьям относили растения, имевшие диаметр ствола не менее 1 см на высоте груди, и не относили лианы.

Основной вопрос, на который нужно ответить, столкнувшись со столь высоким разнообразием, сводится к поиску механизма, обеспечивающего выживание множества редких видов. Иначе его можно сформулировать так: *почему редкие виды не вытесняются из сообщества более многочисленными и, скорее всего, более успешными конкурентами?* Ведь все они используют одни и те же ресурсы, все конкурируют прежде всего за свет, за место под солнцем в буквальном смысле этого слова. Подобный вопрос, конечно, не раз возникал, хотя чаще он только подразумевался из общего контекста. И тем не менее по-

пытки объяснить, какие преимущества могла бы давать видам их малочисленность, время от времени предпринимались.

Одно из таких объяснений — гипотеза Джанзена—Коннела: ее в несколько разных терминах независимо сформулировали в 1970 г. два американских исследователя — Д.Джанзен и Ж.Коннел. Суть гипотезы сводится к тому, что в тропических лесах с очень высоким разнообразием деревьев семена и проростки имеют гораздо больше шансов выжить, если они находятся вдали от родительских растений. Джанзен полагал, что значительную часть семян, упавших рядом с «родителем», поедают специализированные «хищники» (на самом деле растительноядные животные), которым гораздо легче разыскать свои излюбленные кормовые объекты, если они располагаются скоплениями. Коннел считал, что усиленное истребление более массовых видов деревьев происходит чуть позже — на стадии проростков, и решающую роль играют листогрызущие насекомые, например, гусеницы тех или иных видов бабочек, кормящиеся определенными видами.

Заметим, что и Джанзен и Коннел исходили из предположения о строгой пищевой специализации животных тропических лесов. Считалось, что у каждого растения есть свои потребители, которые в свою очередь контролируются специфическими хищниками и паразитами. Сразу заметим, что каких-либо серьезных эмпирических данных, подкрепляющих эти предположения, тогда не было. Позднее же чешский энтомолог В.Новотный, работавший с большой группой помощников в тропическом лесу Новой Гвинеи, на основе огромного материала убедительно доказал, что подавляющее большинство листогрызущих насекомых вовсе не узкие специалисты, а питаются по крайней мере несколькими видами растений [3,

4]. Более того — средний уровень специализации насекомых в тропиках оказался не выше, чем у насекомых, обитающих в широколиственных лесах Центральной Европы.

Надо сказать, что строгая проверка гипотезы Джанзена—Коннела в полевых условиях дело очень непростое. Результаты получались порой противоречивыми, а кроме того, не прекращались споры о том, каковы должны быть размеры площадок для учета численности растений разного возраста. Однако проведенное недавно по единой схеме крупномасштабное изучение семи участков тропических лесов (два в Центральной Америке и пять в Юго-Восточной Азии) позволило сделать важный вывод: по мере роста и развития деревьев (от семян до зрелых растений) их разнообразие увеличивается, а позднее, на стадии старения и отмирания, снижается [5]. Разнообразие оценивалось как число видов с определенным числом особей, причем анализ проводился отдельно для четырех возрастных групп деревьев и на пробных площадках разной площади. Интервал между двумя обследованиями составил 5 лет, а для двух участков — 10 лет (с промежуточным обследованием через 5 лет).

Как заметили авторы этой работы, обнаруженную ими лучшую выживаемость редких видов в сравнении с массовыми можно объяснить не только гипотезой Джанзена—Коннела. Не исключено, что эффект связан с некоторым разделением экологических ниш, в результате чего интенсивность внутривидовой конкуренции становится ниже межвидовой. Еще одна возможность — положительное влияние соседних растений, если они оказываются другого вида (это так называемая гипотеза облегчения). Но каковы бы ни были конкретные процессы, происходящие в сообществе, очевидно, что у редких видов вероятность вы-

живания на ранних стадиях выше, чем у массовых.

### Относительное обилие видов

Среди экологов никогда не прекращался спор о том, что есть сообщество — высоко интегрированная система, развивающаяся и реагирующая на изменения среды как нечто целое (порой напоминающее организм), или же это достаточно произвольно выделяемая исследователями совокупность особей разных видов, волею судеб оказавшихся соседями, у которых особенности физиологии, строения и жизненного цикла позволяют существовать на определенной территории. Тот же вопрос можно сформулировать несколько иначе: что важнее для поддержания структуры и функционирования сообщества — система взаимосвязей между видами, жестко ограничивающая индивидуумы разных видов, или же свойства отдельных видов, позволяющие им выживать в ряду поколений вне зависимости от того, какие виды соседствуют с ними. Подчеркнем еще раз, что речь идет только о сообществах, образованных организмами одного трофического уровня (их иногда называют гильдиями). Мы не рассматриваем те, в которых продукты выделения одной группы организмов служат пищевыми ресурсами для другой (как это часто бывает в бактериальных системах, в частности в разных биопленках). Фактически это уже экосистемы, и принципы их организации совсем другие.

В своих попытках охарактеризовать природу сообществ исследователи всегда стремились распознать их структуру, вычленив общие черты организации для самых разных группировок. В частности, задолго до моды на слово «био-разнообразие», означающее все, что угодно, и потому особого смысла не имеющее, экологи

изучали видовое разнообразие сообществ и пытались выяснить, как зависит число видов от размера изучаемой выборки (числа особей в пробе) или как соотносятся между собой численности (или биомассы) разных видов, входящих в одно сообщество. Интуитивно ясно, что чем больше проба, тем больше видов можно в ней обнаружить, но каков характер этой зависимости и насколько она универсальна? Можно ли найти некий показатель разнообразия, не просто оценивающий число видов, но и учитывающий соотношение численностей разных видов, меняющийся в зависимости от того, сколь сильно выражено доминирование немногих видов?

Среди работ, пытающихся ответить на подобные вопросы, особого внимания заслуживает статья трех британских ученых: крупнейшего специалиста по статистике Р.Фишера и двух энтомологов — А.Корбета и К.Уильямса [6]. В основе их исследования — коллекция дневных бабочек, собранных Корбетом в Малайзии (поскольку отлавливались все встреченные экземпляры, коллекция давала представление об относительной численности разных видов), а самое главное, — результаты лова ночных бабочек специальными световыми ловушками, проведенного Уильямсом в Англии\*. Пойманных бабочек определяли до вида и подсчитывали (мелких молей не учитывали, ограничиваясь только более крупными формами — *Mastrolepidoptera*). Когда выборка стала достаточно большой (работа велась несколько лет, и счет пошел на сотни, а потом и на тысячи экземпляров), виды разбили на классы обилия — по количе-

\* Ловы проводили на расположенной неподалеку от Лондона Ротамстедской экспериментальной станции. В историю науки эта станция вошла прежде всего как место длительных экспериментов по применению удобрений, где Фишер для обработки полученных данных предложил методы факторного анализа.

ству особей, которыми они были представлены. Больше всего оказалось видов, в суммарной выборке представленных одним-единственным или несколькими экземплярами, более многочисленных видов было меньше, а самых массовых — еще меньше (рис.2). Полученный эмпирически ряд убывания числа видов по мере возрастания их численности Фишер предложил описывать логарифмическими рядами. На основе такого статистического распределения разработали индекс разнообразия, количественно оценивающий скорость уменьшения числа видов в выборке по мере увеличения числа особей.

Однако эта работа, получившая широкую известность, вскоре подверглась критике со стороны американского исследователя Ф.Престона, который заметил, что при увеличении размера выборки характер статистического распределения, описывающего соотношение частот видов с разной численностью, меняется: из логарифмического становится логнормальным [7]. Для разбивки видов по классам обилия Престон использовал неравномерную шкалу — так называемые октавы. В первую октаву входили виды, представленные одной особью, во вторую — двумя, в третью — четырьмя, в четвертую — восемью, в пятую — 16, затем — 32, 64, 128 особями и т.д. (в обсуждаемой работе они соответствовали верхним границам каждого класса).

Выяснилось, что кривая, показывающая распределение числа видов, объединенных в октавы обилия, имеет вид колокола, напоминающего классическую гауссову кривую нормального распределения (рис.3). Больше всего оказалось видов, представленных не одной особью, а несколько более многочисленных. Правда, левая часть графика была как бы отрезана. Создавалось впечатление, что общая выборка еще недостаточно велика, чтобы в нее попали

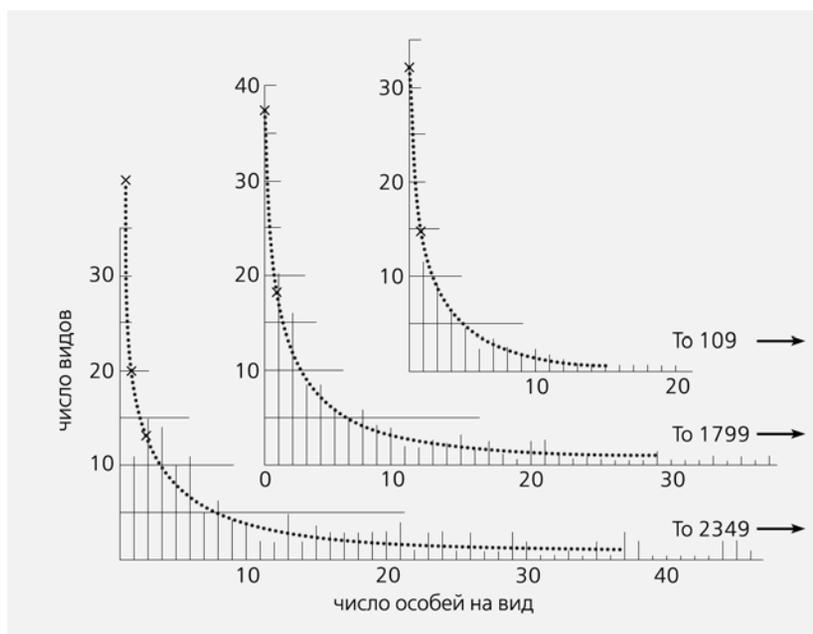


Рис.2. Распределение числа видов по классам обилия для выборок ночных бабочек, пойманных на Ротамстедской станции. Внизу — данные за четыре года; в середине — за один год в среднем; сверху — за 1/8 года в среднем. Пунктирная линия — аппроксимация логарифмическими рядами. Больше всего малочисленных видов. Числа со стрелками указывают на число особей самого многочисленного вида в выборке. Классы обилия не логарифмические [13].

самые редкие виды. По мере же ее увеличения должен добавляться «хвост редких видов» и таким образом достраиваться недостающая левая часть графика. В отношении бабочек, пойманных на Ротамстедской

станции, примерно так оно и происходило. Их ловили еще несколько лет, полученные данные объединялись в одну большую выборку, в ней появлялись новые редкие виды, а виды, ранее представленные одной осо-

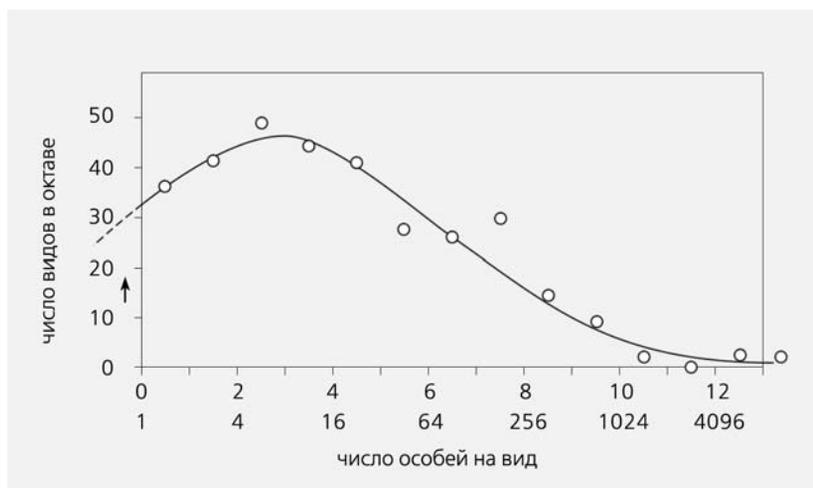


Рис.3. Распределение числа видов бабочек по логарифмическим классам обилия (октавам). За четыре года в местечке Орно в США (штат Мэйн) поймана 56 131 особь [7].

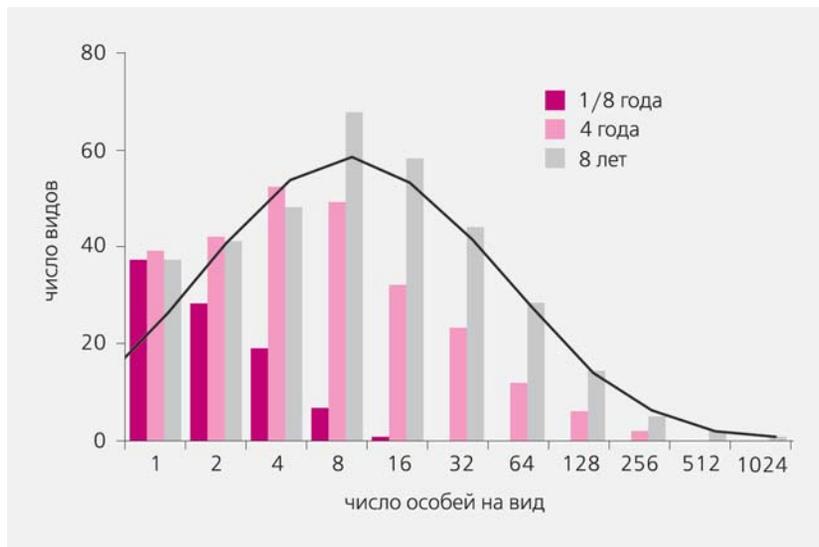


Рис.4. Число видов по логарифмическим классам обилия (октавам). С увеличением выборки (от 1/8 года до 8 лет) распределение больше становится похожим на логнормальное. Хвост редких видов еще не выявлен полностью, и левая часть гистограммы срезана. По данным Уильмса и др. [1].

бью, становились более многочисленными и переходили в следующий класс обилия (рис.4). Правда, левый хвост кривой, соответствующей самым редким видам, все равно был отрезан.

Хотя работа Престона была хорошо известна специалистам, идея использовать логнормальное распределение для описания соотношения численностей разных видов широкого распространения не получила. Отчасти, видимо, потому, что данная зависимость проявлялась только в очень больших выборках из множества особей, относящихся к разным видам. Такие выборки были скорее не сообществами, а «таксоценами» — совокупностями организмов определенной таксономической группы (например, всех бабочек, или всех птиц), обитающих на какой-то территории, нередко довольно обширной, включающей разные биотопы. Конечно, любая таксономическая группа организмов в самых общих чертах есть и некое экологическое единство.

Кроме того, некоторые авторы (в частности, Р.Мэй), подчер-

кивали, что логнормальное распределение если и представляет какой-то интерес для изучения структуры сообщества, то только как некая точка отсчета. Само же по себе оно не свидетельствует о наличии какой-то специфической структуры сообщества, а получается как результат независимого воздействия многих случайных факторов на величину, меняющуюся путем умножения. В том, что любая популяция растет именно так, легко убедиться, построив график роста популяции бактерий, берущей начало от одной клетки, которая делится, к примеру, раз в час. Если следовать этой логике (а почему бы ей не следовать), то соответствие распределения частот встречаемости видов разной численности логнормальному распределению можно трактовать как свидетельство отсутствия какой-то специфической структуры сообщества и прекратить дискуссию. Но этого не произошло. Доводы, базирующиеся только на математической статистике, не очень-то убеждали биологов. Скорее всего у них оставалась некая внутренняя убежден-

ность, что все не так просто и взаимодействия видов порой становятся важной силой, влияющей на формирование структуры сообщества. Спустя более чем четверть века после публикации работы Мэя [8] логнормальное распределение снова оказалось в центре внимания, на этот раз в связи с появлением нейтральной модели.

### Противостояние и примирение

Выдвинув принцип нейтральности как основу сосуществования видов, Хаббел разработал модель, предсказывающую относительное обилие видов в сообществе. Помимо собственно нейтральности (т.е. одинаковой для разных видов удельной рождаемости, смертности и скорости колонизации) в этой модели важны были еще два условия.

Во-первых, объект изучения, конкретное локальное сообщество, рассматривали как часть метасообщества, содержащего весь пул видов и служащего источником для восполнения тех из них, которые по каким-то причинам вымерли в локальных сообществах. Иначе говоря, метасообщество — это нечто вроде материка или большого архипелага островов по отношению к небольшому изучаемому острову.

Во-вторых, принимали, что в сообществе существует некоторое конечное число мест, которые могут быть заняты особями. Если известно, к примеру, что численность какого-то вида в сообществе возрастает, это автоматически означает снижение численности других видов.

На примере деревьев тропического леса на Барро-Колорадо Хаббел показал, что его модель подтверждается реальной картиной распределения частот встречаемости видов с разной численностью. При этом использовалась весьма солидная выборка — 21 457 деревьев, от-

носящихся к 225 видам. Для сравнения та же совокупность эмпирических данных была аппроксимирована логнормальным распределением. Оба статистических распределения оказались весьма похожи (рис.5), но логнормальное распределение все же недооценивало число самых редких видов, представленных в выборке одним или несколькими экземплярами.

По поводу модели Хаббела и ее применения для анализа относительного обилия видов разгорелась жаркая дискуссия на страницах журнала «Nature». В частности, Б.Макгилл утверждал, что логнормальное распределение, не требующее каких-либо гипотез о нейтральности видов и случайном дрейфе, нужно рассматривать как основное, соответствующее правилу Оккама — не умножать сущности сверх надобности [9]. Однако предлагаемые Макгиллом численные методы проверки подразумевали довольно большую статистическую погрешность и были весьма уязвимы для критики. На помощь Хаббелу пришли специалисты, владеющие более изощренным математическим аппаратом. Так, И.Волков (физический факультет Университета штата Пенсильвания) совместно с коллегами предложил аналитическое решение задачи в модели Хаббела, показав, что она лучше описывает число самых редких видов [10]. По мнению Волкова и его соавторов, модели Хаббела следует отдать предпочтение, поскольку она исходит из биологически обоснованных предположений и реально подразумевает определенный механизм формирования сообщества.

Пока спор этот продолжается, и точка в нем еще не поставлена. На наш взгляд, вне зависимости от его исхода попытка примирить в одной модели представления о двух принципиально разных механизмах сосуществования видов безусловно заслуживает внимания. П.Чессон обозначил их как *вы-*

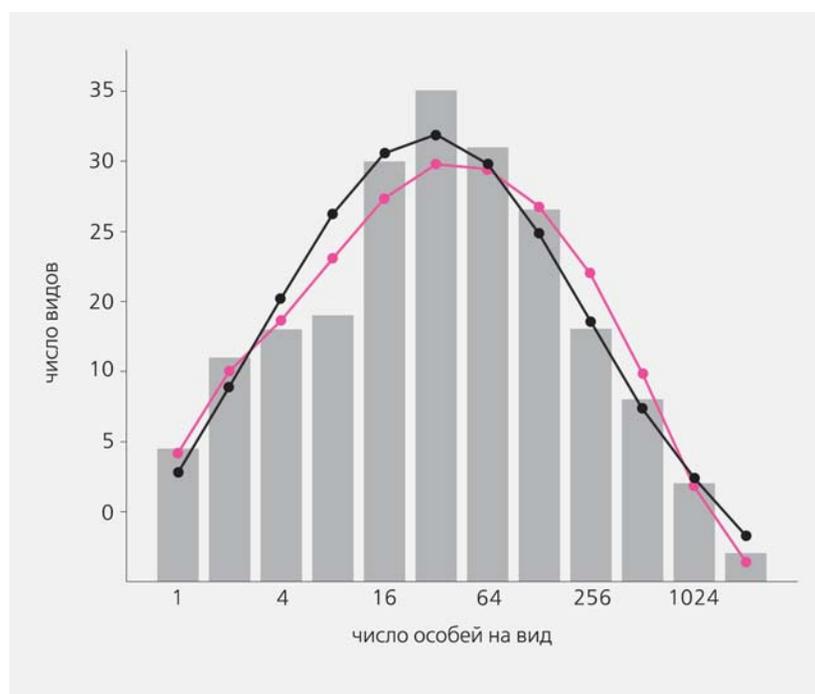


Рис.5. Распределение числа видов деревьев в тропическом лесу на Барро-Колорадо по логарифмическим классам обилия (октавам). Черной линией показана аппроксимация логнормальным распределением, а цветной — многомерным распределением Хаббела. Оба распределения достаточно хорошо описывают эмпирические данные, но распределение Хаббела лучше для редких видов (левая часть графика) [10].

*равнивание* и *стабилизация* [11]. Нейтральная модель Хаббела основана на сближении видов по своим демографическим характеристикам, прежде всего по удельной (в расчете на особь) рождаемости, смертности и скорости колонизации, т.е. на *выравнивании*. Если, например, уменьшается разность рождаемости и смертности видов, шанс их сосуществования увеличивается. *Стабилизация* предполагает разделение ниш, но о его эффективности судят не по способу, которым оно достигается (к примеру, расположением ли корней на разной глубине, или разной чувствительностью к нехватке тех или иных элементов питания), а по достигнутому результату. Результатом же считается *усиление внутривидовой конкуренции по сравнению с межвидовой по мере того, как растет численное доминирование вида в сообществе*. Так, если какой-

то редкий вид становится все более массовым (а при наличии постоянного числа «мест» в сообществе это означает и увеличение его относительного обилия), скорость его популяционного роста должна снижаться.

Суть стабилизации легко понять из графической модели зависимости удельной скорости популяционного роста какого-то вида от его относительной численности в сообществе, или иначе — частоты встречаемости (рис.6). В отсутствие стабилизации скорость популяционного роста будет оставаться неизменной, не зависящей от того, редкий или массовый данный вид\*. При стабилизации (она может трактоваться как

\* Подчеркнем, что речь идет об удельной скорости популяционного роста («на душу населения»): абсолютная скорость прироста, т.е. на сколько особей увеличилась популяция, конечно, будет становиться больше по мере роста численности.

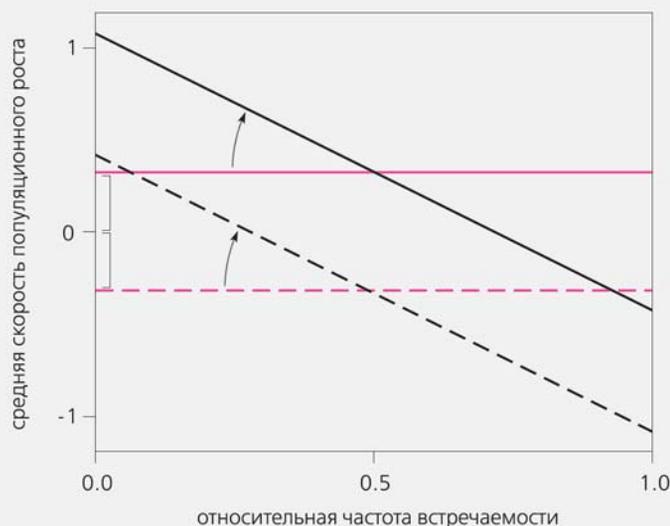


Рис.6. Предполагаемая взаимосвязь между средней удельной скоростью роста популяции и относительной частотой встречаемости того же вида в сообществе. Два гипотетических вида показаны разными линиями (черной и цветной). В левой части графика вид редок, в правой — доминирует, вплоть до исключения всех остальных (1.0). Если по мере возрастания частоты встречаемости вида скорость его роста не меняется (прямые идут параллельно оси X), механизма, специально сдерживающего рост доминанта, нет, и вероятность сосуществования двух видов тем выше, чем ближе их удельные скорости (фигурные скобки) и чем ближе друг к другу линии разных видов. Этот механизм признается основным сторонниками гипотезы нейтральности. Если же с увеличением частоты встречаемости вида скорость его роста падает (наклонные прямые), значит, существует механизм стабилизации, не допускающий вытеснения данным видом других. Большой степени стабилизации соответствует больший отрицательный наклон (показано стрелками). Наличие механизма стабилизации может трактоваться как свидетельство разделения ниш [12].

косвенное свидетельство разделения ниш) удельная скорость популяционного роста будет снижаться по мере увеличения относительной численности данного вида. Чем больше наклон соответствующей линии, тем сильнее выражена стабилизация.

П.Эдлер с соавторами, развивая представления Чессона, предложил графическую модель сосуществования видов, объединяющую механизмы выравнивания и стабилизации [12]. Для этого на одном поле графика (рис.7) были нанесены: по оси X — сила стабилизации (т.е. степень наклона прямой на

рис.6), а по оси Y — степень сходства видов по скорости их популяционного роста (значение 1.0 соответствует полной идентичности видов по данному демографическому параметру). Область стабильного сосуществования видов — это верхняя правая часть графика, а область конкурентного исключения — нижняя левая. Обозначенные буквами точки соответствуют различной комбинации выравнивания и стабилизации — двух способов достижения сосуществования конкурирующих видов. Чем более схожи виды по своим демографическим характеристикам (чем

больше значение Y), тем больше шансов на их сосуществование: точка A — исключительно за счет сходства демографических характеристик конкурирующих видов; точка E — преимущественно за счет стабилизирующего механизма; точка B предполагает устойчивое сосуществование, поскольку к сходству значений скорости популяционного роста добавляется стабилизирующий механизм; в точке C один вид будет вытесняться другим, но достаточно медленно, поскольку их демографические характеристики схожи; в точке D такое вытеснение произойдет скорее всего очень быстро; в точке F стабилизирующий механизм хорошо развит, но различие в демографических характеристиках слишком большое для устойчивого сосуществования. Описанная «объединительная» модель Чессона—Эдлера опубликована совсем недавно, и пока трудно судить, насколько она поможет сближению разных точек зрения на механизм формирования сообществ.

### Прогресс в вопросах

Прогресс безусловно есть, и заключается он прежде всего в изменении характера задаваемых вопросов. Экологи наконец подошли к тому, чтобы *задавать вопросы, на которые можно получить недвусмысленные ответы*. На первый взгляд, эти вопросы могут показаться слишком простыми и частными. Например, существует ли отрицательная зависимость удельной скорости популяционного роста вида от относительной частоты его встречаемости? Отличаются ли локально сосуществующие виды большим сходством демографических характеристик в сравнении с видами случайной выборки из метасообщества? Меняется ли видовое разнообразие сообщества, если мы оценим его отдельно для выборок особей разного возраста?

Но получить ответы на эти вопросы очень непросто. Для этого, как правило, требуются весьма трудоемкие полевые исследования, нередко и постановка опытов, а также вспомогательные математические модели. И тем не менее затраченные усилия оправданы, поскольку полученные ответы имеют общее значение: позволяют принять одну гипотезу и, что еще важнее, — отказаться от других.

Мне кажется, что наблюдаемое сейчас оживление интереса к изучению сообществ есть не просто преходящая мода, а достижение действительно некоего нового важного этапа. Эпоха продолжавшегося с начала 1920-х годов плюрализма, параллельного существования разных школ, представители которых сохраняли свою независимость и никоим образом не вторгались в чужую епархию, кажется, близится к концу, и это нельзя не приветствовать. Сознаю, что, осуждая затянувшийся плюрализм, неизбежно навлеку на себя гнев многих экологов, особенно тех, кто считает необходимым «сохранять верность традициям», под которыми подразумевается обычно не что иное, как запрет критики «мэтров» и боязнь взглянуть на проблему с совершенно другой стороны. Не буду называть никаких школ, не хочу невольно

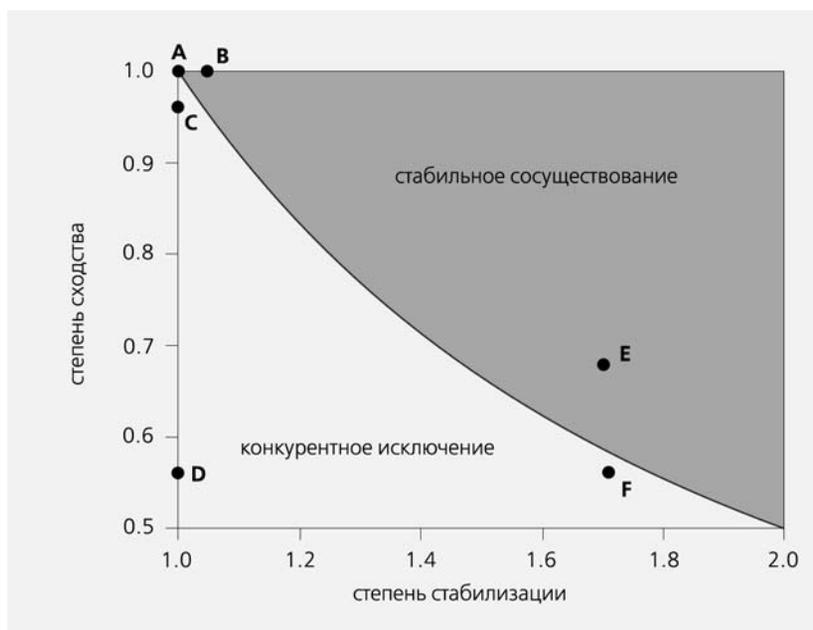


Рис.7. Схема, объединяющая механизмы выравнивания (степень сходства удельной скорости популяционного роста двух конкурирующих видов) и стабилизации (насколько быстро снижается скорость популяционного роста вида по мере возрастания его частоты встречаемости). Чем больше выравнивание (степень сходства), тем меньше потребность в стабилизирующем механизме для сосуществования видов. Если же их скорости популяционного роста сильно различаются (малые значения степени сходства), то сосуществование возможно только за счет разделения ниш (большой стабилизации). Область сосуществования — правая верхняя часть поля графика, а область конкурентного исключения — нижняя левая [12].

обидеть ни их основателей, ни адептов. Ограничусь только всеобщим призывом к освоенной сделанному в последние годы и к постановке новых вопро-

сов, последовательно продвигающих нас к пониманию действительно общих механизмов формирования и поддержания биотических сообществ. ■

**Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 07-04-00521-а.**

## Литература

1. Hubbell S.P. The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography. Princeton; Oxford, 2001.
2. MacArthur R.H., Wilson E.O. The theory of island biogeography. Princeton; N.J., 1967.
3. MacArthur R.H. // Ecology. 1958. V.39. P.686—706.
4. Novotny V., Drozd P., Miller S.E. et al. // Science. 2006. V.313. P.1115—1118.
5. Wills C., Harms K.E., Condit R. // Science. 2006. V.311. P.527—531.
6. Fisher R.A., Corbet A.S., Williams C.B. // J. Anim. Ecol. 1943. V.12. P.42—58.
7. Preston F.W. // Ecology. 1948. V.29. P.254—283.
8. May R.M. Patterns of species abundance and diversity // Ecology and Evolution of Communities / Ed. M.L.Cody, J.M.Diamond. Cambridge, 1975. P.81—120.
9. McGill B.J. // Nature. 2003. V.422. P.881—885.
10. Volkov I. et al. // Nature. 2003. V.424. P.1035—1037.
11. Chesson P. // Annual Review of Ecology and Systematics. 2000. V.31. P.343—366.
12. Adler P.B., HilleRisLambers J., Levine J.M. // Ecology Letters. 2007. V.10. P.95—104.
13. Williams C.B. Patterns in the balance of nature. L., 1964.

# Международная химическая олимпиада в Москве



В.В.Еремин,

*доктор физико-математических наук,  
профессор химического факультета МГУ им.М.В.Ломоносова,  
руководитель научного комитета Международной химической олимпиады 2007*

В июле 2007 г. в Москве состоялась 39-я Международная химическая олимпиада школьников (МХО). Согласно регламенту, «МХО предназначена для стимулирования активности школьников, интересующихся химией, путем независимого и творческого решения химических задач. МХО помогает усилить дружеские отношения среди молодых людей из разных стран, поощряет международное взаимодействие и понимание».

МХО — высший уровень химических олимпиад, своего рода «чемпионат мира». Она проводится ежегодно, и в ней участвуют лучшие юные химики — победители национальных олимпиад, по четыре человека от каждой страны. Школьники соревнуются в решении теоретических задач и выполнении химических экспериментов.

Интересна история МХО. Первая олимпиада состоялась в 1968 г. в Чехословакии. То было время «пражской весны», когда руководство страны осуществляло демократические реформы. В обществе, почувствовавшем вкус свободы, возникало много новых идей, и одной из них стала Международная химическая олимпиада. Сначала она носила ярко выраженный политический характер: в ней участвовали только социалистические страны — сама Чехословакия, Польша и Венгрия. С Советским Союзом отношения у Чехословакии были очень напряженные, и нашу команду на Олимпиаду не пригласили. СССР первый раз принял участие только в 3-й МХО, проходившей в Венгрии, в Будапеште (1970). Тогда соревновались школьники семи стран.

С тех пор число стран-участниц постоянно росло. Добавлялись все новые социалистические государства. С 1975 г. к ним примкнули представители западного мира — Швеция, Бельгия и ФРГ, а в 1980 г. МХО впервые была организована в капиталистической стране — Австрии. После 1991 г. количество стран увеличилось сразу на десяток за счет бывших республик Советского Союза. В ны-

нешней МХО приняли участие команды из 68 стран, со всех континентов.

Россия впервые принимала МХО в 1996 г., в Москве, на химическом факультете МГУ. По общему признанию, это была одна из лучших Олимпиад по уровню организации и творческому подходу к задачам. Во главе оргкомитета стоял декан химического факультета МГУ, академик В.В.Лунин. Нельзя не отметить, что эта Олимпиада состоялась только благодаря помощи президента РФ Б.Н.Ельцина, который дал указание правительству найти средства на ее проведение. Нынешняя Олимпиада также проходила на химическом факультете МГУ и тоже под руководством Лунина. Выросли только ее масштабы: число участников увеличилось примерно в 1.5 раза, а расходы — в пять раз.

Поговорим подробнее о научной программе Олимпиады. Ее девиз — «Химия: искусство, наука, развлечение» — отражает различные стороны деятельности химиков. Для решения задач не всегда достаточно строгой логики, химикам зачастую помогают богатая фантазия и иррациональное мышление. Разгадка тайн химии облегчается, если относиться к ним как к своего рода развлечениям. Все это мы старались показать в задачах, которые предлагались на Олимпиаде.

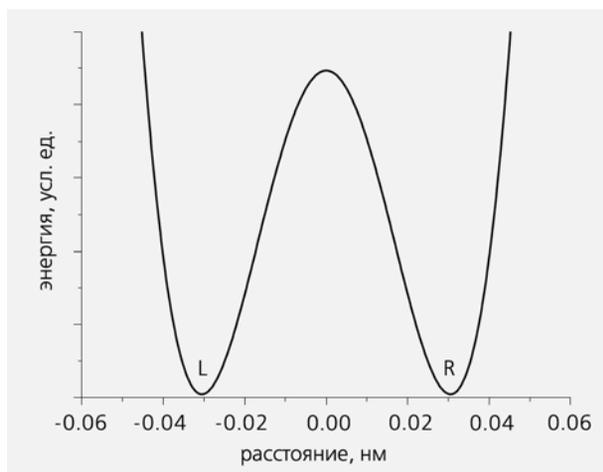
Научная программа по общему признанию была очень сложной. Многие вопросы выходили далеко за рамки обычной школьной программы, поэтому для облегчения подготовки школьников примерно за шесть месяцев до начала Олимпиады были опубликованы так называемые тренировочные задания, в них обозначались основные темы и разделы химии, которым надо уделить особое внимание.

Рассмотрим несколько задач из теоретического тура. Первая задача посвящена квантовым эффектам в химии. Авторы хотели показать школьникам, что химики-теоретики используют не только язык структурных формул, но оперируют преимущественно числами, функциями и энергетическими кривыми. Приведем текст задачи в слегка сокращенном варианте.

### Задача 1. Туннелирование протона

Туннелирование протона через энергетические барьеры можно наблюдать во многих сложных молекулах, содержащих водородные связи, например ДНК, белках и др. Малоновый альдегид (пропандиаль) — одна из простейших молекул, в которых происходит внутримолекулярный перенос протона.

На графике изображена энергетическая кривая, описывающая зависимость энергии молекулы от положения протона. Кривая представляет собой симметричную двойную яму.

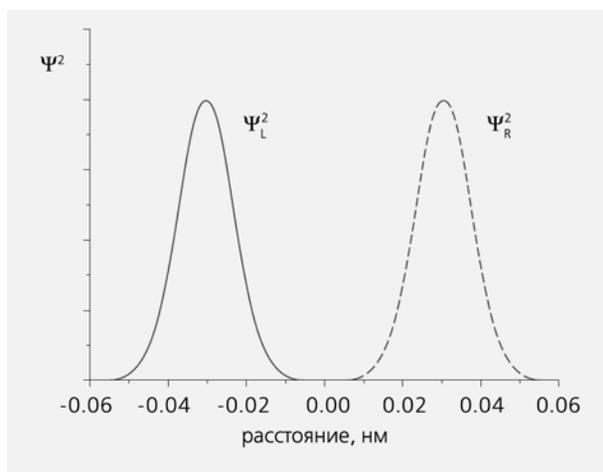


1. Изобразите структурные формулы, соответствующие минимумам на этой кривой.

Протон делокализован между двумя атомами кислорода и осциллирует между минимумами L и R с частотой  $\omega = 6.48 \cdot 10^{11} \text{ с}^{-1}$ . Плотность вероятности для протона зависит от времени следующим образом:

$$\Psi^2(x,t) = \frac{1}{2} [\Psi_L^2(x) + \Psi_R^2(x) + (\Psi_L^2(x) - \Psi_R^2(x)) \cos(\omega t)],$$

где волновые функции  $\Psi_L(x)$  и  $\Psi_R(x)$  соответствуют протону, локализованному в левой и правой ямах соответственно:



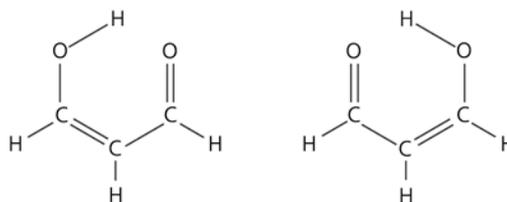
2. Запишите выражения для плотности вероятности в моменты времени: (а)  $t = 0$ , (б)  $t = \pi/(2\omega)$ , (в)  $t = \pi/\omega$ . Изобразите графики этих функций. Определите вероятность нахождения протона в левой яме при  $t = \pi/(2\omega)$ .

3. Оцените классическую скорость переноса протона из одной ямы в другую.

4. Оцените квантовую неопределенность положения и скорости протона, образующего водородные связи. Сравнив классическую скорость с квантовой неопределенностью, сделайте вывод о характере туннелирования протона.

### Решение

1. В молекуле пропандиала  $\text{O}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{O}$  две альдегидные группы. В водном растворе она существует в равновесии с енольными таутомерами  $\text{HO}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{O}$ . В Z-таутомере один из атомов водорода делокализован между двумя атомами кислорода:

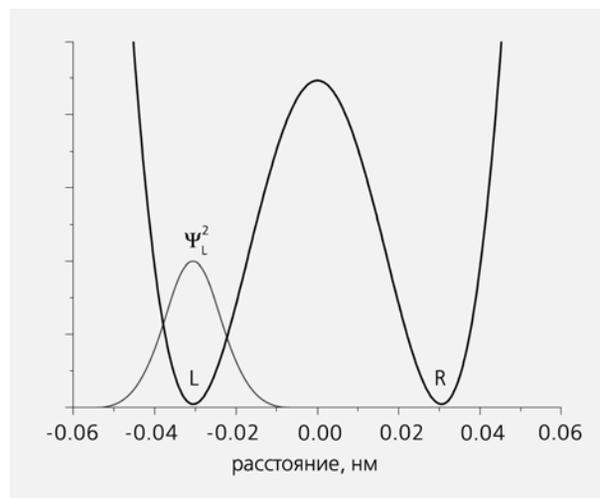


Эти структуры соответствуют минимумам на энергетической кривой.

2.(а)

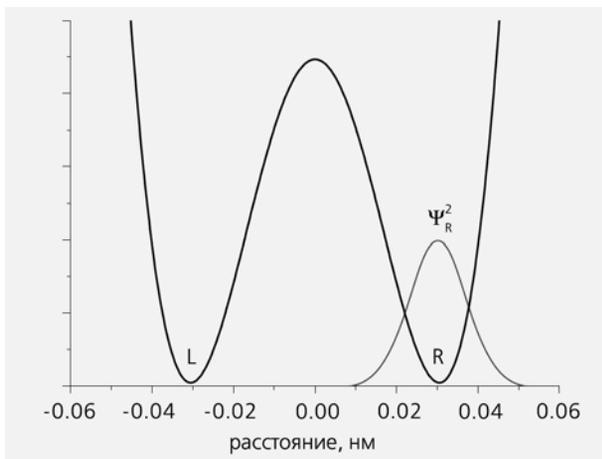
$$\Psi^2(x,t) = \frac{1}{2} [\Psi_L^2(x) + \Psi_R^2(x) + \Psi_L^2(x) - \Psi_R^2(x)] = \Psi_L^2(x).$$

В начальный момент времени протон находится в левой яме:



(в) Аналогично, через полпериода плотность вероятности сконцентрирована в правой яме:

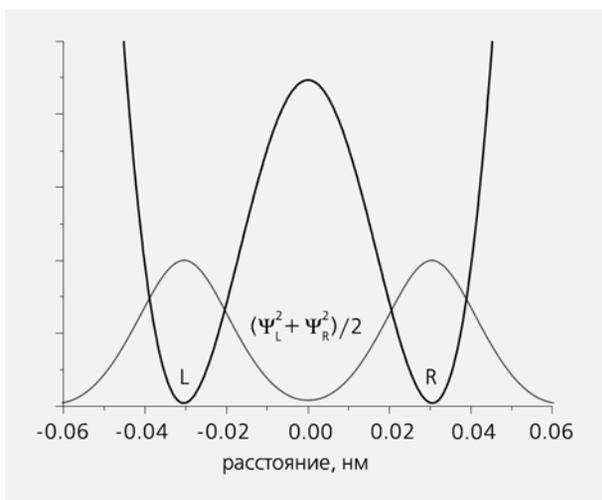
$$\Psi^2(x, \frac{\pi}{\omega}) = \frac{1}{2} [\Psi_L^2(x) + \Psi_R^2(x) - \Psi_L^2(x) + \Psi_R^2(x)] = \Psi_R^2(x).$$



(б) В середине временного интервала

$$\Psi^2(x, \frac{\pi}{2\omega}) = \frac{1}{2} [\Psi_L^2(x) + \Psi_R^2(x)].$$

Плотность вероятности имеет симметричную форму и соответствует протону, делокализованному между двумя атомами кислорода:



Плотность вероятности в этот момент — симметричная функция, поэтому вероятность нахождения протона в левой яме равна 1/2.

3. Время переноса протона из одной ямы в другую составляет  $t = \pi/\omega$ :

$$t = \frac{3.14}{6.48 \cdot 10^{11}} = 4.85 \cdot 10^{-12} \text{ с,}$$

а расстояние между минимумами двухъямной кривой — 0.06 нм. Классическая скорость протона равна:

$$V = \frac{0.06 \cdot 10^{-9}}{4.85 \cdot 10^{-12}} = 12 \text{ м/с.}$$

4. Неопределенность положения протона можно оценить как половину расстояния между двумя минимумами, т.е. 0.03 нм. Минимальную неопре-

деленность скорости находим из соотношения Гейзенберга:

$$\Delta V = \frac{\hbar}{2m\Delta x} = \frac{1.05 \cdot 10^{-34}}{2 \cdot \frac{0.001}{6 \cdot 10^{23}} \cdot 0.06 \cdot 10^{-9}} = 1100 \text{ м/с.}$$

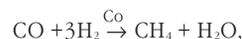
Сравнив это значение с классическим (12 м/с), видим, что понятие скорости протона при туннельном переходе не имеет смысла: туннелирование — чисто квантовый эффект, который не может быть описан классическими величинами.

Очень интересная задача была посвящена нанохимии. Не приводя целиком текста задачи, опишем общую идею. Частицы маленького размера находятся под повышенным давлением  $\Delta P_{in} = 2\sigma/r$ , где  $r$  — радиус частицы,  $\sigma$  — поверхностное натяжение. Это давление влияет на термодинамические свойства, увеличивая энергию Гиббса вещества по сравнению с объемной фазой (bulk):

$$G(r) = G(\text{bulk}) + \frac{2\sigma}{r} V$$

( $V$  — объем). В зависимости от того, находятся в виде наночастиц реагенты или продукты реакции, энергия Гиббса реакции может уменьшаться или увеличиваться, причем это изменение становится заметным только в нанодиапазоне. Таким образом, уменьшение размера частиц может при разных условиях способствовать прямой или обратной реакции. Это и надо доказать в задаче.

Речь в ней шла о реакции гидрирования СО (реакция Фишера—Тропша)



катализатором для которой служит металлический кобальт. Уменьшение размера частиц катализатора значительно увеличивает каталитическую активность, однако при этом протекает побочная реакция окисления кобальта парами воды:



При уменьшении размера частиц кобальта их энергия Гиббса увеличивается, а энергия Гиббса реакции  $\Delta_r = \Sigma G(\text{прод.}) - \Sigma G(\text{реаг.})$  уменьшается, что способствует нежелательному окислению кобальта.

Если же появляющийся оксид кобальта образует не объемную фазу, а осаждается на поверхности наночастиц самого металла, то энергия Гиббса продуктов также увеличивается. В этом случае, чтобы защитить наночастицы кобальта от окисления, надо уменьшать их размер.

Таким образом, в зависимости от того, в какой форме образуется оксид кобальта — в виде объемной фазы или наночастиц — уменьшение размера частиц Со может способствовать реакции с парами воды или, напротив, защищать от нее. Разумеется, эти выводы справедливы лишь при условии, что классическая термодинамика приме-

нима к наночастицам. Строгого обоснования или опровержения этого до сих пор нет, однако все существующие в литературе попытки термодинамических расчетов нанофаз пока давали разумные результаты.

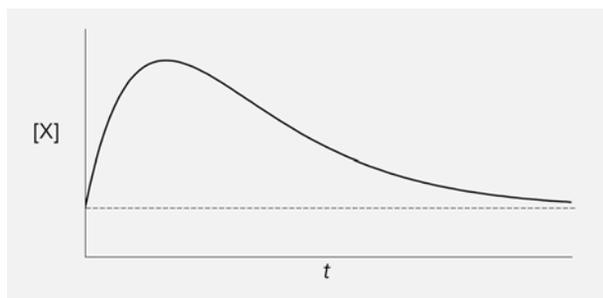
Еще одна теоретическая задача была посвящена анализу колебательных реакций. Как известно, колебания концентраций могут возникать в сложных химических системах, находящихся вдали от равновесия, при условии, что механизм включает несколько автокаталитических стадий. В задаче рассмотрена модель реакции с автокаталитической стадией:



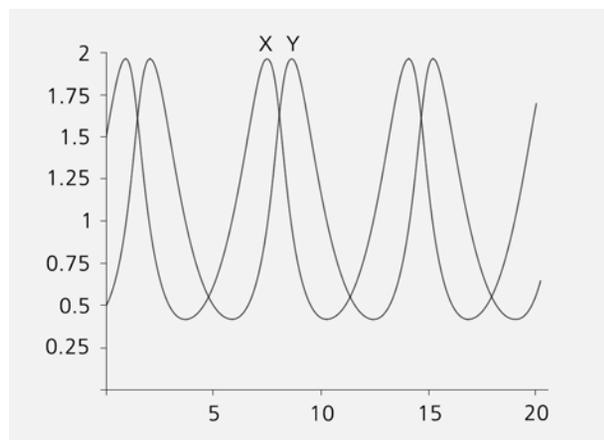
Среди прочего школьникам предлагалось провести качественный анализ кинетического уравнения

$$\frac{d[X]}{dt} = k_1[B][X]^2 - k_2[D][X]$$

и построить кинетические кривые для интермедиата  $X$  в открытой и закрытой системах. В открытой системе при  $[B] = [D] = \text{const}$  концентрация  $X$  монотонно возрастает или затухает в зависимости от начальной концентрации  $[X]_0$ . В закрытой системе концентрация  $X$  проходит через максимум или минимум и в пределе выходит на начальное значение:



В сложной системе, где присутствуют несколько интермедиатов, участвующих в автокаталитических стадиях, например  $A + X \rightarrow 2X$ ;  $X + Y \rightarrow 2Y$ ;  $Y \rightarrow P$  возможны колебания концентраций  $X$  и  $Y$ :



Представленные задачи относятся к физической химии. Конечно, были включены и другие области химической науки. В неорганической задаче рассматривались структура и свойства полисиликатов, а в аналитической — метод анализа воды по Фишеру. Этот метод, кстати, до сих пор, через 100 лет после открытия, остается одним из наиболее точных для количественного определения воды. Самыми сложными оказались задачи по биохимии и полимерам. В первом случае требовалось определить стереохимические структуры некоторых интермедиатов в биосинтезе холестерина. А во втором — проанализировать кинетику элементарных стадий радикальной полимеризации с переносом атомов, нового перспективного метода синтеза полимеров. Кроме того, необходимо было установить структуру сополимера, полученного данным методом.

Органическая химия оказалась изящной «угадашкой». Это классическая для олимпиад задача, в которой надо определить неизвестные вещества по их химическим свойствам. Здесь она в сокращенном варианте.

#### Задача 5. Органическая «угадайка»

Эквимольную смесь  $X$  трех бесцветных органических жидкостей  $A$ ,  $B$ ,  $C$  гидролизovali при нагревании в присутствии соляной кислоты. После отделения воды образовалась смесь, содержащая только уксусную кислоту и этанол в мольном соотношении 1:2. Эту смесь прокипятили в присутствии каталитического количества концентрированной серной кислоты и с выходом 85% получили летучую жидкость  $D$  приятного запаха.

Эту же смесь  $X$  подвергли щелочному гидролизу. Вещество  $A$  не прореагировало и было отделено. Оставшийся раствор подкислили и прокипятили в течение короткого времени, при этом выделился газ и образовалась смесь из уксусной кислоты и этанола в мольном соотношении 2:3.

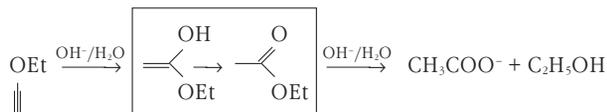
Смесь  $X$  массой 3.92 г растворили в диэтиловом эфире и подвергли гидролированию в присутствии графитированного  $Pd$ . Поглотилось (нормальные условия) 0.448 л водорода, но вещества  $A$  и  $C$  не прореагировали и были выделены общей массой 3.22 г. В оставшемся веществе органических соединений, кроме эфира, не обнаружено.

Определите структуры веществ  $A$ – $D$ .

#### Решение

С водородом (количество 0.02 моль) реагирует только вещество  $B$ , превращаясь при этом в диэтиловый эфир. Если соотношение  $B:H_2 = 1:1$ , то молярная масса  $B$  составляет  $(3.92 - 3.22) / 0.02 = 35$  г/моль. Таких органических веществ нет. Попробуем соотношение 1:2.  $M(B) = 0.7 / 0.01 = 70$  г/моль. Такой молярной массе соответствует простой эфир с тройной связью — этинилэтило-

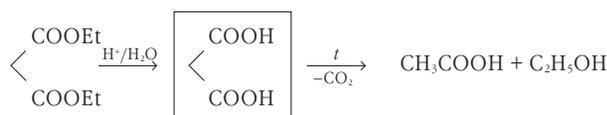
вый эфир  $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$ . Его щелочной гидролиз протекает по схеме



**В**

и начинается с присоединения  $\text{OH}$ -группы к тройной связи с образованием неустойчивой енольной формы этилацетата.

Одно из оставшихся веществ (**С**) после гидролиза при кипячении выделяет газ. Это мог быть диэтиловый эфир малоновой кислоты, которая при нагревании разлагается с выделением  $\text{CO}_2$ :



**С**

Из молярного соотношения 1:2 продуктов гидролиза смеси **Х** следует, что вещество **А** после гидролиза дает уксусную кислоту и этанол в соотно-

шении 1:3. Это вещество — 1,1,1-триэтоксизтан  $\text{CH}_3\text{C}(\text{OEt})_3$ . Вещество **Д** — этилацетат  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ , продукт реакции этанола и уксусной кислоты.

В практическом туре школьники выполняли два эксперимента. В первом из них надо было с помощью ионообменной хроматографии разделить смесь трех аминокислот с последующей их идентификацией и количественным определением методом спектрофотометрии. Второй эксперимент имел чисто аналитический характер: с помощью кислотно-основного титрования определить концентрации карбонат- и гидрофосфат-ионов в образце абразивного вещества.

\*\*\*

В заключение несколько слов о «спортивных» результатах. Система награждения на химических олимпиадах отличается от спортивных: золотую медаль получает не один человек, а примерно 10% участников, серебряную — около 20%, а бронзовую — 30%. Таким образом, более половины участников получают медали. В 2007 г. российская команда, в которую вошли Леонид Ромашов (лицей №1303, Москва), Евге-



Церемония открытия: флаг олимпиады несут школьники России и Кореи, где проходила предыдущая олимпиада.

Здесь и далее фото автора



Российская команда. Слева направо: Александр Белов (старший тренер, золотой медалист МХО 2003), Олег Чернов (гид команды), участники — Евгений Нехорошев, Станислав Терехов, Леонид Ромашов, Василий Воробьев; Алексей Зейфман (тренер, абсолютный чемпион МХО 2004 и 2005), Сергей Каргов (руководитель команды, доцент химфака, кандидат химических наук).



На теоретическом (слева) и экспериментальном турах.



Лучшие юные химики мира. К сожалению, не все попали в кадр.



Академик В.В.Лунин объявляет о закрытии олимпиады.

ний Нехорошев (средняя образовательная школа №48, Пенза), Василий Воробьев (лицей №130 им.академика Лаврентьева, Новосибирск), Станислав Терехов (лицей №11 им.Т.И.Александровой, Йошкар-Ола), завоевала четыре золота из четырех. Такой же результат у команд Китая и Польши. Лучший из наших школьников — Леонид Ромашов — занял абсолютное третье место, а первое место завоевал китайский школьник

Лей Ху, который к тому же стал лучшим теоретиком мира. Командный зачет официально не подсчитывается, так как Олимпиада считается индивидуальным соревнованием. Неофициально, по сумме мест, Россия заняла второе место после Китая.

Подробнее о том, как проходила Олимпиада, о заданиях и результатах можно узнать на веб-сайте: [www.icho39.chem.msu.ru](http://www.icho39.chem.msu.ru) ■

# Спасение тувинской овчарки

И.А.Захаров, С.Н.Каштанов, С.В.Каштанова

Впервые мы встретились с тувинской овчаркой в августе 1997 г., в одном из самых отдаленных районов Тувы. Долгая поездка на УАЗике — сначала по хорошему шоссе, потом по грунтовым дорогам, дальше по бездорожью вдоль речки — закончилась ночевкой у красивейшего горного озера. На закате по гребню гор над озером прошло большое стадо яков. Утром нас разбудили наши спутники: «Недалеко, на стоянке пастухов, настоящая тувинская собака». Быстро собравшись, поехали.

Навстречу машине с лаем выбежали собаки — несколько беспородных дворняжек. Среди них выделялась одна крупная черная собака с довольно длинной шерстью. Она сразу привлекла внимание: каждое ее движение было неторопливо, размеренно и полно достоинства. «Это — тувинская, — объяснили нам. — Ей 16 лет, и других таких собак в окрестностях нет». Действительно, проехав от Кызыла больше 350 километров и вернувшись в столицу Тувы уже другой дорогой, мы нигде больше не встретили тувинских собак.

После этой первой встречи, заинтересовавшись происхождением и историей пастушеских собак Тувы, мы стали собирать информацию о тувинских овчарках. Вскоре выразительное и, как оказалось, точное



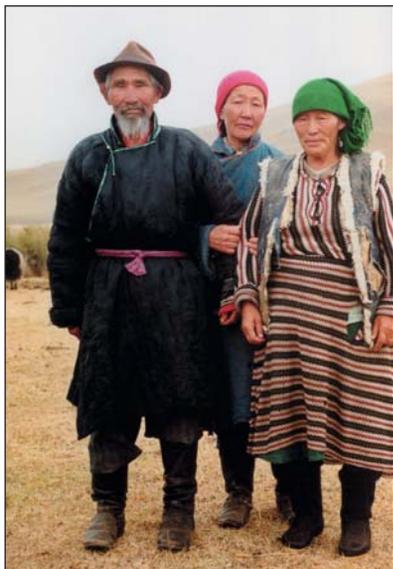
**Илья Артемьевич Захаров**, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник Института общей генетики им.Н.И.Вавилова РАН. Научные интересы связаны с вопросами общей генетики, в частности с сохранением генетических ресурсов.



**Сергей Николаевич Каштанов**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник того же института, специалист по генетике и селекции пушных зверей.



**Светлана Владленовна Каштанова**, кандидат биологических наук, ветеринарный врач, заведующая питомником Монгун-Тайга, занимается разведением тувинских овчарок.



Пастухи, хозяева тувинских овчарок, одну из которых привезли в московский питомник.



На охране юрты.

Здесь и далее фото И.А.Захарова

описание этой собаки нашлось в шаманском гимне: «...Ты предана своему хозяину. Лежишь у порога, ведя службу охраны юрты. Ты, собака, хранительница верная стоянки, ведешь наблюдение над стадом домашнего скота. Стоишь там скрыто, куда бы мог явиться волк по тропе. Чуть заметишь шорох, сразу киваешь головой и лаешь. Лежишь там крепко, закрывая всем телом дорогу беды... Хвост твой красуется мохнатым гнездом дивно, в твоих ушах серьги чудны и зрелищны. Мухортая собака, шерсть у тебя темна и бархатна...» (записано М.Кенин-Лопсаном).

Еще 40—50 лет назад тувинские овчарки были обычны в Туве. Аборигены называют этих крупных пастушеских собак «кадарчы ыт», что в буквальном переводе означает «сторожевая собака». Они помогали пасти скот, охраняя его от волков, сторожили имущество пастухов, участвовали в охоте. Старожилы вспоминают, что раньше практически на каждом стойбище у пастухов можно было увидеть собак трех типов.

Во-первых, собственно тот самый тип очень большой соба-

ки с клоками спутанной шерсти на хвосте, животе и в ушах, который описан в шаманском гимне. Таких собак обычно называли птичьими именами: Эзир (коршун) и Тас (гриф). Они всегда действовали в границах стойбища, имели голоса очень низких регистров, сторожили территорию стоянки и все, что на ней находилось. Это особенно четко проявлялось в ночное время, когда они обходили дозором границу стоянки. Зачастую рано утром их можно было видеть сидящими на «пограничных» холмах вокруг стойбища. А в это время вполне спокойно, свернувшись клубком, спали у юрты собаки двух других типов.

Собственно пастушки — это тоже в основном крупные и похожие на мастифа собаки с рыжими пятнами над глазами («четырёхглазые»), подпалинами на животе, лапах, щеках. Их нередко называли Костуки и Черликипы. И, наконец, охотничьи псы — привилегированные хозяйские любимцы. Более легкие, подвижные и быстрые, с закрученным в кольцо хвостом, с белой грудью или шеей (Мойнаки) и не очень длинной шерстью. Их

часто также называли птичьими именами: Хартыга (сокол) или Эзир. Если кто-то приближался к стойбищу, они встречали чужака вместе с другими собаками и долго провожали его с лаем далеко за пределы стоянки, тогда как крупные тувинские овчарки оставались сидеть на границе охраняемой территории. Сопровождать хозяина-всадника — это было привилегией только охотничьей собаки. Каждый тип собак имел, таким образом, свое функциональное предназначение. За хороших щенков от знаменитых рабочих родителей платили баранами и искусно сделанными уздечками.

В наше время тувинская овчарка почти совсем исчезла, и найти ее можно лишь на дальних пастбищах, где-то в горах. Почему же такое произошло? В конце 50-х годов 20-го столетия кочевое население Тувы селили в поселки. В этих условиях собаки из нескольких стойбищ собирались на ограниченной территории в слишком больших количествах; их стали уничтожать, не учитывая уникальных качеств отдельных животных и не ведя никакого направленного отбора. В сельсоветах даже



Первые уроки дрессировки.

существовал план по отстрелу собак. Такие меры привели не только к резкому уменьшению количества аборигенных собак, но и к потере части лучшего племенного поголовья.

К тому же в поселках появились мелкие помесные собаки, привезенные приезжими из разных городов страны, а пастухи кастрировали своих кобелей, чтобы они не уходили далеко от стоянки. Из-за этого возможность получения породных щенков резко снизилась. В последнее время сокращение поголовья тувинской овчарки связано еще и с процветанием воровства домашнего скота. Хорошо работающих охранных собак воры просто травят, разбирая специальные приманки, которые раньше использовались для борьбы с волками.

Тувинские овчарки, подобно среднеазиатским, ведут полудикий образ жизни и в основном заботятся о своем пропитании сами, охотясь на сурков, сусликов и другую мелкую живность. При скудном питании генетически заложенные признаки (крупный рост и массивное телосложение) не могут проявиться в достаточной мере. Сейчас в Туве преобладают собаки как бы промежуточного типа. Этому способствовало

и снижение общей численности аборигенных собак, так как стало очень трудно подобрать пары однотипных родителей для получения потомства желательного типа. Кроме того, щенки у тувинских овчарок рождаются только раз в году в самое трудное время, а именно с декабря по февраль. В помете в основном не более четырех-пяти щенков, а до лета доживают обычно один или два.

В настоящее время тувинские овчарки — это достаточно крупные (кобели в холке 63—70 см), хорошо сложенные, пропорционально развитые, подвижные собаки. Аборигенные пастушеские собаки Тувы отличаются характерной внешностью: черный или черно-подпалый, традиционно ценимые окрасы (хотя существуют и другие); свалывшаяся за ушами и на хвосте шерсть, образующая «серьги» и «косы» или «кисти»; белые отметины на шее, груди, ногах и кончике хвоста.

Шерсть тувинской овчарки уникальна и позволяет переносить перепады температуры от +40 до -50°C. Она состоит из шелковистого, но упругого остевого волоса и очень тонкого, мягкого и плотного подшерстка. При этом шерсть не требует почти никакого ухода. Покров-

ный волос образует на шее и холке «гриву», на задних ногах «очесы», на хвосте «перо», которые наиболее выражены у кобелей. Такая структура волосяного покрова сформировалась, скорее всего, в результате того, что тувинская овчарка веками живет под открытым небом в условиях резко континентального климата и высокогорья. При этом хозяева никогда не пускают своих собак в юрты или дома ни в лютый холод, ни в проливной дождь. Поэтому шерсть не только спасает собаку как от переохлаждения, так и от перегревания, но и не дает ей промокнуть при попадании на нее воды — достаточно собаке отряхнуться, и она почти сухая.

Однако тувинские овчарки привлекательны не только своим внешним видом. Они понятливы и восприимчивы к дрессуре, хорошо управляемы, общительны с хозяевами, но недоверчивы к окружающим; чуткие сторожа и хорошие охранники. В них сочетаются лучшие качества сторожевых собак. Для тувинских овчарок характерен сильный тип высшей нервной деятельности, они спокойны и уравновешены, насторожены, но не проявляют излишней агрессивности. Благодаря своей сильной нервной системе эти собаки хорошо адаптируются практически к любым условиям: новой обстановке, большому скоплению людей и животных, длительной дороге в автотранспорте и самолете, жизни в квартире, питомнике, на даче.

Тувинская овчарка — результат многовековой народной селекции, это универсальная сторожевая собака для самых разнообразных условий. На охраняемой территории собаки постоянно отслеживают обстановку, даже когда кажется, что они спят, и моментально реагируют на появление чужих людей и животных. В спокойной ситуации они быстро расслабляются и охотно играют с другими домашними животными или с хозяином. Происхождение этих

собак, вероятно, связано с историей яководства. Из Тибета яки распространились в Монголию, в Республику Тува и на Алтай. Вместе с ними в эти районы пришли и охраняющие стада собаки — предки современных тибетских мастифов и аборигенных пастушеских собак выше-названных регионов.

Убедившись, что тувинской овчарке как породе (точнее — породной группе, так как порода не была до сих пор описана и, как многие породы аборигенных собак, никогда не регистрировалась) грозит скорое исчезновение, мы — авторы настоящей статьи — задались целью найти типичные экземпляры, пригодные для размножения, перевезти их в Москву, организовать разведение и, если сложатся благоприятные условия, попытаться вернуть «кадарчы ыт» на «историческую родину».

Что же удалось сделать за прошедшие 10 лет? С помощью студентов и сотрудников Тувинского государственного университета нашли район, где еще сохранились тувинские овчарки — это Монгун-Тайгинский кожуун, на юго-западе Тувы, граничащий с Монголией и Республикой Алтай. Обнаружили и другое место, где сохранились собаки такого же типа, — это Кош-Агачский район Республики Алтай, на границе с Тувой. В результате экспедиционных поездок и помощи наших тувинских коллег нескольких собак привезли в Москву.

На основе поголовья, вывезенного из этих двух районов (семь собак), создали питомник «Монгун-Тайга». В 2001 г. в Союзе кинологических организаций России (СКОР) его зарегистрировали как питомник, занимающийся разведением тувинской овчарки. В связи с этим был разработан первый вариант стандарта этой породы. Сейчас получено уже второе поколение родившихся в Москве тувинских овчарок. Всего в Москве и Московской области живут 19 взрос-

лых овчарок и 9 щенков, а также 6 собак в других городах России и один щенок в Белоруссии.

Питомник «Монгун-Тайга» имеет свой сайт [www.mongun.e-dog.ru](http://www.mongun.e-dog.ru), на котором представлены основные сведения о тувинской овчарке, питомнике и выставках, в которых участвуют наши собаки. Большое количество разнообразных фотографий дает полное представление как об аборигенных собаках в Туве, так и о тувинских овчарках московского разведения. Отдельный раздел посвящен отзывам москвичей о своих тувинских питомцах.

На крупных выставках в Москве и Подмосковье за эти годы было представлено 17 собак. Два кобеля, вывезенные из Тувы, — Мугур (семь лет) и Тыргак (четыре года) — получили титулы «Чемпион России». Еще две собаки — Данай (три года) и дочь Мугура Хурен-Хол (два года) — стали чемпионами в 2007 г. Участие в международных выставках, проводимых в Москве, показало, что тувинская овчарка может привлечь и действительно привлекает внимание собаководов-любителей — по внешнему виду ее не спутаешь ни с какой другой породой. Что же касается впечатлений владельцев этих собак в Москве и Подмосковье, то их мнение достаточно единодушно: тувинские овчарки прекрасно охраняют свою территорию, а вне ее практически не проявляют агрессивности; они очень неприхотливы — даже зимой предпочитают не заходить в будку, а спят в снегу; в доме — ненавязчивы и малозаметны и к тому же едят меньше собак европейских пород.

В связи с работой по сохранению тувинской овчарки мы познакомились с энтузиастами восстановления местных пород домашних животных в Калмыкии. Профессор А.Н.Арилов и его помощники занялись, в частности, разведением привезенных из Монголии пастушеских собак. По своему типу они ока-



Тувинские щенки (1 мес.) в Москве, в Институте общей генетики.



Представители московской популяции: Маадыр (6 мес.) и Хурен-Хол.

зались близки к тувинским, и трех наших щенков отправили в Калмыкию для пополнения поголовья.

Работа тувинских и монгольских пастушеских собак в калмыцкой степи дала очень интересный результат: волки вообще не подходят к стадам, охраняемым этими собаками, тогда как на соседних стоянках, где сторожат собаки других пород (в основном различные метисы) волки постоянно режут скот. Такой эффект можно объяснить



Участники московской выставки.

тем, что у волков существуют четко очерченные границы охотничьих угодий, которые они отмечают пахучими метками. В большинстве случаев стаи

волков стараются не переходить эти границы и не конфликтовать с соседями. Возможно, тувинские собаки, сохранившие полудикий образ жизни, остав-

ляют такие же метки на границах охраняемой территории, поэтому волки и обходят их стороной. Немалую роль играет и то, что эти собаки не боятся волков и при тестовых контактах готовы без колебаний вступить в схватку.

В последнее время наконец-то как будто появился интерес к своим сторожевым собакам и в Туве. Один из авторов настоящей статьи многократно писал о сохранении «кадарчы ыт» в тувинских газетах, выступал по местному радио и телевидению. Теперь стало известно, что некий житель Кызыла разыскал и держит у себя пару хороших тувинских овчарок, но пока еще не получил от них потомства. Три щенка с родословными из питомника «Монгун-Тайга» отправлены в Туву из Москвы, и есть надежда, что проект по восстановлению популяции аборигенных тувинских овчарок окажется успешным. ■

**Работа авторов частично была поддержана программами Российской академии наук «Биоразнообразии и динамика генофондов» и «Биологические ресурсы».**

## Литература

1. Атлас чемпионов. 2006. Союз Кинологических Организаций России.
2. Захаров И. // Наука из первых рук. 2004. Вып.2. С.150—156.
3. Каиштанова С., Каиштанов С. Тувинская овчарка // Аска. 2004. Вып.2. №7. С.90—97.
4. Кенин-Лопсан М. Алгыши тувинских шаманов. Кызыл, 1995.

Коротко

В качестве международного стандарта времени ныне используются цезиевые часы, в которых расхождение в 1 с набирает за 70 млн лет. Атомные часы, разработанные группой американских физиков под руководством Дж.Бергквиста (J.Bergquist), отстанут меньше чем на 1 с за 400 млн лет! Измерение времени в них происходит с помощью ультрафиолетового лазера, который возбуждает один ион ртути, поддерживаемый в квазинеподвижном положении в криогенной ловуш-

ке. Эти часы позволяют усовершенствовать системы спутниковой навигации, а также тестировать некоторые аспекты фундаментальной физики.

Science et Vie. 2006. №1068. P.17 (Франция).

В Средиземном море, у побережья Сицилии, с 2005 г. функционирует подводная обсерватория по обнаружению нейтрино и детектированию их взаимодействия с водой. Установленная на глубине 2000 м,

она регистрирует, кроме нейтрино, колебания уровня подводных шумов. Анализ накопленных данных показал, однако, что средиземноморские млекопитающие, особенно кашалоты, проходят мимо обсерватории гораздо чаще, чем ожидалось (кашалоты издают три «щелчка», характерных для каждой особи, что позволяет определять их возраст, пол и размер).

Sciences et Avenir. 2007. №722. P.20 (Франция).

# Юрибейский мамонтенок



Научные сообщения

Ю.К.Бурлаков,  
вице-президент Ассоциации полярников  
Москва

14 мая 2007 г. ненец-оленьевод Ю.В.Худи, пасший стадо в долине р.Юрибей на п-ове Ямал (Ямало-Ненецкий автономный округ), обнаружил в пойме реки, прямо у воды, хорошо сохранившийся труп молодого мамонта. Изображения подобных животных он видел в книгах, поэтому сразу понял важность находки. Не теряя времени, пастух отправился на мотонартах в пос.Новый Порт, расположенный за 145 км. Оттуда связался по радиации с окружным центром Салехардом. О мамонтенке стало известно директору музейно-выставочного комплекса С.Е.Гришину и его заместителю по науке Н.В.Федоровой. Понимая, что на Ямал вот-вот придет весна, и труп мамонтенка может подвергнуться разложению, они срочно организовали вылет сотрудника музея к месту находки на вертолете. И уже 22 мая уникальный экспонат доставили в Салехард. На все ушла неделя — необычная по нынешним временам оперативность.

30 мая в музей прибыл научный сотрудник Института экологии растений и животных из Екатеринбурга П.А.Косинцев, который произвел первичный осмотр детеныша и его описание. А 5 июня в Салехардском аэропорту приземлились известный полярный исследователь из Франции Б.Бюиг и автор этих строк, осуществившие второй осмотр.

Находка хорошо сохранившихся остатков молодого мамонта стала подлинной научной сенсацией. Впервые подобный экземпляр, широко известный в мире киргизский мамонтенок Дима, был обнаружен в 1977 г. близ г.Сусумана в Магаданской обл.

Тогда бригада старателей из артели «Знамя» готовила золотоносный полигон для промывки песков. Утром 23 июня тракторист А.В.Логачев увидел на месте вытаявшей за ночь линзы льда труп мамонтенка. При этом нечаянно повредил ножом бульдозера левый бок малыша, содрал приличный кусок кожи. Прежде чем мамонтенок стал экспонатом Мамонтового зала Зоологического музея РАН в Петербурге, его год изучали в Магадане и в Санкт-Петербурге (в том числе ведущий мамонтовед Н.К.Верещагин) [1], затем Диму ждали длительная консервация и поездки на выставки за границу.

Через 11 лет остатки новорожденного мамонтенка обнаружила команда речного судна «Порог» на правом низменном берегу р.Юрибейтеяха, в 20 км от ее впадения в Обскую губу (восточное побережье полуострова Ямал). На место находки вылетела группа сотруд-

ников Зоологического института из Ленинграда под руководством А.Н.Тихонова. Оказалось, что мумифицированный труп был вымыт из мерзлых отложений и перенесен паводком ниже по течению. При этом были утрачены хобот, левое ухо и хвост. Тылная сторона одной ноги имела вид рваной раны с измочаленными сухожилиями. Это, возможно, явилось причиной смерти животного.

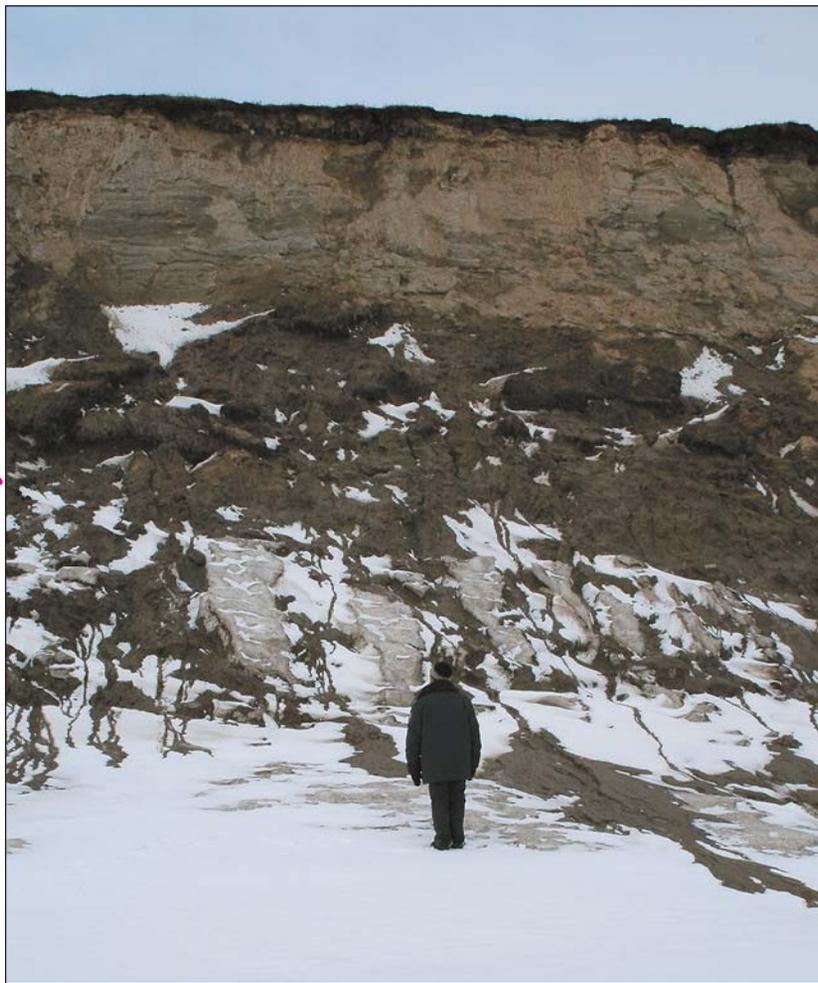
Под именем Маша этот мамонтенок экспонировался на выставках в Швеции, США и Японии. Позднее был забальзамирован японскими специалистами специальными смолами и сейчас экспонируется рядом с мамонтенком Димой в Зоологическом музее в Петербурге.

Затем в 1990 г. в Республике Саха (Якутия) на правом берегу р.Индикирки, близ пос.Белая Гора, в основании 35-метровой террасы местными жителями был обна-



Долина р.Юрибей.

Здесь и далее фото А.В.Гусева



В обрыве этой террасы был захоронен мамонтенок.



Первое интервью с автором находки Ю.В.Худи.

ружен труп еще одного мамонтенка. Сохранилась голова детеныша, хобот, ухо, молочные бивни и передняя нога. Находке дали имя Гоша, и сейчас она хранится в музее Института алмазов и благородных металлов в г.Якутске.

В 2004 г. бульдозерист с прииска Ольчан Оймяконского улуса Республики Саха (Якутия) во время подготовки полигона для золотодобычи вскрыл труп небольшого мамонтенка. При этом была повреждена и утеряна передняя часть животного. Детеныш, получивший имя Саша, хранится в Музее мамонта в г.Якутске.

Такова предыстория последней ямальской находки. Она стала пятой по счету в мире, а по сохранности, пожалуй, первой. Мерзлый труп мамонтенка лежал на левом боку в пойме р.Юрибей. Он был явно перенесен сюда прошлогодним половодьем, но при этом не получил заметных повреждений. Только хвостик отгрызли песцы. Левый берег реки низменный, ближайшая терраса расположена в километре выше по течению. Скорее всего, именно там труп выпал из обрыва в воду и был унесен потоком вниз. Волосяного покрова на нем практически не сохранилось, только несколько прядок пуховых волос коричневой окраски на правой передней ноге и в паху. Их длина — до 6 см. Остевые волосы обломаны.

Первичное обследование показало, что мамонтенок имеет возраст несколько месяцев, следов истощения нет, т.е. погиб он не от голода и не от полученных ран. На животе детеныша имеется несколько присохших нашлепок озерного ила, а в них — длинные (до 16 см) зеленые стебельки осоки — мамонтовой травы, которая обычно растет по берегам и на мелководье тундровых озер. Кроме того, на серой поверхности тела видны синие пятна минерала вивианита, свидетельствующие о длительном пребывании в бескислородной среде. Поскольку животные такого возраста еще питаются молоком матери, наш мамонтенок либо отстал от матери, либо полез вслед за ней в воду

и захлебнулся в придонной жиже. Об этом говорит наличие песка и ила в приоткрытом рту, а также скрюченный в предсмертной агонии хобот. Поглощенный вязким озерным грунтом, детеныш попал в анаэробные условия и не подвергся разложению. Близкая мерзлота и скорое замерзание озера хорошо сохранили его остатки.

Размеры мамонтенка — 105 см в длину и 95 см — в высоту. О первоначальной ширине судить трудно, так как тело за годы хранения уплостилось. Сколько с тех пор прошло времени — покажет радиоуглеродный анализ, но можно предположить, что детеныш — современный мамоненок Маши, найденного всего в 100 км отсюда, а ее абсолютный возраст — 30 тыс. лет.

Передние ноги юрибейской находки длиннее задних, правая несколько согнута в колене и имеет длину 41 см, а в поперечном сечении 10×11.5 см. Диаметры гладких округлых подошв ног — порядка 16 см, на них нет характерных для взрослых особей трещин, делящих подошвы на сегменты. В передней части каждой подошвы — следы от пяти копытцев, но ногтей на них нет, видимо, утеряны во время перемещения по реке. Следы от ногтей имеют размеры 2×1.5 см.

Труп имеет заметную вислосадность: основание хвоста (диаметром 5.5 см) на 17 см ниже общей линии спины. Остистые отростки грудных позвонков недоразвиты, поэтому холка выдается слабо, но в затылочной части головы отчетливо видно утолщение высотой 8 см. Возможно, по аналогии с ольчанским мамонтенком Сашей, это своеобразный жировой горб.

Длина головы — 42 см (до основания хобота). Ушки похожи на человеческие, размерами 5×10 см, внутри покрыты короткой шерстью. Рот приоткрыт, нижняя губа узкая, длинная, размерами 35×3 см. Зубов и бивней не видно. Оба глаза



В Салехарде. Над мамонтенком склонились специалисты музейно-выставочного комплекса.

Фото автора

целые, закрытые, длиной по разрезу 5.5 см. Очень любопытен хобот. Длина его — 38 см, но в поперечном разрезе он не округлый, как у слонят, а имеет с обоих боков своеобразную бахрому, напоминая щупальце осьминога. В основании хобот уже, чем в средней части. Хватательный аппарат представлен тремя «пальцами»: верхний — длинный, треугольный, до 5 см, два нижних — покороче. Гофрированность хобота мелкая, ширина валиков 5—10 мм, всего их удалось насчитать более 50. Это самочка. По традиции ей дали имя жены первооткрывателя — Люба. Так что теперь у нас пять находок мамонят: Дима — из Магаданской обл., Гоша и Саша — из Якутии, и Маша с Любой — с Ямала.

В июле в Салехарде побывала еще одна бригада специалистов-палеонтологов. Но найденный мамоненок еще требует тщательного научного изучения, рентгенокопии и томографии, многочис-

ленных анализов. Договорились, что его вывезут на несколько месяцев в Зоологический институт РАН в Санкт-Петербурге, где обследовались мамонята Дима и Маша и имеются их мумии для сравнения. Заключен договор между Ямало-Ненецким окружным музейно-выставочным комплексом, Зоологическим институтом РАН и Международным мамонтовым комитетом, что позволит привлечь лучших специалистов и дополнительные средства.

Изучение мамоненка позволит внести дополнительные данные в биологию этих «северных слонов», определить кривую динамики климата, сделать выводы об изменениях флоры и фауны региона Ямала. И очень символично, что несколько лет назад у въезда в Салехард со стороны Лабынанг установили пятиметровую статую мамонта. Видимо, кто-то угадал, что этот зверь скоро станет символом Ямала. ■

## Литература

1. Шило Н.А. Находка мамонта на ручье Киргилях в Магаданской области // Природа. 1978. №1. С.18—20.
2. Верещагин Н.К., Дубров И.А. Палеонтологическое описание находок // Природа. 1978. №1. С.21—22.

## Статья о статьях

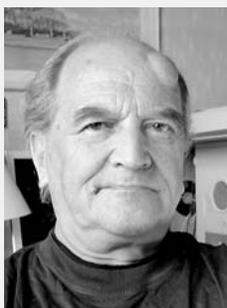
А.М.Шкроб

Я написал эти заметки, наслушавшись про «интернетизацию» науки и образования, — в особенности образования. Интернет представляют универсальным кладзем сведений, ценность которого особенно велика благодаря плюрализму и свободе выбора. Действительно, все большая доля информационного достояния человечества перемещается во Всемирную Сеть. При этом технические особенности Интернета уравнивают любые источники по части доступности, одновременно размывая границы между традиционными информационными слоями. В результате забота о распознавании полезных и достоверных сведений постепенно перекладывается с распространителя информации на ее потребителя. В каком-то отношении, это — знамение века... Что есть правда, а что — ложь в рекламе, газетной статье, предвыборном плакате? В пост-модернистском сознании истина и заблуждение не просто соседствуют, но, по определению, не подлежат размежеванию\*.

Разумеется, Интернет не породил, а лишь обострил необхо-

\* Смещение реалий с вымыслом ради выгоды родилось не вчера. Еще в 30-х годах XIX века О.И.Сенковский издавал журнал «Библиотека для чтения», в котором, в частности, публиковались заметки о последних достижениях науки и техники. Дабы увеличить тираж, он сознательно пугал в них правду с эффектными придумками, сообщая, например, как с помощью «электрической силы» удалось оживить скорлупки диатомей, осевшие миллионы лет назад на дно первобытного океана.

© Шкроб А.М., 2007



*Александр Моисеевич Шкроб (1936–2007), кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник Института биомедицинской химии им.В.Н.Ореховича РАН, редактор-издатель сетевой образовательной библиотеки VIVOS VOCO. Скончался 28 сентября.*

димость как **навигации** в этом первичном бульоне, так и **умения классифицировать** информационные материалы по их жанру, происхождению и надежности. Именно в силу универсальности и доступности Интернета это умение должно стать одной из основ современного образования. Без него читатель, будь он учащийся или преподаватель, беззащитен перед паранаукой, шарлатанством и пропагандой.

Мне кажется разумным начать именно с классификации источников. При этом волей-неволей ограничимся естественными науками, вне которых пришлось бы выйти за рамки компетенции и личного опыта.

\* \* \*

Пока что главным источником Знания, если исключить учебники, служит **научная литература**. Как ни странно, произнося этот знакомый всем термин, молодые читатели редко осознают его смысл и тем более не владеют должными навыками при выборе и оценке книг и статей. Самостоятельно к этому если и приходят, то далеко не сразу, после многих ошибок и разочарований. Поэтому обучение «работе с литературой» является не только критерием качества образования, но и залогом успеха в последующей деятельности.

Двигаясь от лаборатории к аудитории, попробуем вначале ответить на далеко не тривиальный вопрос: «Что можно считать научной публикацией?» Главное утверждение, которое мне хочется здесь обосновать и иллюстрировать, — причисление чего-либо к науке опирается не на формальные определения, а исключительно на совокупность экспертных оценок. Решение, так или иначе, принимается сообществом ученых, как если бы речь шла о приеме в клуб. Иными словами, *наука есть то, что научное сообщество считает наукой\*\**.

\*\* Ситуация здесь сходна с описанной Веркором в книге «Люди или животные?», где автор и его герои задаются вопросом: «Что есть человек?» Коротко говоря, по Веркору, к людям относятся существа, которых люди считают людьми.

Действительно, современная наука сохранила многие черты цехового ремесла с его замкнутостью, кастовостью, сложной системой ученичества и наставничества, обрядами испытаний и посвящений... Экзамены и научные степени, аспирантура и защита диссертаций, рецензируемые научные журналы... И в самом деле, похоже на клуб со своим уставом и ритуалами. Вся эта громоздкая система в целом работает на удивление исправно и в подавляющем большинстве случаев делает правильный выбор.

Условия членства со временем могут изменяться... Когда-то в систему наук входили астрология и алхимия, но затем они были «исключены из клуба» без права апелляции. С некоторых пор ученые без колебаний и обсуждений отбрасывают покушения на начала термодинамики. Однако за этими и немногими другими исключениями запреты вовсе не абсолютны. Например, расхожее мнение, что наука принципиально не занимается ненаблюдаемыми, неповторимыми или крайне редкими явлениями, — есть миф. Достаточно вспомнить Большой Взрыв, возникновение жизни, шаровые молнии... Исторический опыт показывает, что даже самые экстравагантные гипотезы входят в ткань науки, как только наметится и реализуется способ их проверки. Мы еще вернемся к этому на примере хемоосмотической теории Питера Митчелла.

Отсутствие «царского пути в геометрию» обеспечивает такое соединение внешней обособленности с внутренней демократичностью, которое придает устойчивость развитию науки и позволяет ей преодолевать ошибки, отторгать фальсификации и прощать невольные заблуждения.

\* \* \*

Научная литература возникла и существует как средство обмена информацией между профессиональными исследователями и вовсе не претендует на «понятность» для непосвященных. В то же время ее отличает унификация терминологии, стиля и формы, которая облегчает и упрощает специалистам выявление сути дела и сопоставление новых данных с известными ранее. Мировое научное сообщество за последние 100—150 лет выработало такие правила создания и публикации научных статей и книг, которые в максимальной степени отвечают девизу «Доверяй, но проверяй!».

Начнем с «Доверяй!»... Доверие к научной публикации опирается не только и не столько на непредвзятость и априорное уважение к чужому труду, сколько на сложившуюся систему предварительной фильтрации. В норме рукопись подвергается анализу и обсуждению еще до ее представления в печать — между коллегами, на семинарах, ученых советах и т.д. В журнальных редакциях или в издательствах она попадает в руки рецензентов, мнение и замечания которых контро-

лируются в спорных случаях редколлегией. Затем научный и литературный редакторы приводят текст в соответствие с принятыми нормами, в том числе языковыми\*. И, наконец, технический редактор и корректор отвечают за типографское качество издания.

Многим, очень многим такая сложная редакционная подготовка кажется архаичной, нарочито неспешной и бюрократически бездушной. Им можно ответить известным высказыванием У.Черчилля: «*Эта система никуда не годится, но никто не придумал лучшей*» (сэр Уинстон имел в виду демократию, разумеется, британскую). Тщательная фильтрация и стандартизация обеспечивают известную гарантию добротности публикации, снижение уровня «информационного шума». Вам не придется терпеть косноязычие, ломать голову над неведомым сокращением, продираться через напыщенное многословие и т.п.

Мне приходилось сталкиваться с двумя предельными позициями редакций в отношении авторского стиля. Первая сводилась к искоренению любого своеобразия, тогда как вторая — к принципиальному невмешательству. В самом деле, пусть статья отражает лицо авторов, уж какое оно есть... Так, разумеется, редакторам проще, но от дурного стиля страдает не только читатель, но зачастую и сам автор, мысли и результаты которого остаются непонятыми. Пожалуй, здесь нет лучшего примера, чем история с излучением заряженных частиц, движущихся со сверхсветовой скоростью. За открытие и объяснение этого эффекта в 1958 г. была присуждена нобелевская премия П.Черенкову, И.Франку и И.Тамму, но лишь много лет спустя случайно обнаружили, что он был предсказан выдающимся английским физиком-теоретиком О.Хевисайдом еще в 1889 г. Так вышло потому, что статьи Хевисайда было невероятно трудно читать (на упреки современников он отвечал, что писать их еще труднее) [1].

\* \* \*

В миру бытует мнение о пристрастности, а то и недобросовестности редакций научных журналов. Да, такое бывает, хотя гораздо реже, чем мерещится аутсайдерам от науки. При этом искусственное сдерживание пионерских работ наблюда-

\* Языковый пуризм, принятый в современных научных статьях, вовсе не предполагает ни сухости, ни казенности. Это вопрос культуры и таланта автора. Есть публикации, напоминающие отшлифованные телеграммы, а есть — подобные стенограммам блестящих лекций. Случаются и курьезы... Известна легенда о том, как в сверхреспектабельном химическом журнале появилась вполне серьезная статья, написанная... стихами. В редакционном комментарии сетовали на отсутствие формального запрета и мягко предостерегли потенциальных эпигонов. В одной из статей автора в «Биоорганической химии» редакция снисходительно отнеслась к выражению «клёвая лажа», зато в «Электронных библиотеках» возмутились словом «изуверство».

ется чаще, чем незаслуженная поддержка слабых. Помимо избыточного консерватизма, здесь могут сыграть роль не только снобизм, зависть или личная антипатия, но и пошлая конкуренция.

Нечистоплотность не вчера проникла в науку... Вот как ее описывал еще в 1972 г. бельгийский биохимик, иностранный член АН СССР Зенон Бак: *«В настоящее время конкуренция настолько усилилась, что некоторые коллеги, рецензирующие по просьбе редактора рукопись представленной в журнал статьи, не стесняются использовать такую преждевременно полученную информацию... иногда применяя более совершенную... методику. При некотором везении и при попустительстве со стороны редактора вторичная работа может быть опубликована раньше, чем та, которая ее вдохновила»* [2]. И все же подобные ситуации — исключение, хотя бы потому, что любая обнаруженная несправедливость означает конец карьеры виновного и наносит тяжкий удар по репутации журнала.

Дурное рецензирование или его отсутствие рано или поздно катастрофически скажутся на рейтинге журнала или издательства. Вот грустный пример — в отечественном, внешне респектабельном журнале «Доклады Академии наук» для публикации было достаточно представления рукописи академиком. В итоге «Доклады...» оказались едва ли не единственным естественнонаучным журналом АН СССР, который не был включен в популярную библиографическую базу Current Contents\*.

В идеале никакие заслуги автора не должны отменять традиционный тернистый путь его рукописи. Отступления обычно приводят к печальным результатам... Накануне столетнего юбилея Грегора Менделя по настоянию тогдашнего вице-президента АН СССР Н.Семенова была в обход всех правил срочно издана книга известного ученого и мужественного борца с лысенковщиной И.Рапопорта «Микрогенетика». Рассказывали, что академик В.Энгельгардт отнимал экземпляры этой книги у делегатов юбилейного симпозиума, которые привезли их в Брно как забавный сувенир — образчик косноязычия и путаницы.

Вопреки всем рассказам, рецензенты и научные редакторы — не противники, а помощники авторов, первые посторонние читатели, обнаруживающие огрехи и слабые места. Я знаю

\* Возможно, впрочем, что сыграло роль и отсутствие англоязычной версии «Докладов»... Когда-то общепринятым языком научного обмена была латынь, а потом вклад национальных языков в какой-то мере стал отражать роль ученых той или иной страны в развитии данной науки. Например, в конце XIX — начале XX в. доминирующим языком публикаций по органической химии был, безусловно, немецкий. Хорошо это или нет, но в современной естественнонаучной литературе глобализация уже почти достигла предела, и место латыни занял английский язык. Публикации на «экзотических» языках, вроде китайского, русского или французского, скорее всего останутся неизвестными большинству исследователей.

суровых рецензентов и жестких редакторов, которые хранят благодарственные письма своих крестников.

А ошибки при рецензировании — бывают... Классическим примером такой ошибки может служить отвержение отечественными научными журналами замечательной работы В.Белоусова о периодических химических реакциях. Ее удалось напечатать лишь в каком-то никому не ведомом «Бюллетене...», и прошли многие годы, прежде чем она была замечена и должным образом оценена. Сейчас реакцию Белоусова и ее математическое описание, предложенное В.Жаботинским, справедливо рассматривают как одно из выдающихся достижений советской науки.

\* \* \*

Достоин удивления, что сознательная фальсификация в научных работах встречается исключительно редко, хотя именно ее труднее всего выявить при рецензировании рукописей. О таких случаях ходят легенды, они у всех на памяти (лет тридцать назад некий биолог был навеки опозорен — он вручную раскрашивал подопытных животных, от которых ожидалась пятнистость). Главная причина редкости подделок — вторая половина помянутого выше девиза: «Проверяй!».

Любую научную публикацию следует расценивать как приглашение к проверке новых данных и выводов. Воспроизводимость экспериментальных результатов составляет основу науки; любое нарушение этого требования немедленно привлекает внимание коллег и анализируется, пока не выяснится причина случившегося. Чаще всего невоспроизводимость возникает как следствие неучтенных или неописанных особенностей экспериментальной техники. Если же причину обнаружить не удастся, автору становится очень неудобно! То же относится и к выводам, то есть к гипотезам и теоретическим заключениям автора. Они подвергаются двойному контролю: во-первых, на соответствие известным экспериментальным данным и, во-вторых, на обоснованность сделанных предсказаний.

В начале 60-х годов прошлого века П.Митчелл опубликовал несколько статей, в которых изложил абсолютно еретическую гипотезу об электрохимической природе важнейших биологических процессов: окислительного и фотосинтетического фосфорилирования. Экспериментальные основания этой гипотезы (ее называли хемоосмотической) тогда казались спорными, но она допускала проверку самыми различными методами. Поначалу никто не верил Митчеллу, однако в разных странах исследователи испытали его гипотезу на прочность и убедились в ее предсказательной силе. Сейчас уже не гипотеза, а теория Митчелла (улавливаете разницу?!) общепризнанна как одна из фундаментальных концепций биологии.

И наоборот... Лет тридцать назад Л.Меклер выступил со, скажем так, оригинальной концепцией упаковки полипептидных цепей в белках и механизмов взаимодействия белков между собой и с нуклеиновыми кислотами. Как и у Митчелла, экспериментальных доказательств явно не хватало, а прогнозов — хоть отбавляй... Прошли годы, а они никем не были подтверждены. И это при го-лоде на свежие идеи, при самых радужных прак-тических перспективах и т.д.

Здесь обязательно нужно отметить, что даже са-мые серьезные непреднамеренные ошибки иссле-дователя не позволяют ни бросить тень на его доб-рое имя, ни обозвать работу антинаучной или псевдонаучной. Наука не знает другого пути, кроме «проб и ошибок»; и в конечном итоге важно не кто и как совершил ошибку, но — каким образом она была обнаружена. Известный русский естествоис-пытатель конца XVIII в. В.Петров одной из своих книг предпослал эпиграф из Бонне, звучащий в русском переводе примерно так: «Устранить ошибку — это куда больше, чем открыть истину».

Вот несколько поучительных примеров...

В конце 50-х годов советская научная общест-венность с восторгом обсуждала сообщения Л.Блюменфельда и А.Калмансона о парамагнетиз-ме ДНК. Ходили слухи, что сам академик И.Тамм уже разработал теорию этого явления. Слухи пре-кратились, когда выяснилось, что образцы ДНК были загрязнены ионами железа.

Чуть позднее М.Вольпин с сотрудниками полу-чили Ленинскую премию за открытие нового класса трехчленных ароматических циклов. Ока-залось, однако, что эти авторы выбрали неудач-ную методику определения молекулярного веса, и циклы в действительности — шестичленные.

Еще позднее Б.Дерягин сообщил об аномаль-ности свойств воды в сверхтонких стеклянных и кварцевых капиллярах. Со временем выясни-лось, что причины наблюдавшихся явлений более чем прозаичны.

Во всех этих случаях авторы достойно встре-тили суровый, но вполне доброжелательный и объективный приговор — не себе, а своим ошибкам и заблуждениям. Они успели впоследст-вии добиться выдающихся результатов. Так, М.Вольпин и А.Шур прославились открытием но-вого подхода к фиксации атмосферного азота, а Б.Дерягин — разработкой оригинального мето-да выращивания алмазов.

Конечно же, заблуждения характерны не толь-ко для наших ученых. Вот, например, крупнейший австралийский нейрофизиолог Дж.Экклс долгие годы упорно отвергал химическую теорию синап-тической передачи нервного возбуждения и при-думывал все новые способы опровергнуть ее экс-периментально. Поняв, что был неправ, он при-знал это публично, принял новую теорию на во-оружение и добился результатов, заслуживших Нобелевскую премию.

Надеюсь, сказанного достаточно, чтобы соста-вить некоторое представление о специфике науч-ных публикаций. Превращение исходного текста в научную статью или книгу в некотором смысле можно уподобить туземному обряду инициации. Добровольное подчинение строгим правилам от-бора и контроля свидетельствует об осознанной ответственности перед научным сообществом и готовности к придирическому анализу со стороны коллег.

Для научных публикаций характерно четкое разделение на жанры, которое отражает последо-вательность этапов исследования.

**Предварительное сообщение.** В июле 1610 г. Галилей послал Кеплеру письмо, содержав-шее анаграмму, то есть перемешанные буквы не-коей фразы. Так поступали, если требовалось со-хранить одновременно и приоритет, и тайну от-крытия. Лишь через пять месяцев Галилей рас-крыл свой секрет: «*Высочайшую планету трой-ную наблюдал*». Он полагал, что открыл два спут-ника Сатурна, хотя в действительности первым наблюдал опоясывающее его кольцо.

В этом эпизоде угадывается многое... Галилей опасался утратить первенство, поскольку изобре-тенный им телескоп-рефрактор стал орудием многих астрономов. С другой стороны, он не вполне уверен в трактовке наблюдаемого, по-скольку в движении «спутников» было нечто не-обычное. Подожди он некоторое время, Сатурн стал бы виден в ином ракурсе, и кольца бы пред-стали со всей очевидностью, но...

Анаграммы больше не используют\*, однако и поселе лаконичные предварительные сообще-ния служат главным образом для закрепления приоритета. К ним особенно часто прибегают в бурно развивающихся областях науки, которые привлекают много конкурирующих между собой исследователей. Существуют специальные журна-лы для подобных публикации — в их названиях обычно присутствуют слова «Letters», «Communi-cations» или «News», — однако этот жанр процве-тает и в обычных научных журналах, скрываясь под псевдонимом «Письма к редактору». Деление урана, структура ДНК, высокотемпературная сверхпроводимость — о скольких великих откры-тиях человечество узнало из немногих строчек кратких сообщений! Явным чемпионом по таким эпохальным публикациям является старейший и всеми читаемый и почитаемый английский жур-нал «Nature».

Посылая предварительное сообщение о важ-ном открытии, ученый инициирует не только проверку своих результатов, но также то, что на

\* Едва ли не последним случаем использования анаграммы бы-ло письмо Ньютона Лейбницу в 1676 г., в котором подытожива-лись полученные результаты, но шифровалась сущность мето-да бесконечно малых. В своем ответе Лейбниц, ничего не тая, изложил основу дифференциального исчисления и тем самым доказал независимость своего открытия.

Западе не совсем справедливо называют «крысиными гонками» — массовый приток эпигонов, стремящихся «догнать и перегнать». Поскольку их много и они подчас лучше вооружены техникой, первооткрыватель рискует быть оттесненным\*. Поэтому и содержание, и момент отправки предварительного сообщения зависят от размеров «задела», психологии авторов, накала конкуренции и многих других факторов. Именно для предварительных сообщений особенно опасна задержка публикации или преждевременная утечка сведений по вине редакций. Что греха таить, рассказы о таких случаях бытуют, хотя до явных скандалов дело, насколько знаю, не доходило.

В отношении к предварительной публикации важных результатов проявляются темперамент и самооценка ученого, его склонность к риску или, напротив, педантичность и осторожность. Еще свежа в памяти ложная сенсация, вызванная торопливыми сообщениями С.Понса и М.Флейшмана о «холодном термояде». Напротив, английские радиоастрономы из обсерватории в Джодрелл-банк, впервые зарегистрировавшие периодические сигналы от пульсаров, долго держали эти наблюдения в секрете, пока окончательно не убедились в неземном происхождении источников излучения.

Самые осторожные вообще отказываются от предварительных публикаций и зачастую бывают жестоко наказаны. Общеизвестно, что советский физик Л.Мандельштам первым обнаружил комбинационное рассеяние света, но затаил с публикацией, в результате чего этот эффект обычно связывают с именем Ч.Рамана. Аналогичная история приключилась с шведским ученым Э.Лундбладом, которому в феврале 1953 г. впервые удалось получить искусственные алмазы. Два года он совершенствовал технологию и... доигрался. В марте 1955 г. в «Nature» о синтезе алмазов рассказали американские исследователи из компании «General Electric». «Что поделатъ: мы, кажется, не были опытыми дельцами» — сетовал потом Лундблад.

**Экспериментальная статья** — главный переносчик естественно-научной информации. Описание эксперимента в такой статье, в отличие от предварительных сообщений, **обязано** максимально обеспечить его воспроизводимость. Обычно оно распадается на традиционные рубрики: вначале рассматриваются использованные материалы, методы и оборудование, а затем — полученные результаты. Любопытно, что есть две школы: одни предпочитают отделить собственно

результаты от интерпретации, другие — излагают их параллельно. Вероятно, такое разделение имеет целью расчистить читателю поле для собственных суждений.

Буквально каждый раздел научных статей важен для их судьбы, что далеко не всегда очевидно авторам. *Заголовок* должен привлечь внимание читателя и дать ему представление о сути дела. Перечень *ключевых слов* — так называют наиболее значимые из использованных терминов и понятий — определяет легкость обнаружения статьи в указателях и базах данных. Беглое знакомство со статьей начинается с *реферата*, и если он дурно написан — статью могут отбраковать, не начав читать. Это особое искусство — вместить в несколько всем понятных фраз то, что вы с большим трудом втиснули в десяток-другой страниц.

Особую информационную нагрузку несет список авторов... В наше время научная работа носит коллективный характер, и статьи с единственным автором достаточно редки. Поэтому приходится решать, в каком порядке разместить фамилии. Это проблема не только честолюбия — при цитировании часто используют формулы *Иванов и сопр.* или *Петров и др.*, где означенные *Иванов* и *Петров* — первые авторы в списке. В результате, от читателя ускользнет участие *Сидорова* — ведущего ученого в данной области, авторство которого вызвало бы заслуженный интерес. Чаще всего таких *Сидоровых* помещают либо в начало, либо в конце списка, хотя иногда их положение «демократически» определяется алфавитным порядком. К счастью, последовательность авторов обычно несущественна при поиске статей по библиографическим указателям.

За последние десятилетия списки авторов невероятно разрослись — от одного-двух имен до десятка-другого. Одна из причин здесь вполне существенная — у каждого исследователя есть по меньшей мере один административный босс, охочий до научных степеней. Другая же состоит в том, что исследования по большей части требуют привлечения специалистов разного профиля, даром что их вклад часто сводится к вполне рутинным инструментальным операциям вроде получения спектров. В результате владельцы и операторы особенно дорогих и сложных приборов становятся своего рода научными рантье, доход которых состоит в авторстве великого множества публикаций.

Ученые — народ наблюдательный, и недаром среди них уже много лет ходит такое присловье — если авторы в статье выражают благодарность *Джонсу* за техническое содействие, а *Смит* за ценные советы при обсуждении результатов, это означает, что первый работу сделал, а второй — ее истолковал. Да, благодарность — дело тонкое... Самую замечательную благодарность я встретил в авторском предисловии к книге ныне покойного замечательного ученого и человека В.Я.Александрова: «Я воздержусь от упо-

\* Еще раз слово Зенону Баку: «Если идея развита исследователем с ограниченными возможностями и небольшим коллективом, например европейцем, его могут превзойти меньше чем за год, и оригинальное сообщение, которое положило начало несомненному прогрессу, может быть быстро забыто и даже не упоминается в литературных указателях и обзорах, посвященных данному вопросу».

минания имен, — заключает Александров, — *ибо боюсь, что читатель заподозрит меня в желании возложить на моих консультантов вину за те ошибки, которые, вероятно, еще остались в этой книге*» [3].

Непременным компонентом научных статей является список цитируемой литературы. Его присутствие отражает преэминентность исследований — даже самые выдающиеся ученые имеют предшественников. Лучше всех об этом сказал И.Ньютон в письме Р.Гуку: *«If I have seen farther, it is by standing on the shoulders of giants»*. Оставим за скобками этическую сторону цитирования; не менее важно, что оно позволяет проследить генезис проблемы, выявить круг вовлеченных в ее изучение исследователей и лабораторий. На основе анализа ссылок определяется индекс цитирования и так называемый импакт-фактор — численные параметры, лежащие в основе рейтинга авторов, статей и журналов. Эти параметры изучаются специалистами по наукометрии, служа объективными показателями развития и взаимодействия отдельных направлений, структуры и динамики научных сообществ и т.д. Иногда, например, обнаруживается существование замкнутых «коллективов», избирательно цитирующих только «своих» и игнорирующих оппонентов или конкурентов. В такой сегрегации не всегда есть злой умысел — чаще она возникает из-за того, что замалчиваемые статьи публикуются на непонятном языке (увы! — для большинства зарубежных ученых именно таков русский язык) или в малоизвестных и труднодоступных журналах.

Администраторы от науки склонны рассматривать индекс цитирования как абсолютный критерий ценности подведомственных им научных сотрудников и их печатной продукции. Во многих случаях такой подход ошибочен. Так, например, методические работы в целом цитируются чаще других\*, наиболее оригинальные исследования могут не сразу быть поняты и оценены, наконец, есть интересные и важные проблемы, которыми по той или иной причине занимается узкий круг исследователей. Только вдумчивый и, главное, профессиональный анализ индексов цитирования действительно помогает оценить и общее соотношение сил в данной области науки, и относительные вклады отдельных научных групп и персон..

Очень любопытна классификация научных статей по динамике их цитируемости — это отдельная и очень интересная тема. Здесь важно отметить, что некоторые из них вообще не устаревают. Вот, к примеру, синтезы органических соединений, описанные в старых, по большей части немецких журналах. Любой химик-органик, не-

\* Хрестоматийный пример — древняя статья, описывающая методику количественного определения белков. В биологической литературе она — многолетний абсолютный чемпион по цитированию.

знакомый с немецким языком, хоть раз в жизни упрасивал приятеля или коллегу перевести позарез нужную методику из «Berichte...» или «Annalen...». К иным работам интерес возрождается спустя много лет — такова была судьба уже упомянутой выше статьи Белоусова или публикаций Б.Мак-Клинтон о подвижности генов.

Все же большая часть научных публикаций постепенно выходит из оборота и забывается. Что-то становится «азбучным» и переключивается в учебники, что-то бесповоротно устаревает, что-то так и остается невостребованным. Есть такой эмпирический закон: *«Двадцать процентов людей выпивает восемьдесят процентов пива»*. Он удивительно универсален и применительно к нашей теме означает, что **основная часть по-настоящему ценной информации сосредоточена в относительно малой доле публикаций**. Остальные образуют своего рода информационный фон — неотъемлемую часть коллективной науки. Счастлив ученый, у которого хотя бы одна статья остается памятной для следующих поколений.

Кстати, в выражении *информационный фон* нет ничего обидного. Речь идет о различии в значимости пионерских работ, которые «задают тон», «делают погоду», и последующих исследований, углубляющих и расширяющих сделанный прорыв. Например, после открытия новой химической реакции ее используют для синтеза самых разнообразных соединений, особенно если так их получить проще и дешевле. Или другой случай — при поиске веществ с заданными свойствами (скажем, лекарств) к цели продвигаются постепенно, по пути синтезируя множество соединений, — увы! — не удовлетворяющих поставленным требованиям. Они, быть может, кому-то когда-то понадобятся для других задач, но пока описание этих синтезов сливается с фоном.

А вот «морально устаревшие» публикации не сливаются с фоном, а как бы проваливаются под него. Особенно драматичен «выход в тираж» целых пластов информации, когда являются принципиально новые экспериментальные методы\*\*. Так, например, произошло, когда высокоэффективная колоночная хроматография природных соединений полностью вытеснила бумажную. Многие тысячи косвенных данных о строении активных центров ферментов потеряли свою ценность после прямого определения их структуры по рентгеновской дифракции. На смену крайне трудоемкому секвенированию («чтению») аминокислотной последовательности непосредственно в белках пришло легко поддающееся автоматиза-

\*\* Любопытно, что вынужденное или даже вполне уместное использование «старых» методов вскоре начинают рассматривать как нечто подозрительное по надежности и значимости. Помню, с каким скрипом мой друг защитил вполне добротную докторскую диссертацию только потому, что, не имея хроматографа, разделял смеси по старинке.

ции секвенирование кодирующей ДНК. Такова немолчаливая логика технического прогресса\*.

Выдающиеся по значению, но утратившие сиюминутную актуальность, статьи переходят в разряд классических. О них помнят, их часто включают в библиографические списки, но крайне редко читают. И зря, потому что эти работы — вехи на пути развития человеческой мысли. Иногда — к сожалению, довольно редко! — такие статьи собирают и публикуют в виде хрестоматий. Как удачный пример упомяну здесь ставший уже редкостью сборник классических работ о химической природе передачи нервных сигналов в синаптических соединениях [4].

**Научные обзоры** обычно рассматривают как форму обобщения экспериментальных данных и теоретических представлений, относящихся к определенному направлению исследований или к некоей области знаний. Иными словами, от автора ожидается анализ проделанной работы и, на его основе, синтеза концепций, позволяющих не только упорядочить имеющиеся сведения, но также продвинуться в понимании изучаемых явлений. Лучшие обзоры именно таковы — приведу лишь пару ярких примеров из знакомых мне областей науки. Авторы таких выдающихся статей-обобщений как бы следуют завету А.Блока:

*Сотри случайные черты —  
И ты увидишь: мир прекрасен.*

Биологи, изучавшие трансмембранный перенос молекул и ионов, десятилетиями подразделяли эти процессы на активный и пассивный транспорт. Критерий был чисто формальный — движется ли переносимая частица против или по градиенту своей концентрации. Такой подход в принципе не позволяет судить о молекулярных механизмах, из-за чего в одной куче оказывались совершенно разнородные биологические транспортные «устройства». Одним из следствий этой ситуации было сопротивление биофизиков и биохимиков упомянутой выше хемоосмотической гипотезе Митчелла. В результате он написал обзор [5], в котором, суммировав известные данные, предложил принципиально иную классификацию транспортных механизмов, основанную на четких физических идеях.

По Митчеллу, существуют молекулярные устройства двух классов. Так называемые *первичные транслоказы* используют внешние источники энергии (окисление, гидролиз АТФ, свет) для совершения осмотической работы, то есть для создания исходных ионных градиентов (протонов, ионов калия, натрия или кальция). Другие — *вторичные транслоказы* — способны «разменивать» эти градиенты на градиенты других ионов и нейтральных молекул. Это был поистине революци-

онный шаг, расчистивший путь к созданию современной биоэнергетики.

Другой пример — из органической химии. Даже школьники знают, что молекулы, содержащие асимметрический атом углерода, могут существовать в виде двух идентичных по химическим свойствам оптических изомеров. Если же молекулы содержат два асимметрических атома углерода, то число изомеров (так называемых диастереоизомеров) увеличивается до четырех и они различаются своим поведением во многих химических реакциях. Л.Бергельсон в своем обзоре «Конформации и реакционная способность ациклических диастереоизомеров» [6] предложил простые и эффективные правила, позволяющие буквально «на пальцах» прогнозировать скорость и направления превращений самых разнообразных соединений.

К сожалению, публикации такого типа появляются нечасто. В недавнем прошлом значительная доля обзоров по химии, биологии и медицине представляла собой унылое перечисление экспериментальных данных, где текст выглядит необязательным приложением к гигантским таблицам. Они приносят пользу специалистам в качестве сводок, сокращающих затраты времени и сил на сбор нужных сведений, но не более того... В наши дни обзоры-сводки уступают место электронным банкам данных, снабженным развитыми системами поиска.

**Новостные сообщения.** Особый жанр составляют материалы из разделов, обычно называемых «Новости науки и техники». Подобно обзорам, они основаны на экспертных оценках и обобщениях и содержат выводы и прогнозы, точность которых по возможности соединена с их доступностью специалистам в смежных областях.

Как журнальные, так и сетевые новостные службы распределяются по трем уровням, различающимся аудиторией, достоверностью источников, а также формой представления материалов.

*Первый уровень.* Сообщения авторизованы и основаны на анализе оригинальных публикаций. Это своего рода микрообзоры, составленные квалифицированными специалистами и прошедшие экспертный отбор и редакционную подготовку. Текст, иллюстрации и библиография отвечают стандартам научной периодики.

Лучшим примером журнальных «Новостей», несомненно, служит раздел «News and views» в «Nature». В нашей стране первоклассный новостной раздел был создан академиком И.Кнунянцем — главным редактором журнала «Химическая наука и промышленность». Из современных отечественных научных журналов традицию публиковать новости поддерживают немногие, например, «Успехи физических наук».

*Второй уровень.* Исходная информация извлекается из материалов первого уровня, размещен-

\* Тем более трогательно выглядит традиция связывать особенно удачные образцы лабораторной техники с именами изобретателей: чашка Петри, колбы Эрленмейера и Кляйзена, холодильник Либиха, игла Франка и т.д.

ных в новостных разделах «бумажных» научных журналов или в Интернете. Сообщения, как правило, не авторизованы, а ссылки на первичные источники обычно отсутствуют.

Этому уровню отвечает, например, большинство новостных сообщений в издаваемом РАН журнале «Природа». Такие «новости» отстают от жизни примерно на год, но для научно-популярного журнала это не так уж страшно. Пусть отстоятся...

*Третий уровень.* Характерен для популярных изданий, где околонуучная информация преподносится вперемешку с паранаучной и рекламной. Оценить достоверность сообщений практически невозможно, поскольку источник сведений в большинстве случаев неизвестен.

**Книги.** Как правило, по сравнению с журнальными публикациями книга олицетворяет более высокий уровень обобщения научных знаний. Число жанров здесь велико — монография, методическое руководство, справочник, учебник и т.д. До появления и укоренения научной периодики книга, наряду с личной перепиской, была единственной формой «бесконтактной» передачи информации. Заметим, что научные труды тогда печатались лишь при техническом посредничестве издателя, т.е. своего рода «самиздате»\*.

С тех пор ситуация изменилась, и появилось много книжных издательств, которые специализируются на издании научной литературы. В таких издательствах рукописи отбираются для публикации и редактируются ничуть не менее тщательно, чем в редакциях научных журналов, и поэтому сама издательская марка служит известной гарантией добротности содержания. Важная деталь — практически любая монография, сборник или учебник имеет так называемого **титального редактора** — специалиста, который отвечает за научный уровень и качество издания и обычно снабжает его аналитическим предисловием.

В принципе, книга по сравнению со статьей допускает гораздо большую степень автономности автора, поскольку может быть издана в обход редакционных барьеров, присущих научным журналам и специализированным издательствам. Этим пользуются авторы, чьи идеи кажутся рецензентам сомнительными, а результаты — недостоверными. Иногда время показывает, что «еретические» труды были отвергнуты напрасно. К примеру, тот же П.Митчелл так и не смог преодолеть издательский консерватизм и был вынужден две

свои монографии напечатать на ротаторе и разослать их по почте крупным ученым\*\*.

С другой стороны, я мог бы долго перечислять известные мне примеры книг-«самовыражений», выпущенных аутсайдерами. Любопытно, что в их числе довольно много крупных ученых, вдруг обратившихся к предмету, лежащему поодаль от области их компетенции. Таким был, в частности, «отец» витамина С — крупнейший химик и биохимик Альберт Сент-Дьердьи. На склоне лет он увлекся биофизикой и написал монографии — «Биоэлектроника» и «Введение в субмолекулярную биологию», — где отстаивал идеи, ошибочность которых специалистам была очевидна изначально.

После «катастрофы» не только исчезли цензурные ограничения, но также значительно ослаб редакционный контроль над содержанием и языком печатной продукции. В результате возник поток литературы, которую можно назвать **научно-миметической**, поскольку она является более или менее удачной имитацией подлинных научных публикаций. Рекордсменами здесь безусловно стали творцы «торсионного поля», академик Фоменко с его «новой хронологией», любители «живой» воды и, разумеется, Резун-Суворов, фальсификатор истории Второй мировой войны.

Если раньше всякого рода бред исходил в основном от бескорыстных невежд и/или параноиков, то теперь ее напор определяется по большей части выгодой и подкрепляется авторитетом «независимых экспертов» и разного рода непонятных организаций, именующих себя Академиями\*\*\*. Особенно много чепухи клубится вокруг медицины, служа для продвижения шарлатанских лекарств и лечебных аппаратов.

Научно-миметическая литература способна нанести большой вред народному образованию и общественному сознанию, но — это кажется парадоксальным! — для самой науки она практически безопасна, так как остается вне ее. Это происходит благодаря автоматическому срабатыванию тех самых защитных механизмов, которые были описаны выше. К сожалению, будучи однажды отбракованными, научно несостоятельные представления большинству ученых кажутся уже неопасными, более не заслуживающими внимания. Например, историки искренне недоумевают, почему так живуча «фоменковщина», маргинальность которой им — профессионалам — была очевидна более четверти века назад?

\* \* \*

Число научных публикаций увеличивается экспоненциально. Это явление отражает не только все возрастающую роль науки в цивилизации,

\*\* Забавно, что едва ли первым признаком признания Митчелла была перепечатка одной из этих монографий в первом классном научном журнале в качестве гигантской обзорной статьи.

\*\*\* См., например, Бюллетень №1 Комиссии РАН по борьбе со лженаукой и фальсификацией научных исследований. 2007 г.

но также свойство научных исследований неограниченно расширять сферу познания. Отсюда — непрерывное появление новых научных направлений, рост числа научных учреждений и... журналов. Достаточно сказать, что библиографический указатель Current Contents только в разделе «Life Sciences» — «Науки о Жизни» — обозревает 1200 периодических изданий.

Рост поголовья научных журналов имеет и чисто житейскую причину: профессиональный и служебный статус научного работника зависит от числа публикаций. Попробуй здесь недобрать — не допустят к защите диссертации, завалят на переаттестации, не возьмут на работу, откажут в гранте. Стала интернациональной поговорка — *publish or perish!* — *публикуйся или погибнешь!* Суета и спешка оборачиваются дроблением и дублированием публикаций, но главное — они порождают множество «Бюллетеней...» и «Вестников...», единственное назначение которых — вмести́ть этот искусственно «раздутый» поток.

Для нашей страны особенно характерны так называемые «придворные» журналы, обслуживающие почти исключительно сотрудников и аспирантов одного института, университета или ведомства\*. Их содержимое, как правило, второсортно, поскольку оно либо было отвергнуто журналами-лидерами, либо у авторов хватило осторожности избежать подобного афронта. Из этой закономерности, конечно же, следует исключочить ситуацию, когда исследования сосредоточены в одном центре. Вот характерный пример — прекрасный журнал «Вопросы истории естествознания и техники» содержит в основном статьи сотрудников Института истории естествознания и техники им.С.И.Вавилова.

Заметим, что «второсортность» вовсе не обязательно означает недостоверность; ее характерные признаки — узость темы, убогий эксперимент, незначительность результатов, часто в сочетании с путаной интерпретацией. Увы, нередко авторов подводит низкая научная культура — они просто не в состоянии грамотно описать ни поставленную задачу, ни ее решение. В результате рукопись в редакциях либо «заворачивают» бесповоротно, либо возвращают на доработку до тех пор, пока у дорабатывающих не опускаются руки.

Растущему обилию публикаций и журналов достаточно успешно «противостоит» уже помянутый выше закон, который применительно к данной ситуации звучит так: **основная доля ценных публикаций печатается в относительно небольшом числе журналов.** Список таких жур-

\* Но даже их не хватало, и тогда для аутсайдеров придумали так называемое депонирование рукописей во Всесоюзном институте научной и технической информации (ВИНИТИ). Это «положение во склеп» формально приравнивалось к публикации. Интересно, что среди депонированных рукописей были труды упомянутых здесь Л.Меклера и А.Фоменко.

налов — в памяти специалиста; именно эти издания он обычно просматривает в библиотеке и именно в них предпочитает публиковать свои собственные работы. Раньше этот список возник как сочетание коллективного и личного опыта, однако с развитием наукометрии о популярности изданий стали судить по так называемому импакт-фактору, который отражает среднее число ссылок на опубликованную статью за последние два года.

Стремление напечататься в хорошо читаемом журнале коренится не только в здоровом честолюбии; оно также стимулируется чисто экономическими факторами, поскольку карьерное продвижение все чаще напрямую зависит от цитируемости публикаций. Так или иначе, возникает положительная обратная связь: чем популярнее журнал, тем больше в него наплыв рукописей и, следовательно, тем легче выбраковать серятину за счет первоклассных работ\*\*.

Желанию авторов как можно скорее обнародовать свои достижения все более противостоят особенности нынешней научно-технической революции. С одной стороны, научные исследования неуклонно дорожают, с другой — вынужденно разрастается число вовлеченных в них работников и, наконец, сокращается дистанция между чистой наукой и прибылью от ее плодов. В результате значительная доля разработок концентрируется в лабораториях крупных корпораций или военных ведомств, и **отчеты о них недоступны посторонним.**

\* \* \*

Как современные электронные технологии сказываются на формах и механизмах распространения научной информации? Коротко говоря, эти технологии, с одной стороны, способствуют совершенствованию традиционных «печатных» каналов, а с другой — создают вступающие с ними в конкуренцию альтернативные пути.

Так, электронная почта и другие методы пересылки файлов, равно как использование редакционно-издательских и графических программ, значительно ускорили продвижение рукописи к типографскому станку. Однако электроника выполняет при этом чисто технические функции, поскольку ключевые операции — отбор материалов для публикации и их редактирование — осуществляются в точности как раньше.

По-прежнему печатаются научные журналы, более того, их поголовье продолжает возрастать. Электронные копии журналов, как правило, представлены в Интернете, но это именно точные *копии* печатных изданий, хотя их почему-то принято называть *версиями*. В последние годы, однако, начали возникать чисто интернетные научные

\*\* Высокой цитируемостью обладают хорошие обзоры; поэтому иные журналы, стремясь быстро «раздуть» свой импакт-фактор, прибегают к публикации обзорных статей.

журналы, не имеющие «бумажного» прототипа, например «Исследовано в России» [7]. Нет технических препятствий к тому, чтобы в таких журналах статьи публиковались в любом числе и хоть на следующий день после их поступления в редакцию, однако — *noblesse oblige!* — и здесь на пути рукописи встают такие «тормозные» стадии, как рецензирование и последующая фильтрация.

Разумеется, в тех случаях, когда необходимо скоростное, «безбарьерное» распространение научной информации, Всемирная Сеть представляет для этого все необходимые средства. Ими пользуются, например, при передаче экстренных сообщений об астрономических или иных быстропротекающих событиях, скажем, о вспышках новых звезд.

С другой стороны, родилась система адресных рассылок (или, напротив, мест коллективного хранения) так называемых *препринтов*, представляющих собой, хотя и не всегда, резюме или тексты предстоящих традиционных публикаций на разных стадиях подготовки к печати. Вся эта информация предназначена исключительно коллегам и рассматривается как один из способов консолидации их повседневных усилий. Итак, круг замкнулся, и исследователи на новом техническом уровне возвращаются к прямому межличностному обмену свежедобытыми сведениями...

\* \* \*

Попав в книгохранилище солидной библиотеки, поражаешься — сколько же печатных страниц, заполняет чуть ли не километры полки и стеллажей... Этот многотонный «груз прошлого» по мере электронизации библиотечных фондов съезживается в относительно небольшое число современных оптических и/или магнитных носителей информации, удельная емкость которых к тому же быстро увеличивается. Экономичность хранения материалов в электронной форме особенно очевидна применительно к редко востребуемым, но объемистым изданиям, например к научной периодике прошлых лет. Но дело не ограничивается компактностью и дешевизной...

Трудно оценить, сколько усилий тратится на «повторение пройденного», иными словами, на исследования, вызванные единственно трудностью раскопать ранние данные в гекатомбах крупных книгохранилищ. А ведь до этих хранилищ еще надо добраться — здесь и командировка, скажем, в Москву (РГБ, БЕН, ...) или в Ленинград (РНБ, БАН, ...), и хлопоты с пропусками, и возня с картотеками... Любой химик-органик может припомнить, как часто он импровизировал над синтезом известных соединений вместо того, чтобы разыскать соответствующие описания в монографиях или журнальных статьях. Все эти проблемы, к счастью, уходят в прошлое... Разумеется, не скоро, но и не в чересчур отдаленном будущем практически все печатная продукция чело-

вечества будет «оцифрована» и включена в базы данных и/или знаний. И чем дальше, тем большая доля этого богатства становится легко доступной, независимо от экзотичности или удаленности первоисточника. В результате добытая некогда информация, возможно, окажется ошибочной или устаревшей, но уже никогда не будет забытой или затерянной.

Технологии поиска, систематизации и хранения нужных сведений в эпоху Интернета — это отдельные темы, которых здесь даже касаться не стоит ввиду их важности и неисчерпаемости. Общая тенденция состоит в преобразовании библиотек — и коллективных, и личных — в электронные базы данных и в возможности составления точных запросов, чтобы уменьшить долю «мусора» в найденном. Нужно, однако, четко различать собственно поиск и последующую оценку улова.

Самые горячие головы уповают на успехи «текстомики» — некоей пока не существующей науки, занимающейся семантическим анализом. Самые занятые — доверяются авторам обзоров и составителям новостных лент. Однако, пусть даже надежные, но внешние выводы и прогнозы не отменяют необходимости выработки собственных оценок. И тут мы возвращаемся к сопоставлению науки с цеховым ремеслом, а научного сообщества — с клубом. Ибо нет лучшего способа научиться понимать прочитанное или услышанное, как участвовать в обсуждении этой информации в кругу компетентных коллег. Недаром многие крупные ученые проводят регулярные семинары с разбором наиболее интересных литературных данных.

Такие обсуждения полезны и тем, что они помогают участникам выйти за пределы сиюминутных интересов и вникнуть в смежные и малознакомые проблемы. К сожалению, повсеместное внедрение баз данных как инструмента литературного поиска объективно препятствует расширению научного кругозора — *на возможно более точный вопрос получаешь предельно четкий ответ*. И только! Этого совершенно недостаточно для пробуждения и развития ассоциативного мышления — ведущего элемента творческой деятельности. Самый эффективный путь к увеличению тезауруса — просматривать свежую научную периодику; недаром во всех крупных библиотеках текущие номера журналов выложены в открытом доступе. Характерно, что возможность просмотра списков публикаций по номерам журналов предусмотрена и в популярных электронных библиографических изданиях, например, в *Current Contents* (ISI).

\* \* \*

Хотя новые информационные технологии совершили подлинную революцию в доступности научных публикаций и в методах обращения с ними (поиск, хранение и т.д.), традиционные формы

статей практически не изменились. Эта консервативность благодетельна, поскольку она обеспечивает преемственность поколений как в исследовательской деятельности, так и при подготовке кадров, однако на следующем технологическом этапе перемены неизбежно грянут...

Пока что все научные публикации пишутся авторами для читателей, то есть одними людьми для других. И как бы ни были строги журнальные правила, рецензенты и редакторы, тексты статей различаются по словарю, языку и стилю, равно как по манере представления данных, аргументов и доказательств. Далеки от унификации даже такие относительно формальные элементы, как авторские рефераты. Все это, без сомнения, затрудняет вычислительные подходы, которые необходимы, чтобы огромные объемы информации преобразовать в базы знаний.

Пока совершенно неясно, как именно будет решена эта проблема, в частности, потребуется ли

разработка некоего специального **жаргона**, в пределах понятного и человеку, и компьютеру, или же создание изощренных **трансляторов** при сохранении разумной свободы «человеческого» языка.

Захотят ли люди писать тексты на урезанных или трансформированных языках? Но разве авторы научных статей не занимаются этим уже столетия? Мало того, что есть специальная терминология и стандартные аббревиатуры, значительная доля научных текстов поневоле переводится с родного на чужое наречие: раньше — на латынь, а теперь — на английский. Очередь за следующим шагом...

Другое дело, будем ли мы получать эстетическое удовлетворение от чтения такой литературы? Увы, оно и так безвозвратно уничтожается техническим прогрессом, и если кто в этом усомнится, пусть почитает статьи Фарадея, Пастера, Дарвина, Павлова, Тимирязева... ■

## Литература

1. *Болотовский В.М.* Оливер Хевисайд. М., 1985.
2. *Бак З.* Химическая передача нервного импульса. М., 1977.
3. *Александров В.Я.* Клетки, макромолекулы и температура. Л., 1975.
4. Теория химической передачи нервного импульса (этапы развития) / Сост. М.Я.Михельсон. Л., 1981.
5. *Mitchell P.* // *Advances in Enzymol.* 1967. V.29. P.33.
6. *Бергельсон Л.Д.* // *Успехи химии.* 1958. Т.27. №7. С.817—844.
7. <http://zhurnal.gpi.ru/>

Г.Клеман и М.Эрбен (G.Clement, M.Herbin; Национальный музей естественной истории в Париже) сканировали кишечник целаканта, выловленного 40 лет назад в прибрежных водах Коморских о-вов (Индийский океан) и хранящегося в формалине. При сканировании обнаружено блестящее пятно; после длившейся около часа операции выяснилось, что это минерализованный порошокобразный экскремент. Его состав позволит исследователям уточнить пищевой режим целаканта, которого рассматривают как переходное звено между рыбами и наземными позвоночными.

*Sciences et Avenir.* 2007. №723. P.25 (Франция).

Формирование океанической коры не оставалось неизменным на протяжении последних 180 млн лет: новый анализ возраста разных океанических плит показывает, что средняя скорость спрединга (расхождения плит) увеличивалась на 20% в период между 60 и 30 млн лет назад, причем в основном за счет дрейфа тектонических плит Тихого океана. Затем средняя скорость формирования коры вернулась к прежним значениям.

*La Recherche.* 2007. №406. P.14 (Франция).

На северо-западе Ботсваны (Африка) находится утес высотой 2 м и протяженностью 6 м.

По форме он напоминает голову питона. Как полагает исследовательница Ш.Кулсон (Sh.Coulson; Университет Осло, Норвегия), это древнейшее ритуальное сооружение. Из буровой скважины, проделанной у подножия утеса, было извлечено более 13 тыс. артефактов, которые говорят о том, что утес служил культовым местом почитания питона. Возраст этого ритуального объекта достигает 70 тыс. лет; таким образом, он значительно древнее ритуальных объектов в Европе, возникших, по самым сдержанным оценкам, 40 тыс. лет назад.

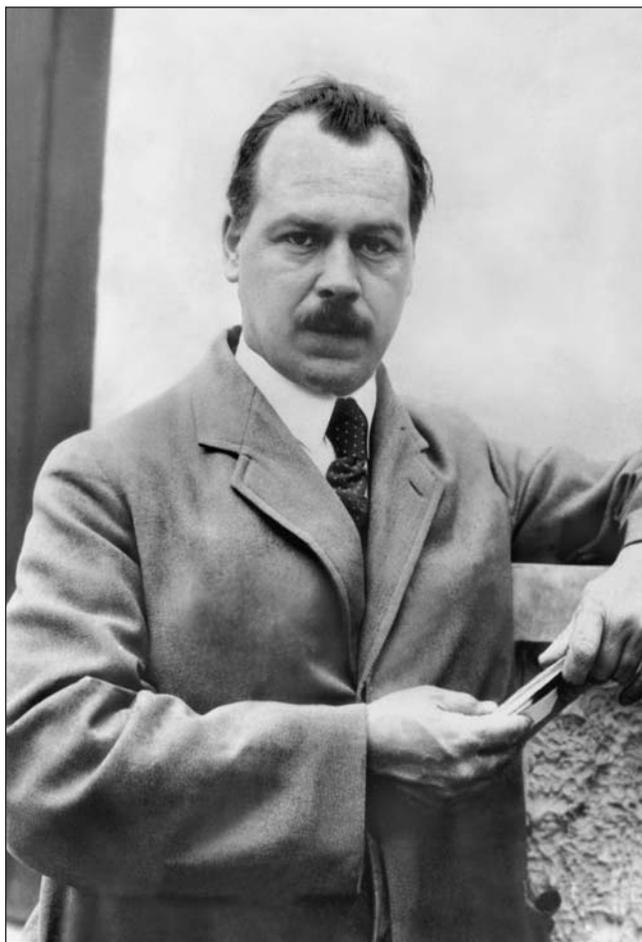
*Science et Vie.* 2007. №1073. P.21 (Франция).

---

# ЩЕДРАЯ И ОБАЯТЕЛЬНАЯ НАТУРА Н.И.ВАВИЛОВА

Жасмегше

К 120-летию со дня рождения



Николай Иванович Вавилов (1887—1943).

«Николай Иванович Вавилов — гений, и мы не сознаем этого только потому, что он наш современник», — говорил его учитель Д.Н.Прянишников. Сегодня его творчество — биолога, эволюциониста, генетика, растениеведа, географа, организатора науки фундаментальной и прикладной — получило мировое признание.

20 лет тому назад «Природа» посвятила целый номер 100-летию Николая Ивановича. С тех пор образовалось целое море биографической и научной литературы о Вавилове. Казалось бы, сказано все. Но великий человек неисчерпаем. И мы снова печатаем то, что не публиковалось никогда.

Традиция требует напомнить известное. Родился 25 ноября 1887 г. в Москве в семье фабриканта. В 1898—1906 гг. учился в Московском коммерческом училище, в 1906—1911 гг. — в Московском сельскохозяйственном институте. В 1917—1921 гг. профессор Саратовского университета по кафедре частного земледелия и селекции. В 1923 г. Вавилов — член-корреспондент, а в 1929-м — академик. Он стал членом много-

численных советских и зарубежных академий, почетным доктором многих институтов. В 1912 г. обвенчался с Екатериной Николаевной Сахаровой, которая в 1918 г. родила ему сына Олега. В 1926 г. развелся и женился на Елене Ивановне Барулиной. В 1928 г. у них родился сын Юрий. В 1921–1929 гг. профессор Ленинградского сельскохозяйственного института. В 1924–1940 гг. директор Всесоюзного института растениеводства. В 1926 г. присуждена премия им. Ленина за ряд сочинений по исследованию многочисленных рас культурных растений и за разработку вопроса о происхождении культурных растений. В 1926–1935 гг. член ВЦИК СССР, в 1929–1935 гг. президент, а в 1935–1940 гг. вице-президент ВАСХНИЛ. В 1930–1940 гг. директор вначале Лаборатории, затем Института генетики. Руководитель нескольких десятков экспедиций в Советском Союзе, в различных странах Европы, Америки, Азии, Африки. Собрал в ходе своих экспедиций самую большую в мире коллекцию семян более 240 тыс. культурных растений и создал генофонд, необходимый для продовольственной обеспеченности России и всего мира. Автор примерно 500 статей и большого числа книг. 6 августа 1940 г. академик Николай Вавилов был арестован в Черновцах во время научной экспедиции, 10 августа доставлен в Москву во Внутреннюю тюрьму НКВД на Лубянку. 9 июля 1941 г. приговорен к расстрелу. Находился в камере смертников в Бутырской, а затем Саратовской тюрьме НКВД №1, где погиб 26 января 1943 г. Особое место в нашей истории определила Вавилову его ни с чем не сравнимая злосчастная судьба.

Но в заключение хочется привести слова нобелевского лауреата, американского генетика Германа Мёллера: «Всех, кто знал Николая Ивановича, воодушевляла его неисчерпаемая жизнерадостность, его великодушие, его щедрая и обаятельная натура, многосторонность его интересов и его энергия. Эта яркая, привлекательная и общительная личность как бы вливалась в окружающих свою страсть к неутомимому труду, к свершениям и радостному сотрудничеству».

## Памяти друга. Неизвестные тексты Н.И.Вавилова

Вниманию читателей впервые предлагаются тексты Николая Ивановича Вавилова, связанные с неожиданной смертью выдающегося исследователя в области хлопководства Гавриила Семеновича Зайцева. Он родился 18 марта 1887 г., в 1909 г. окончил Московскую земледельческую школу, затем поступил в Петровскую сельскохозяйственную академию. По ее окончании летом 1914 г. направился в Туркестан, где стал хлопководом. В 1919 г. недалеко от Ташкента он создает и возглавляет Туркестанскую селекционную станцию Главного хлопкового комитета. В течение ряда лет руководит секциями хлопководства Всесоюзного института прикладной ботаники и новых культур и Государственного института опытной агрономии, директором которых был Н.И.Вавилов. Николай Иванович регулярно посещал Туркестанскую селекционную станцию, следил и за научным творчеством, и селекционной работой своего друга, помогал публиковать работы (подробнее см.: Резник С. Завещание Гавриила Зайцева. М., 1981; Он же. Корреспондент и адресат // Природа. 1977. №4).

10–16 января 1929 г. в Ленинграде проходил Всесоюзный съезд по генетике, селекции, семеноводству и племенному животноводству. На форуме присутствовали 1400 делегатов. В их числе должен был оказаться и Зайцев. Как главный специалист в области хлопководства он должен был выступить с основным докладом на одном из пленарных заседаний съезда. Но прибыть в Ленинград ему не довелось. Поездка началась еще в конце декабря 1928 г. и продолжалась пять дней. Зайцев отправился в дальний путь вместе с женой Лидией Владимировной, сыном и дочерью. Новый год встречали в поезде. Вскоре ученому стало плохо — начались рези в животе. В соседнем купе оказался выдающийся хирург А.В.Мартынов, оперировавший в свое время академика И.П.Павлова и других видных ученых. На этот раз он, однако, не смог правильно определить болезнь — гнойный аппендицит, который требовал немедленной госпитализации и операции. В Москву поезд прибыл в начале января 1929 г. На извозчике отправились к брату Гавриила Семеновича. Там вскоре Зайцеву снова стало плохо,

и его отвезли в больницу Мартынова. Тот осмотрел больного, сделал операцию. Но время было упущено. 17 января 1929 г. главного хлопковод страны не стало.

Телеграмму из Москвы о кончине друга Николай Иванович получил в Ленинграде утром 18 января и сразу подготовил черновик публикуемого ниже обращения в Совет Народных Комиссаров СССР с просьбой определить семье Зайцева высшую персональную пенсию. Это ходатайство в дальнейшем дало возможность жене и детям Зайцева, которые вскоре переехали в Москву, безбедно существовать в течение многих лет. В этом документе чуткость и добросердечие Николая Ивановича выявились в чистом виде.

18 января 1929 г. Николай Иванович созвал в своем Всесоюзном институте прикладной ботаники и новых культур траурное заседание, посвященное памяти его друга. Здесь присутствовали не только научные сотрудники института, но и группа делегатов закончившегося накануне Всесоюзного съезда по генетике, селекции, семеноводству и племенному животноводству. Выступление Вавилова открыло это заседание. Помимо него выступали сотрудники Туркестанской селекционной станции Л.И. Мальцев, Н.Д. Нагибин, М.Ф. Перескоков, а также ряд других ученых. Здесь публикуется и краткое заключительное слово Вавилова.

На траурном заседании велась стенограмма. Она была перепечатана, Николай Иванович просмотрел и поправил машинописный текст и один экземпляр передал Лидии Владимировне. На первой странице сверху его рукой написано: «Л.В. Зайцевой». Стенограмма озаглавлена: «ЗАСЕДАНИЕ, ПОСВЯЩЕННОЕ ПАМЯТИ Г.С. ЗАЙЦЕВА. 18-го января 1929 г.». Именно этот документ и оказался в личном архиве Марии Гавришиловны Зайцевой.

Публикуемое выступление — импровизация, выражение горестных чувств и мыслей по поводу неожиданного ухода из жизни близкого друга и единомышленника. Хотя в выступлении Вавилова даны оценки методов работы и научного творчества Зайцева, там немало интересного о самом Николае Ивановиче. Он обращает внимание на те особенности творчества Зайцева, которые были присущи ему самому.

В выступлении Николая Ивановича, а также в его некрологе и биографическом очерке о Зайцеве проявились его большие познания в хлопководстве (см.: Вавилов Н.И. Гавриил Семенович Зайцев, 1887—1929 // Труды по Прикладной Ботанике, Генетике и Селекции. 1920. №5; Он же. Зайцев. Биографический очерк // Зайцев Г.С. Хлопчатник. М., 1929). Ему была досконально известна вся отечественная и зарубежная литература в этой области знаний.

19 января 1929 г. Николай Иванович прибыл в Москву на похороны. Предоставим слово Марии Гавришиловне: «Мы, дети, не были освобождены от



В Абиссинии. 1927 г.



На Шунтунской опытной станции. 1935 г.

скорбного долга прощания и проводов отца. Этот морозный январский день врезался в память на всю жизнь. Траурный митинг в Главном Хлопковом комитете. На сцене сменяются выступающие. А вот и Николай Иванович. Совсем необычный. Говорит взволнованно, прерывающим голосом, на глазах слезы... Потом Николай Иванович напишет большой некролог, дав ему подзаго-



С немецким генетиком Э.Бауром во время I Всесоюзного съезда генетиков и селекционеров. Ленинград. 1929 г.  
Фото Н.Александрова



Во время сессии ВАСХНИЛ в Нухе. 1935 г.



В президиуме конференции АН по изучению производительных сил Туркмении. Справа от Н.И.Вавилова председатель СНК Туркмении К.С.Атабаев. Ленинград. 1933 г.

ловок: «Памяти друга». В те годы провожающие за гробом шли пешком. Только мы, дети, были на машине позади идущих. Путь от Армянского перулка до Новодевичьего кладбища далек, а зимний день короток, и на кладбище оказываемся уже при наступлении сумерек. Закутанные до глаз, промерзшие на 25-градусном морозе, слышим первые удары мерзлой земли о крышку гроба — вдруг кто-то берет нас за руки и бежит вдоль дорожки — это Николай Иванович» (Зайцева М.Г. Великий творец науки, он щедро дарил людям свое тепло // Вавилов Ю.Н. В долгом поиске. Книга о братьях Николае и Сергее Вавиловых. М., 2004. С.216).

В последующие годы семья покойного друга вплоть до ареста Николая Ивановича чувствовала его многообразную помощь и поддержку. В конце 30-х годов Вавилов посоветовал Марии Гавришиловне поступать на биологический факультет МГУ, а также быть более осторожной в своих высказываниях, учитывая обстановку в стране. «Да, — отмечает Мария Гавришиловна, — он пытался уберечь других и в том числе нас, детей. Но себя-то он не берег. В то время сражения с Лысенко приняли опасный оборот. И, понимая это, он продолжал сражаться, не изменяя своим убеждениям. На третьем курсе биофака происходило распределение по специальностям. Мне хотелось посоветоваться с Николаем Ивановичем. Я не раз звонила Олегу, старшему сыну Вавилова (от первого брака. — Я.Р.), чтобы узнать, когда же он будет в Москве. Но встретиться с Николаем Ивановичем мне так и не удалось. Он мелькнул в Москве и уехал в экспедицию на Западную Украину. Вскоре мы услышали страшную весть» (с.218). Вавилов был арестован.

Когда после похорон мужа Лидия Владимировна вернулась в Ташкент, она встретила с известным тогда хирургом В.Ф.Войно-Ясенецким (он же архиепископ Лука). Мария Гавришиловна рассказывает: «Расспросив ее (Лидию Владимировну. — Я.Р.) сначала как хирург о подробностях трагедии, он произнес: «Вы сейчас убиты горем, но пройдет немного времени, и вы поймете, что, может быть, смерть — лучший выход». Мама была потрясена. Но прошло несколько лет, и она убедилась в потрясающей прозорливости выдающегося ученого и церковного иерарха. Действительно, смерть уберегла Зайцева и его семью от преследований. В директивном письме ОГПУ от 14 марта 1932 г. покойный был назван в числе вредителей, которых поддерживал Н.И.Вавилов (Суд палача. Николай Вавилов в застенках НКВД. 2-е изд. М., 2000. С.143). Как правило, этих людей арестовывали, а затем расстреливали. Семьи их выслались в отдаленные районы страны.

© Рокитянский Я.Г.,  
кандидат исторических наук  
Москва

# Черновик письма в Совнарком от 18 января 1929 г.

Заметки

## В Совет Народных Комиссаров СССР

Всесоюзный институт прикладной ботаники и новых культур считает своим долгом ходатайствовать перед Правительством СССР о назначении Высшей персональной пенсии семье безвременного скончавшегося ученого Гавриила Семеновича *Зайцева*, директора Туркестанской селекционной станции.

Заслуги покойного в развитии советского хлопководства исключительно велики. Во всей мировой литературе по хлопчатнику мы не знаем более глубоких, более всесторонних исследований хлопчатника.

Работы Туркестанской селекционной станции, руководимой *Г.С.Зайцевым*, к 1918 г. являлись наиболее крупным достижением в изучении и селекции хлопчатника в Союзе. Покойный ученый совмещал в себе редкое сочетание глубокого знания *практики хлопководства* и в то же время был крупнейшим теоретиком науки о хлопководстве. Его классическое исследование по классификации хлопчатника составляет новую эру в познании хлопчатника. На нем ныне должна строиться работа по сортовыведению и сортоизучению хлопчатника.

Исключительные знания биологии хлопчатника позволили покойному ученому разработать метод предугадывания урожая хлопка по первым очагам его развития, что имеет большое практическое значение для государственного хлопководства. Впервые в нашем Союзе *Г.С.Зайцев* приступил к генетическим исследованиям хлопчатника, Его работы по гибридизации хлопчатника являются важнейшими исследованиями в этой области.

Принципы, разработанные *Г.С.Зайцевым*, имеют общее значение для селекции растений.

Работы покойного ученого привлекли внимание далеко за пределами Союза. Многие из работ *Г.С.Зайцева* переведены на английский язык и изданы в Англии и Индии. В текущем году должны были приехать американские ученые для ознакомления с методами, впервые установленными *Г.С.Зайцевым*.

Туркестанская селекционная станция, создателем которой является покойный *Г.С.Зайцев*, стала крупнейшей школой для хлопководов на-

шего Союза. Через школу *Г.С.Зайцева* прошел большой ряд молодых работников.

Став директором Туркестанской селекционной станции, покойный ученый одновременно заведовал Секцией Хлопководства Всесоюзного Института Прикладной Ботаники и Новых Культур и Государственного Института Опытной Агрономии, возглавлял таким образом научную работу по хлопководству в Союзе.

Сорта хлопчатника, выведенные *Г.С.Зайцевым*, являются наиболее ценными для наших Среднеазиатских и Закавказских республик и вошли уже широко в жизнь. Половина всех полей в СССР, занятых хлопком, засеяны сортами, выведенными в последние годы *Г.С.Зайцевым*. Советскому Союзу, главной отрасли, определяющей благосостояние миллионов трудящихся ее Среднеазиатских и Закавказских республик, покойный ученый отдал свой большой талант. Всю свою жизнь. Им с правом может гордиться Советский Союз. В развитии хлопководства заслуги *Г.С.Зайцева* поистине бессмертны.

Мы считаем поэтому долгом справедливости ходатайствовать перед Союзным Правительством об максимальном обеспечении семьи покойного, в жизни своей исключительно скромного и нетребовательного, что, несомненно, значительно ускорило безвременный конец. После покойного остались жена и двое маленьких детей.

Председатель Совета Института  
(Н.П.Горбунов\*)

Директор Института Академик  
(Н.Вавилов\*\*)

Личный архив М.Г.Зайцевой.

Автограф Н.И.Вавилова.

Черные чернила. Публикуется впервые.

\* Горбунов Николай Петрович (1892—1938), химик, академик с 1935 г., в 1917 г. секретарь Совнаркома, в 1920—1922 гг. — управляющий делами Совнаркома РСФСР, затем Совнаркома СССР, в 1935—1937 гг. непреременный секретарь АН СССР. Репрессирован.

\*\* Н.И.Вавилов был избран действительным членом АН СССР 12 января 1929 г., т.е. меньше чем за неделю до этого ходатайства.

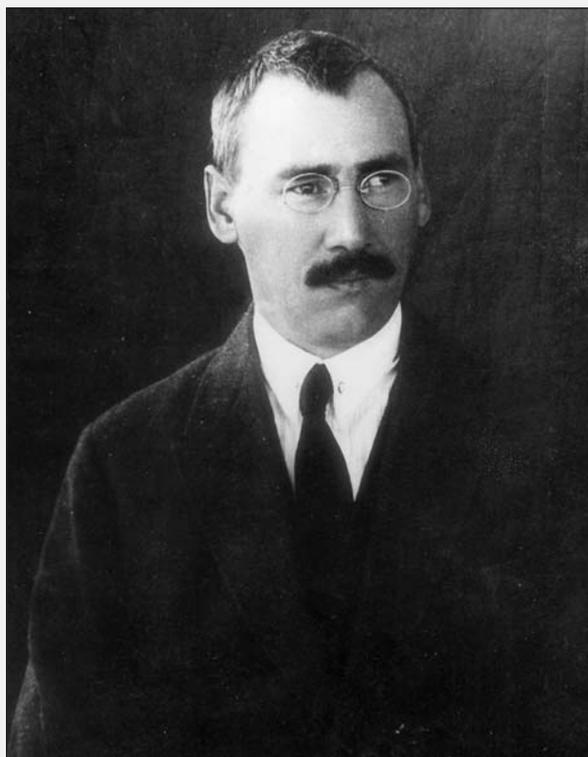
## Выступление и заключительное слово Н.И.Вавилова на траурном заседании, посвященном памяти Г.С.Зайцева

Ленинград, 18 января 1929 г.

Позвольте открыть наше экстренное заседание, которое устроено по желанию приезжих\*. Вы знаете, по какому событию мы собрались здесь, и по предложению группы лиц мы хотим здесь вспомнить нашего хорошего товарища, Гавриила Семеновича, поделиться воспоминанием еще, так сказать, по свежим следам, еще не собравшись с мыслями. Еще, понятно, пройдет время, прежде чем можно будет уже спокойно, учтя всю работу, которая сделана Гавриилом Семеновичем, говорить о его заслугах, о том, что он сделал, а сегодня мы только, так сказать, попытаемся высказать то, что приходит каждому в голову, когда мы думаем о совершенно неожиданной потере всем нам дорогого, близкого человека.

Я позволю себе начать наши воспоминания и нашу оценку той потери, которую потерпели Всесоюзный институт прикладной ботаники, Государственный институт опытной агрономии, Туркестанская селекционная станция, советская и мировая наука.

Вы знаете, что Гавриил Семенович ехал сюда, чтобы сделать на общем собрании большой доклад, резюме работ его личных и всей Туркестанской станции о путях селекции хлопка. Этот доклад, к которому он постоянно готовился, и вся станция, должен был подытожить всю многолетнюю работу по хлопку, которая должна была наметить вообще вехи не только по работе с хлопком, но и с другими объектами, и тот подход, который характеризует работу Туркестанской станции, он является настолько оригинальным и своеобразным, что он интересен не только для хлопководов, но и вообще для работников с культурами. Поэтому Организационный комитет, Организационное бюро Всесоюзного съезда предложило Гавриилу Семеновичу выступить на общем собрании с общими соображениями о пу-



Гавриил Семенович Зайцев. 1928 г.

тях селекции, взяв для этого в качестве наиболее ему близкого объекта хлопчатник.

Но судьба решила иначе, и вчера мы получили телеграмму-молнию следующего содержания: «Гавриил Семенович скончался, похороны в субботу». Очевидно, скончался вчера утром. Еще более точных сведений мы не имеем, но телеграмма пришла около 10—11 ч.; поэтому, по-видимому, это было вчера утром.

Напомню некоторые биографические черты, поскольку я их знаю. Лично я знаю хорошо Гавриила Семеновича с 1911 г., с того времени, ког-

\* Имеются в виду делегаты Всесоюзного съезда по генетике, селекции, семеноводству и племенному животноводству, который проходил в Ленинграде с 10 по 16 января 1929 г.

да он начал работать на Московской селекционной станции. Специальной должности практика он не занимал на Московской селекционной станции, когда был Д.Л.Рудзинский\* во главе этой станции. Не имея тяготения к селекции, он постоянно бывал, присматривался к работе, обрабатывал, помнится, в 1911 г. пшеницы, им собранные в Туркестане, определял их ботанически, приводил в систему и в общем постоянно интересовался работами селекции и постоянно участвовал в тех заседаниях, которые устраивались на Московской селекционной станции.

Гавриил Семенович родился в 1887 г. Окончил Петровскую академию, и с 1914 г.\*\* начинает работать в Туркестане. Здесь начались его первые генетические, селекционные работы. В 1916 г. во время посещения Голодно-Степской станции мы могли довольно близко познакомиться с интересной работой по скрещиванию хлопчатника, которую Гавриил Семенович вел. Любопытнейшие факты международной гибридизации в пределах американских видов хлопчатника подробно изучались уже в то время.

Гавриил Семенович поражал необыкновенной точностью в работе. Просматривая его фотографии, рисунки, можно видеть, как, несмотря на то, что ему приходилось работать в самых скромных условиях, в то время, тем не менее в этом скромном масштабе работа шла чрезвычайно показательно, чрезвычайно документально. Просмотрите, например, фотографии наших опытных станций; 90% обыкновенно никуда не годятся; тогда как работы Гавриила Семеновича даже в то трудное время уже останавливали на себе внимание вследствие его необыкновенно щепетильного отношения к делу, которое так характерно для него.

Из Голодной Степи работы Гавриила Семеновича переносятся в Фергану. Разгром станции басмачами в марте 1919 г. заставляет его бросить Фергану и направиться в Ташкент. Разгромлен огромной ценности материал, погибли ценнейшие коллекции, погибла часть результатов его работы. С трудом спасалась семья Зайцевых на лошадях в Ташкент. Помнится, как сам Гавриил Семенович описывал трудности переселения в Ташкент с маленькими детьми\*\*\*. Если не ошибаюсь, в конце 1920 г. Гавриил Семенович занимает



Студент Московского сельскохозяйственного института.

пост директора Туркестанской станции Главного хлопкового комитета, фактически в 1920 г., даже в 1919 г. работы Гавриила Семеновича сосредоточиваются уже в Ташкентском районе. Начинается сравнительно быстрое развертывание ее, но все же, сравнивая развитие работы Туркестанской селекционной станции с другими станциями, нужно констатировать одну своеобразную особенность, которая бросается в глаза, особенно в настоящее время. Это то, что, несмотря на исключительные возможности, предоставляемые для развития станции Главного хлопкового комитета, работа происходит в чрезвычайно скромной обстановке. Организация исследовательской работы характеризуется необычайной скромностью Гавриила Семеновича в своих требованиях. Я несколько не сомневаюсь что именно благодаря его малой требовательности и внешней обстановке Туркестанская станция до сих пор имеет сравнительно примитивный вид; убогие дома, убогие постройки. Если вы сравните новые учреждения, созданные за последнее время Высшим Советом Народного Хозяйства, то вас поразит этот контраст. Все внимание в работе у Гавриила Семеновича уходит внутрь, и вот это особенно характерно для всей его работы, — устремление внутрь дела, углубление в суть дела и меньше всего в обстановку работы.

В Ташкенте начинается постепенно развиваться огромная работа. В первом периоде, при ограниченном сортовом материале, который был вначале у Туркестанской селекционной станции, все внимание уходит главным образом на изучение биологии и физиологии, до известной степени

\* Рудзинский Дионисий Леопольдович (1866—1954) — с 1888 г. ассистент, а затем профессор Московского сельскохозяйственного института, где в 1909 г. основал одну из первых в России селекционную станцию. В 1922 г. переселен в Литву, где организовал селекционную станцию.

\*\* В стенограмме опечатка: 1912 г.

\*\*\* Г.С.Зайцев и его жена, а также сотрудники станции выехали из Намангана в Ташкент поездом. Мужчины направились в Наманган пешком, а женщины — верхом на лошадях. К этому времени дети еще не появились на свет. Лидия Владимировна была беременна старшим братом Марии Гавриловны.

физиологии хлопчатника. В этом отношении сделаны чрезвычайно ценные наблюдения, которые подытожил Гавриил Семенович, и его работы опубликованы в «Трудах по прикладной ботанике»\*. То время было исключительно тяжелое, и когда Гавриил Семенович привез свои работы для опубликования, не имея возможности опубликовать их в Ташкенте, то мы долго спорили, как бы сократить число страниц, так как по нашим мизерным средствам в то время приходилось экономить буквально каждую страницу. И если вы посмотрите на ту бумагу, на которой его работа была напечатана, то вы увидите, что дальше идти некуда, и тем не менее работа представляет чрезвычайную ценность. В ней разворачивается тот всесторонний глубокий подход к изучению растений, который так характерен для работ Гавриила Семеновича. В сущности говоря, мы еще так не научились изучать ни одно растение; я бы не мог назвать ни одного исследователя не только у нас, но и за пределами СССР, который так всесторонне подходил бы к изучаемому им растению.

Постепенно начинает подходить новый материал; работа Гавриила Семеновича связывается с Институтом прикладной ботаники, он становится ученым специалистом, заведующим Отделом хлопководства; в его ведение передаются все материалы, добываемые экспедициями, и работы его получают направление планомерного систематического изучения. В то же время продолжают работу и биологического порядка, и от самого первого периода ведется обстоятельное генетическое обследование как междувидных образцов, так и факториальной генетики, исследование унаследования отдельных признаков; притом работа идет глубоко и широко во всех ее направлениях.

Апофеозом исследований является маленькая статья, которая опубликована Гавриилом Семеновичем к Международному конгрессу\*\*. Когда я получил эту работу — притом в предварительном виде, просто для предварительного ознакомления с работой, чтобы дать о ней тот или другой отзыв — то я немедленно запросил Гавриила Семеновича о разрешении опубликовать ее в том виде, в каком она была прислана и, больше того, немедленно поручил перевести ее целиком на английский язык. Эта маленькая работа представляет шедевр исследования культурного растения, и она была результатом действительно огромной, 15-летней работы.

\* Зайцев Г.С. Классификация рода *Gossypium L.*; Хлопчатники Афганистана // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1927—1928. Вып. I; 1928. Приложение №33.

\*\* Зайцев Г.С. Действие продолжительности солнечного дня на хлопчатник. Тезисы к докладу; Он же. Пути селекции. Тезисы к докладу // Труды Всесоюзного съезда по генетике, селекции и семеноводству. Л., 1929.

Вся особенность заключалась в том, что это исследование действительно является всесторонним, основанным на глубоком знании экологии данного растения, отношения его к теплу, свету, влаге, притом в аспекте не только стационарном, а в аспекте географии, в связи с географией распределения хлопчатника: оно является результатом чрезвычайно углубленного дифференцированного исследования. Здесь мы имеем и составленную систему изменчивости, и в то же время оно является результатом продуманной критически системы исследования, которая потребовала ревизии всех старых представлений. В этой работе, так сказать, повторяю, все особенно, может быть, слишком сжато. Это, собственно, предварительный очерк, это введение в селекционную работу, которая намечалась Гавриилом Семеновичем по хлопчатнику. Но я могу заявить совершенно определенно, со всей ответственностью за каждое слово, что действительно более глубокого исследования по хлопчатнику мы не имеем во всей мировой литературе, и эта маленькая работа является поистине классическим исследованием по хлопчатнику и образцом вообще исследования культурного растения.

Заново выдвигается основная линия классификации хлопчатника. Все хлопчатники делятся на 4 основные группы: азиатские, африканские, центральноамериканские и южноамериканские виды. Обрисовывается общая проблема формообразования и видообразования хлопчатника, дается общая схема изменчивости всех видов хлопчатников и теоретические предпосылки детальной классификации видов. На основании этой работы задумывается огромный труд — мировая монография хлопчатника.

Общие контуры этой работы совершенно сложились Гавриилом Семеновичем. Для выяснения вопроса о происхождении хлопчатника ему приходится углубляться детально в историю переселения народов, цивилизаций. Он жадно набрасывается на исторические и археологические сочинения. В истории, в лингвистике он находит ценнейшие факты, подтверждающие общую ботаническую концепцию. Готовится обстоятельная ботаническая монография с полной ревизией всех представлений. Мировая монография *Yamma*\*\*\*

\*\*\* Уатт (Watt) Джордж (1858—1923), английский биолог, в 1887—1903 гг. работал в Индии, создал гербарий индийской флоры. В письме в журнал «Хлопковое дело» Н.И.Вавилов писал 2 ноября 1925 г.: «...По сортовыведению хлопка продолжает быть основой классическая работа Уатта (Watt), издание 1909 г., значительно устаревшая. Из новейших интерес представляет книга Крефорда (Craford. The Heritage of Cotton. N.Y., 1924), в которой много малоизвестных сведений по истории хлопководства в разных странах, дана и довольно полная библиография мировой литературы по хлопку» (Николай Иванович Вавилов. Из эпистолярного наследия. 1921—1928 // Научное наследство. Т.5. М., 1980. С.226—227).

оказывается совершенно не удовлетворяющей фактам, которые собираются Туркестанской селекционной станцией. Через 2—3 года должна была появиться огромная работа Г.С.Зайцева, посвященная хлопчатнику земного шара, истории его культуры, классификации видов, сортов и биологическим основам селекции. Нигде еще ни один исследователь хлопчатника не вбирал в себя такого колоссального количества фактов, не делал такого обстоятельного и разностороннего синтеза, как Гавриил Семенович.

Когда мне приходилось знакомиться во время посещения Туркестанской селекционной станции (такие посещения происходили через каждые 3 года) с работами ее, то я каждый раз поражался тому, как быстро росла станция. Посещение прошлогоднее особенно подчеркнуло эту широту, глубину и быстроту темпа в развитии работы. Применение методов фотопериодической реакции, создание целого живого музея ассортиментов хлопчатника, который можно было видеть в оранжереях, огромный мировой гербарий, равного которому нет нигде в мире, и в то же время углубленная практическая работа — это также большая особенность: Гавриил Семенович не только ботаник-теоретик, биолог, но и глубокий практик-агроном. Та школа, которую он прошел и которая бывает обычно связана с некоторыми дефектами и иногда дает отрицательные последствия, — этот опыт практики, отход от теоретических вопросов в данном случае явился большим плюсом. Наряду с широким кругозором Зайцев, будучи сам практиком, вел все свои исследования, связывая их с практическими заданиями.

Несомненно, Хлопковый комитет потерпел большую потерю в лице Гавриила Семеновича Зайцева, которую он сам еще не может, вероятно, полностью осознать в настоящее время. И вот это самое ценное качество — сочетание знаний практических с глубиной теоретических — эта особенность, которая характеризовала работу Г.С.Зайцева. Вся трагедия в том, что эта жизнь прервалась совершенно не вовремя. Трудно представить себе более нелепый факт, ибо через 2—3 года должна была появиться огромная мировая монография по хлопчатнику.

Необходимо принять все меры, чтобы столь блестяще и оригинально начатая работа под руководством Гавриила Семеновича была продолжена и насколько возможно закончена.

Помимо культуры хлопчатника, Гавриил Семенович знал и многие другие культуры. Он работал и с пшеницей, и с кунжутом и опубликовал даже работу по классификации кунжута; но постепенно эти работы свертывались и отходили к другим работникам. По его инициативе начата работа с южными прядильными растениями.



Туркменская селекционная станция, основателем и первым директором которой был Г.С.Зайцев.

Подходя к психологии исследователя, каким был Гавриил Семенович, я бы сказал, что для него были характерны некоторые особенности: та особенность, которая нужна каждому исследователю, — это огромная работа над собой. Гавриил Семенович до последних дней продолжал учиться, овладевать новыми методами. Увлечение историей и археологией за последнее время — иллюстрация этой жажды знаний, этой работы над собою. Кто это наблюдал в голодные годы, когда в этой комнате была температура не выше 5 градусов, помнят, как он, несмотря на холод, работал целыми ночами в библиотеке. Я помню, когда в 1922 году была получена большая иностранная литература, Гавриил Семенович целыми неделями сидел в нашей библиотеке, ночуя в ней же, для того чтобы всю ночь пользоваться этой библиотекой. И вот эта постоянная работа над собой, безостановочное движение вперед, постоянная учеба — это свойство, так редко встречающееся, было поразительно связано с личностью Гавриила Семеновича и поднимало его исследовательскую работу на исключительную высоту.

Работать в настоящее время несколькими методами очень трудно, и тот широкий кругозор, который характеризует работу Туркестанской станции, под руководством Гавриила Семеновича, есть результат исключительной подготовки ее руководителя — подготовки, которую мы встречаем чрезвычайно редко.

Гавриил Семенович предъявил большую требовательность к самому себе. Работа его над собою проявлялась в прекрасном знании мировой литературы, и исключительном знании ее. Думаю, что не ошибусь, если скажу, что мы не имеем в мире лучшего знатока литературы по хлопчатнику, притом во всестороннем объеме, чем Гавриил Семенович.

Мне приходится как руководителю большого коллектива наблюдать работу большого числа



Вавилов и Зайцев с сотрудниками на полях Туркестанской селекционной станции. 1925 г.

Фото из архива М.Г.Зайцевой

работников; поэтому у меня выработалось до известной степени мерило в оценке подхода отдельных исследователей; один берет большим талантом, другой умением охватывать самое существенное, третьи, так сказать, схватывают верхний слой работы, не углубляясь в детали, и таким образом подвигаются вперед. Небольшая часть исследователей захватывает всю толщу исследовательской работы, докапывается до самых глубин, стремится знать все, что сделано по данному вопросу; и вот к такому роду исследователей относится Гавриил Семенович.

Я с 1916 года вел довольно большую переписку с Гавриилом Семеновичем, и здесь передо мной часть писем, взятых за последние годы. Надо сказать, что письма Гавриила Семеновича были, в сущности, всегда как бы отчетом, подытоживанием всей той исследовательской работы, которую он вел. Эти письма бывали иногда в 12—15 страниц, и письма эти являлись всегда целым событием. Они передавались из одной секции в другую\*.

\* См. письма Н.И.Вавилова Г.С.Зайцеву // Природа. 1977. №4. С.102—115; Николай Иванович Вавилов. Из эпистолярного наследия. 1921—1928 // Научное наследство. Т.5. М., 1980.

хлопчатником или общим изучением культурных растений, всегда находили в этих письмах чрезвычайно своеобразные подходы и, попросту говоря, что эти письма были обычно целым событием, которое подвигало работу Института. Для выяснения проблемы о происхождении хлопчатника в связи с общей ревизией представлений о генезисе хлопчатника, Гавриил Семенович в последние годы подходит к проблеме истории и археологии. Тот, кто бывал у Гавриила Семеновича в последние годы, видел, что в его библиотеке появилось большое число исторических, археологических сочинений, сочинение археолога *Кинга*. Его интересуют вопросы лингвистики. Любопытнейшие находки, открытия делаются им. Помимо целого ряда подходов, методов, он вводит в сферу своего ведения метод исторический. Задумывается огромная, грандиозная работа, мировая монография хлопчатника.

Та мировая монография, которая существует в настоящее время, работа *Уамта* «Хлопчатник земного шара» ... представляет по настоящее время лучшее сочинение. [Но...] огромное число новых фактов, огромный материал, который при-



Поездка сотрудников Туркестанской селекционной станции в Ташкент на доклад Вавилова. Сентябрь 1926 г.

влечен за последние годы на Туркестанскую станцию, исследован путем посевов, — приводит к необходимости полной ревизии классической работы *Уамта*, и даже дополнения, которое за последние годы опубликовано в бюллетенях Кью и которое, по существу, обнаруживает непонимание основной классификации хлопчатника, основной географии хлопчатника. И Гавриил Семенович задумывает капитальный труд, всесторонний труд, состоящий из большого числа глав. Этот труд должен был появиться примерно через 2—3 года.

Вся трагедия смерти Гавриила Семеновича заключается в том, что смерть застигла Гавриила Семеновича как раз в период, когда полностью развертывалась его работа, когда определились все пути, когда в голове сложился не только план, но когда он стал уже рабочим, стал реализовываться, и мы были накануне издания капитальнейших сочинений по хлопчатнику, которые существенны были не только для хлопчатника, но которые подняли бы исследование культурных растений на известную высоту.

Я сам наблюдал и должен сказать, что особенно высоко ценил одну особенность Гавриила Се-

меновича. Нужны были ему для его работы некоторые старые систематические труды, и вот упорно, в течение 5—6 лет, Гавриил Семенович из года в год пытается достать ту или другую работу, достать некоторые старые работы, напечатанные в малоизвестных журналах, где-нибудь в Испании, Португалии, в Бразилии. Это представляет иногда большой труд. Нам, при наших больших связях, невозможно было достать какой-нибудь работы, книги; и вот Гавриил Семенович проделывает невозможные обходы, и в конце концов на его полке появляется работа, и вот эта настойчивость в течение 15 с лишним лет работы и представляет характерную черту покойного.

Вот здесь передо мною гербарий, несколько листов из гербария, который задуман по инициативе Гавриила Семеновича, и опять-таки на этом гербарии видна вся исключительность этого очень скромного, внешне малозаметного работника.

Вот здесь лист из гербария, который задуман Гавриилом Семеновичем. Вы здесь видите не только обычную ветку с цветами, но вы видите здесь, прежде всего, диаграмму, ветвление.

Это уже результат большой работы, вы видите поперечные разрезы, формы коробочек. Этот лист представляет из себя результат большой работы, и гербарий, если бы он был закончен — а он через 2—3 года был бы закончен — этот гербарий, несомненно, представил бы ценность совершенно несравнимую рядом с тем, что мы имеем во всех мировых гербариях хлопчатника.

Трудно передать сразу, да еще и в период напряженной работы, которая связана со Съездом, трудно очертить все особенности этой работы. Я не сомневаюсь, что когда мы будем подытоживать, мы все найдем еще ряд особенностей.

Я не знаю всех работ Гавриила Семеновича, всех многочисленных статей, которые опубликованы им за последние годы в журнале «Хлопковое дело», а также и в отдельных изданиях, большого числа маленьких работ, разбросанных всюду, но вот передо мною только что вышедшая статья Гавриила Семеновича в «Известиях» [Государственного] [Института] [Опытной] [Агрономии]: полемика его с Федоровым относительно продвижения хлопчатника в новые районы. Это всего-навсего маленькая статья, какие-нибудь три страницы, но в этих маленьких заметках вы опять-таки видите результат совершенно исключительной работы и знаний, которые редко можно встретить в одном лишь лице\*.

Повторяю, самым существенным, оригинальным в Гаврииле Семеновиче было то, что в нем, наряду с настойчивостью, наряду с большой работой над собой, в нем была всесторонность его подхода к делу, а именно то, что особенно нужно нашей стране, т.е. большая критика самого себя, большая критика и всякой исследовательской работы, и поэтому его заметки по вопросу продвижения хлопчатника, вопросу, который нас существенно интересует, представляют значительно большую ценность, чем десять каких-нибудь поверхностных статей, которые так легко пишутся исследователями. Другой работник на месте самого Зайцева, работая в ВСНХ, да еще по такому живому вопросу, как хлопчатник, ушел бы в подобные статьи, которые дают обыкновенно и значительные материальные блага, и имеют спрос; но эта сторона совершенно не интересовала Гавриила Семеновича, и с трудом можно было заставить его писать такие работы, и это опять-таки является его особенностью. Наша общая трагедия заключается в том, что такие крупные работники, как, например, Гавриил Семенович, к сожалению, могут уделять своим личным оригинальным исследовательским работам только крохи време-

\* Зайцев Г.С. Мой ответ Федорову. К вопросу о продвижении хлопчатника в новые районы // Известия Государственного Института Опытной агрономии. 1928. №5—6.

ни. Огромная организационная работа, руководство большим коллективом, преодоление всех бесчисленных препятствий, которые ставит жизнь, борьба с невежеством, которую мы так часто должны вести, — отнимает очень много времени и, прежде всего, отнимает силы, и приходится удивляться тому, что при всех неприятных условиях, при строительстве большого опытного учреждения в условиях окраинной республики, Гавриил Семенович непрерывно рос, непрерывно вел исследовательскую работу.

К сожалению, только малая часть исследовательской работы подытожена Гавриилом Семеновичем, и, несомненно, еще большая часть должна была быть подытожена в ближайшее время, но и то, что сделано Гавриилом Семеновичем, то, что опубликовано, те новые вехи, которые поставлены его работой, его руководством, несомненно, являются бессмертным делом, и задача наша, оставшихся после него, — это собрать в отдельное целое результат этой работы, создать сборник важнейших работ Гавриила Семеновича, собрать все, что рассеяно, и попытаться доиздать то, что, более или менее, приготовлено к печати\*\*, и попытаться, во что бы то ни стало, завершить те великие замыслы, которые были в голове Гавриила Семеновича.

## Заключительное слово

Позвольте, товарищи, закрыть наше заседание. Мы охотно примем все меры к тому, чтобы сделать все возможное для того, чтобы, прежде всего, собрать все то, что сделал Гавриил Семенович, мы внесем предложение в Главный хлопковый комитет об издании специального сборника работ Гавриила Семеновича, мы внесем предложение о присвоении станции имени Г.С.ЗАЙЦЕВА. Мы уже составили ходатайство о пенсии семье Гавриила Семеновича и примем, во всяком случае, на себя все обязанности по увековечению памяти Гавриила Семеновича.

Позвольте на этом наше заседание закрыть.

**Личный архив М.Г.Зайцевой.  
Оригинал стенограммы с правкой  
Н.И.Вавилова.  
Машинопись. Л.1—11, 26.  
Публикуется впервые.  
© Публикация и примечания М.Г.Зайцевой  
и Я.Г.Рокитянского**

\*\* Зайцев Г.С. Расценка волокна в связи с длиной // Хлопковое дело. 1929; Он же. Поливы хлопчатника // Вестник Ирригации. 1929; Он же. По поводу статьи Студенова «Хлопок в Перу» // Хлопковое дело. 1929; Он же. Хлопчатник, общедоступная серия. Л., 1929.

# «Святая святых души»

Любовь я понимаю как святая святых души.

Н.И.Вавилов. Из письма Е.И.Барулиной

М.А.Вишнякова,

доктор биологических наук

Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им.Н.И.Вавилова  
Санкт-Петербург

Быть женой гения — участь нелегкая. Не стала она исключением и для Елены Ивановны Барулиной — жены Николая Ивановича Вавилова. Она сама была замечательным специалистом по генетическим ресурсам растений. Ее имя неразрывно связано с ВИРОм — некогда Всесоюзным, а ныне Всероссийским институтом растениеводства, созданным и многие годы руководимым Вавиловым.

Естественно, что Елена Ивановна — одна из самых последовательных единомышленников Вавилова. Его идеи и теории она использовала как канву, в которую органично вплетались добытые ею факты и наблюдения. Через ее руки прошли тысячи растений и миллионы семян зерновых, зернобобовых, бахчевых и других культур. Ее научные успехи несомненны.

Но история сохранила имя Елены Ивановны Барулиной прежде всего как жены и любимой женщины Вавилова.

Жить рядом с таким неординарным, одержимым работой, вечно занятым человеком, в поле внимания которого постоянно находилось множество вещей, идей, людей, — безумно трудно. Екатерина Николаевна Сахарова — первая жена Вавилова — не смогла. Елена Ивановна Барулина сумела быть не только любящей, понимающей и любимой спутницей, матерью его сына, но и помощницей в научных изысканиях.

Она была тонка, хрупка, женственна. Крылатый разлет бровей, серьезные глаза, слегка застенчивая улыбка. Но внешняя хрупкость не соответствовала твердости ее характера, проявленного ею в годы ареста и тюремного заключения мужа.

Ее жизни посвящена всего одна статья\*. Остальное: спорадичные факты из воспоминаний, посвященных Вавилову, воспоминания сына — Юрия Николаевича Вавилова.

Главное свидетельство — позволяющее нам понять роль этой женщины в судьбе гения, — дошедшие до нас его письма, адресованные ей. К сожалению, письма Елены Ивановны к Вавилову не сохранились, ее личных воспоминаний нет, единичны и фотографии.

Елена Ивановна родилась 11(24) июля 1896 г. в Саратове, в семье служащего. Была воспитана в строгих религиозных традициях. В 1913 г. закончила в Саратове первую женскую гимназию с серебряной медалью. Поступила на высшие сельскохозяйственные курсы, реорганизованные в 1918 г. в сельскохозяйственный институт, который затем вошел в Саратовский университет как агрономический факультет. В 1917 г. в Саратов приезжает из Москвы молодой профессор Вавилов. Здесь он продолжает начатые в Петровской академии исследования в области иммунитета и систематизации культурных растений. Им к этому времени

\* Светозарова В.В., Волузнева Т.А. // Сопратники Н.И.Вавилова. СПб, 1994.



Елена Ивановна Барулина.  
1927 г.

уже собрана большая коллекция растений и особенно пшеницы. Поэтому одновременно с чтением лекций он со свойственным ему размахом уже в первый год по приезду организует обширные посевы коллекционного материала.

Блистательный профессор кафедры частного земледелия и генетики как магнитом притягивал к себе молодежь. Его неординарные лекции заставляли думать о тайне происхождения культурных растений, путях их распространения по земному шару, способах улучшения. Свою первую лекцию он закончил словами: «Работы достаточно для армии исследователей, было бы желание» [1]. Желание у многих, включая юную Елену

Барулину, было. С первого курса она стремилась к исследовательской работе, отличалась вдумчивостью, ответственностью, «интеллигентностью и аккуратностью», которые особо ценил в своих помощниках Вавилов. Он пишет Р.Э.Регелю в мае 1918 г.: «Посевы свои провел в большом масштабе, так как имел много помощников (около 20 специалистов по селекции) слушательниц института (курсов)... Публикой-помощниками я пока доволен, посев гибридов, который можно поручить только интеллигентным и аккуратным работникам, произведен был, несмотря на стужу и сильные ветры, хорошо» [2].

Она сразу включилась в предложенную студентам работу по селекции сельскохозяйственных культур, восприняв идеи Вавилова и стараясь найти все новые и новые доказательства его научных построений.

Ей было поручено исследование изменчивости признаков чечевицы и вики — культур, принадлежащих двум родам бобовых. Кроме того, она, как и другие студенты, вела изучение одной из разновидностей пшеницы. В своих полевых и вегетационных опытах студенткой, а позже аспиранткой она описывала, измеряла, проводила тысячи скрещиваний, доказывая параллелизм изменчивости признаков двух родов бобовых. Однажды она отметила странное свойство вики, засоряющей посевы чечевицы, — «прикидываться» чечевицей. Форма растений, листьев, окраска и узор лепестков, а главное размер и форма семян вики (сорняка) становились похожими на чечевичные. Николай Иванович предложил аспирантке подготовить доклад и статью об этом явлении, называемом мимикрией. В этой статье, ставшей впоследствии неотъемлемой частью трудов уже маститого ученого Барулиной, она приводит богатый материал о засорении других бобовых растений специальными сорными ви-

дами и делает вывод, что появление чечевичных черт у вики и вообще мимикрия у растений объясняются законом гомологических рядов в наследственной изменчивости. Мимикрия — частный случай в законе, над которым тогда работал Вавилов, объясняемый сходным изменением гомологических признаков у растений разных родов, попавших в одинаковые условия среды.

В 1919 г. Барулину как лучшую студентку рекомендуют на должность помощника руководителя семенной станции. В этом же году она оканчивает университет и получает звание ученого агронома. Советом агрономического факультета и по рекомендации Вавилова было постановлено оставить ее сроком на два года при кафедре частного земледелия и селекции для подготовки к научной и практической деятельности. Несмотря на высокую оценку, молодой профессор сначала мало отличал Елену Ивановну от других учениц. Но Богу было угодно, чтобы она стала неотъемлемой частью его жизни.

В июне 1920 г. в Саратове состоялся 3-й Всероссийский съезд селекционеров. Это было эпохальным событием в жизни молодых ученых. Саратов — «столица Волги», как называл его Николай Иванович, — был выбран не случайно. К этому времени на юго-востоке европейской части страны проводилась большая селекционная работа: в самом Саратове, на Безенчукской и Краснокутской опытных станциях. На съезде присутствовал весь цвет агрономической науки страны, и не только. Пришли юристы, медики, экономисты. Большая физическая аудитория университета была заполнена до отказа. Люди теснились в проходах. Именно на этом съезде Николай Иванович впервые доложил Закон гомологических рядов, и профессор В.Р.Заленский, заведующий областной опытной станцией, провозгласил, что в лице Вави-

лова съезд приветствует Менделеева в биологии. В работе съезда наравне с маститыми учеными приняли участие две дипломницы Вавилова — одна из них — Барулина. Она сделала доклад на тему: «О вике, засоряющей посевы чечевицы», которая была напечатана в «Трудах съезда» [3].

Несложно себе представить, что в Николая Ивановича были влюблены многие студентки. Обаятельный, красивый молодой профессор, любивший шутку, называвший их «леди», не мог не заронить в их души романтические настроения. У одной из них это настроение переросло в глубокое чувство. Леночка Барулина боготворила его.

Преданность ученицы трога-ла Вавилова, она была мила ему. Однако он был женат, имел сына, и раздвоенность давалась ему нелегко. Но отношения с первой женой заходили в тупик, из которого нужно было выбираться.

Сразу же после съезда Вавилов занялся подготовкой экспедиции по юго-востоку и провел ее в августе 1920 г. Среди участников экспедиции была и Елена Ивановна. Они поплыли на пароходе в низовья Волги. Среди разрухи, мятежей, сypняка, голода, царивших в стране, они вдруг оказались в оазисе покоя: собирали цветки и корни лотоса, водяные орехи, бывшие в ту пору пищей для местного населения, ходили по астраханским базарам, по бахчам, ездили на верблюдах на солончаки к озеру Эльтон.

В экспедиции был собран богатый семенной и гербарный материал. Исследованы растительность и потенциальная возможность растениеводства в засушливых районах и на солончаковых почвах. Сразу же по приезде Николай Иванович принялся за книгу «Полевые культуры Юго-востока», для которой Барулиной была написана статья «Дыни Юго-востока». Вавилов обобщил весь опыт саратовского периода: результаты

трехлетних посевов, наблюдений над культурами во время поездок, анализ сельскохозяйственных угодий края.

Объяснение Елены Ивановны с Николаем Ивановичем произошло задолго до его официального разрыва с первой женой. Остались письма Николая Ивановича, которые он писал ей из Петрограда, куда уехал осенью после смерти Регеля — заведующего Отделом прикладной ботаники и селекции. Помощником Регеля по Отделу, где он некогда стажировался и куда был неоднократно приглашаем на работу, Вавилов числился официально. Поэтому именно ему предложили возглавить Отдел. После многих размышлений, заручившись готовностью своих сотрудников ехать с ним, он решил принять приглашение и провёл в Петрограде огромную организационную работу. Трудно представить себе, как молодой ученый, приехавший из провинции, сумел в течение короткого времени решить столько масштабных дел: добился для Отдела, размещавшегося в тесных помещениях на Васильевском острове, здания бывшего министерства земледелия и государственных имуществ на Исаакиевской площади, и части дворца Строгановых, добыл для экспериментальных лабораторий бывшую дачу великого князя с полями, теплицами, парком в Царском селе и т.д. и т.п. На несколько месяцев оторванный от научной работы, от учеников и сподвижников, он пишет им письма, и в первую очередь — ей. Она отвечала. Потом он назовет эти письма «безнадёжно-безумными». Все знали, что, несмотря на большую любовь, Елена Ивановна считала непροстителыным грехом разрушить семью, в которой был ребенок. Но, судя по тому, что именно с ней он делится своими впечатлениями, сомнениями, радостями, она была ему очень нужна. Он писал: «... жизнь надо строить, как подсказывают чувство и разум. И у меня нет сомнения, что мы оба правы... Лю-

бить — это постоянно хотеть видеть любимого человека, хотеть постоянно делиться с ним своими переживаниями, жить с ним в унисон и, если возможно, работать с ним вместе... Любовь я понимаю как святая святых души...» [4].

Именно ей он писал то, чего не поведал бы другому, так как не любил жаловаться на обстоятельства даже в предельно сложные для него моменты: «...конечно, много и без числа трудностей. Если бы ты, Леночка, представляла, как трудно перевозить отдел с Васильевского острова во дворец». Или: «Милый друг, мне страшно, что я не справлюсь со всем... но боязнь не за самого себя, а за сотрудников. Дело не только в том, чтобы напpавить продуктивную работу, что я смогу, а в том, чтобы устроить личную жизнь многих» [4].

В городе в эту пору царил голод и разруха. В связи с восстанием в Кронштадте было объявлено осадное положение. Тем не менее, Николай Иванович пишет Елене Ивановне: «Вопрос о Петрограде решен определенно. ...хочется создать храм науке, настоящей науке...» [4].

Судя по письмам того времени, именно тогда шло обсуждение их будущей совместной жизни. Елена Ивановна сомневалась в его чувстве: он был слишком влюблен в науку, чтобы она могла претендовать на важное место в его сердце. Вполне понятно, что она боялась и публичного осуждения их отношений. Николай Иванович пытается развеять ее подозрения в кратковременности своего увлечения. Письмо, которое Вавилов пишет в ночь после своего тридцать третьего дня рождения — 27 ноября 1920 г. — наполнено глубоким чувством: «Милый друг, тебя тревожат сомнения в том, что пройдет увлечение, порыв... я не знаю, как убедить тебя, как объективно доказать тебе, что это не так. Мне хочется отойти в сторону и беспощадным образом анализировать свою душу.

Мне кажется, что, несмотря на склонность к увлечению, порывистость, я все же постоянен и тверд. Я слишком серьезно принимаю любовь. Я действительно глубоко верю в науку, в ней цель и жизнь. И мне не жалко отдать жизнь ради хоть самого малого в науке. ... И она, служение ей стало жизнью. И вот потому, Елена, просто как верный сын науки, я внутренне не допускаю порывов в увлечениях, в любви. Ибо служение науке не мирится с легким отношением к себе, к людям. И просто не допускаешь внутренне порывов и мимолетных увлечений...

Милый друг, ты знаешь, что в моем положении нелегко и нельзя увлекаться мимолетно, и с юношеских лет как-то выработалось серьезное отношение к жизни, а годы его закрепили. Осуждение коснется, пожалуй, в большей мере меня.

При всей готовности отдать себя науке, а это так, в сущности, просто и легко, жизнь сама становится легче и, мне кажется, что нет узости в пути, по которому мне хочется идти в союзе с тобой...

Жизнь должна быть и внешне и внутренне красива, и ты это разделяешь. Поэтому-то, мне кажется, и союз наш будет крепким и прочным. Мне так хочется, чтобы это было так... Жизнь надо делать самим такой, как хочется, радостной, бодрой, прекрасной...».

И именно в эти дни бесконечных организационных хлопот и неурядиц он писал ей: «Мне хочется многое сделать. ...Счастье дает силу. И я давно не был так счастлив» [4].

Как проходила их встреча в Петрограде, как были устроены их отношения в эти годы, нам неизвестно. Известны только скудные факты работы Елены Ивановны.

В 1922 г. в Отделе было создано отделение бобовых культур, где она провела свои основные исследования. Она активно включилась в поездки по опытным посевам, организованным



С Николаем Ивановичем в 1926 г.

Вавиловым в различных точках Союза, которые позднее стали называть «географическими посевами». Она осуществляет посева в Крыму, на Украине, в заповеднике Аскания-Нова, в Тифлисском ботаническом саду. Участвует в экспедиции по Грузии, частично Армении с целью обследования полевых культур. Для участия в этой экспедиции под руководством П.М.Жуковского ее рекомендовал Николай

Иванович. «Хорошо, если бы для этой цели Вы привлекли Е.И.Барулину, — пишет он Жуковскому. Она, безусловно, будет полезна, так как участвовала уже в экспедиции на юго-восток, знает все культуры и знает то, что нужно собрать и какие сведения нужны. Словом, хотя участие дам в экспедициях и не очень желательно, но некоторое исключение возможно» [5]. Она оправдывает его рекомендации,



Е.И.Барулина-Вавилова и Г.Д.Карпеченко в Пушкине. 1929 г.

поскольку, судя по письму Вавилова к руководителю экспедиции, он очень доволен собранным ею материалом.

Помимо работы с коллекцией Елена Ивановна читает лекции и ведет практические занятия на курсах по селекции и семеноводству. Составляет рефераты для русских и иностранных журналов по генетике, селекции и прикладной ботанике, пишет статьи, готовит материал для монографии.

Николай Иванович долго старался не допустить разрыва с прежней семьей — Е.Н.Сахаровой и сыном Олегом. Но Екатерина Николаевна отказалась переехать в Петербург, и уже шесть лет длилось какое-то подобие семейных отношений. Поэтому в 1926 г. Вавилов и Барулина официально оформляют отношения. Служивцы и друзья ждали свадьбы, но торжества не состоялось. К этому времени удалось уладить все формальности для поездки в Средиземноморье, о которой давно хлопотал Вавилов. 31 мая 1926 г. он уезжает, как выяснится, более чем на год. Пишет частые письма — отовсюду, где есть почта, порой ежедневно. В них — не только дорожные впечатления, но и научные наблюдения, краткие научные отчеты (подробные он постоянно посылал в институт).

Теперь мы знаем все маршруты экспедиций Вавилова, но тогда Елена Ивановна могла следить за ними только по его письмам и открыткам. Франция — Алжир — Марокко — Тунис — Крит — Кипр — Греция — Ливан — Сирия — Палестина — Италия... «...Средиземье, черт его возьми, велико даже при европейском способе передвижения. От Марселя до Сирии 14 дней паромом». «Вот и в самом старом городе мира. Хотя и с бронированными вагонами, со стражей, удалось проникнуть. Город на берегу пустыни, но сам весь в воде. Сады, ручьи. По корану здесь все для рая» [4]. Это письмо из Дамаска, где в то вре-

мя проходила партизанская война местных племен против колонизаторов, где он с белым флагом перешел линию фронта, чтобы добраться до гор — мест наибольшего растительного разнообразия. Именно в этом «раю» он «поймал малярию», и его жена вечерами, сидя в библиотеке, листала медицинские справочники.

Почти в каждом письме он писал о находках по тем культурам, которые она изучала: чечевице и французской чечевице — роду, близкому к культурному. Перед возвращением в Европу присылает резюме: «Сегодня, dear, в Порт-Саиде. Море тише, и я немного ожил. По чечевице (да и по всем культурам) не хватает Верхнего Египта, Испании и Абиссинии. И засим, в сущности, можно приступать к полному синтезу. В чечевице я теперь заинтересован не меньше тебя, ибо немного знаю и люблю ее. На ней мы поймем все бобовые» [4].

В те времена чечевица была одной из основных сельскохозяйственных культур в России, важной составляющей рациона населения. Долгие годы Россия была мировым лидером по производству чечевицы и поставляла на рынок 85% мирового экспорта. Кроме того, чечевица привлекала внимание Вавилова как древнейшая культура, возделываемая с доисторических времен. Он уделял ей много внимания, стараясь собрать разнообразие рода из центра его происхождения. В горном Марокко, где в ту пору против колониистского режима восстало местное население — племена риффов\*, он собирал дикую чечевицу буквально в районе боевых действий. Но о такого рода подвигах — только несколько слов в письме жене: собрал «любопытный материал... от риффов с гор» [4].

Погона за диким видом, да еще под обстрелом, может пока-



Елена Ивановна (сидит слева), В.И.Мацкевич с дочерью и рабочие на полях пушкинских лабораторий. 30-е годы.

заться кому-то безумством, авантюрой... Но в контексте истории земледелия, которую писал Вавилов, культурные растения нельзя изучать в отрыве от близких видов — их диких родителей, возможно прародителей, зачастую не имеющих хозяйственного значения. Поэтому в копилку-коллекцию наряду с семенами культурных растений поступали тысячи сборов семян диких видов, которые изучали с не меньшей тщательностью.

Длительное путешествие по Средиземноморью, вместившее так много интересных впечатлений, но, как всегда, и немало испытаний, конечно же, не могло не быть утомительным. Разлука с любимым человеком добавляла временами уныния. И однажды Вавилова озаряет счастливая мысль. 20 октября 1926 г. он пишет из Газы: «В голове у меня мысль, как бы тебя выписать в Италию. Мы могли бы по ней побродить вместе с тобой, родная. Запроси на всякий случай визу в Италию. Я напишу Виктору Евграфовичу\*\* и ты к нему зайди. Финансы — все, что у тебя есть и остатки

моих жалований, да и займи. С премией вывернемся». (Незадолго до этого он стал лауреатом только что учрежденной премии имени Ленина, о которой писал: «Сама по себе она меня не интересует, Все равно пролетарии. Но за внимание тронут»).

...Я очень хочу, чтобы ты приехала в Италию и побыла со мной хотя бы две недели. В Италии надо видеть и сделать многое, и хорошо, если бы ты, милая, была со мной... Пришел ли материал по чечевицам из Крита, Кипра, Сирии, Палестины? Меня очень интересует, что ты найдешь. По этому будем расшифровывать и другие сюжеты. ...Я делаю все, чтобы тебя залучить...» [4].

Но их встреча к рождеству не состоялась, несмотря на все хождения Вавилова по коридорам полпредства. Времени для встречи оставалось все меньше, так как Николай Иванович должен был ехать во Францию, а потом в Эфиопию. Поездкой в Эфиопию (тогдашнюю Абиссинию) он болел давно. Считая, высчитывая дни, он писал: «...Буду ждать тебя. Хоть два дня будем с тобой. А ты после этого посмотришь немного Италию...».

\* Рифы — берберский народ на севере Марокко.

\*\* В.Е.Писарев — заместитель директора института.



В начале 50-х.

И, в конце концов, телеграмма: «Отложи свой отъезд до весны». Разочарование, огорчение, усталость сквозят в письме из Марселя 5 января 1927 г.: «Море не спокойно. Я чувствую, предстоит нелегкое путешествие. 12 дней и ночей в лучшем случае. Но я не колеблюсь, дорогая. Это необходимо сделать по логике жизни. Это не является удовольствием, дорогая, поверь мне. От поездов, экспрессов и моря (я уже сделал, по крайней мере 25 000 км) я получил постоянную головную боль». Но в то же время: «До черта нужно еще исследовать Средиземье. Буду пытаться это сделать» [4].

Елена Ивановна живет письмами, ездит к В.Е.Писареву, оставшемуся «на хозяйстве» во время отсутствия директора, чтобы прочитать полученную им корреспонденцию, где бывали приписки: «Покажите это письмо Барулиной». Иногда ожидание сжимало голову обручем ужаса.

Чего только стоили ей 44 дня, когда она не получала писем из

Абиссинии. А ведь это была одна из самых опасных и трудных экспедиций. «Началась походная жизнь — караван, солдаты, клопы, словом, simple life... Но все это ничего, лишь бы сделать, что надо» [4], — писал он.

Шутливые упоминания в письмах коллегам об опасностях могли быть вполне реальными: «Надеюсь, если не съедят крокодилы при переправе через Нил...», или «Если где-нибудь в горной Абиссинии (вашего) директора не посадят на кол...» [5].

Она отслеживала его путь по карте: внутренняя Абиссиния — каменистое плато, рассеченное каньонами до тысячи и более метров глубины. Узкая полоска Нила, на самом деле кишашего крокодилами. Она знала, правда, только по его рассказам, в которых он вряд ли говорил ей всю правду, сколько опасных троп пришлось преодолеть, бывать под саблями басмачей, рядом со львами и леопардами, фалангами и скорпионами, не раз попадать в дорожные происшествия, болеть малярией и лихорадкой. Сколько же всего можно передумать за 44 ночи безвестности! А сколько их еще впереди. «Как Агасфер, мотаюсь по Вселенной. О, если бы ты знала, дорогая, как мне надоело мотаться...» [4]. Но она знала, что как бы ни было трудно и как бы он ни устал, остановить его невозможно.

Впереди было еще множество поездок за рубеж и по стране, экспедиции в Азию и Америку, и последняя, в 1940 г., в Западную Украину, разлучившая их навсегда.

А тогда, почти год спустя после расставания, в мае 1927-го они все-таки встретились в Италии, она ждала его в Риме, в отеле «Londra», на via Gaeta, 3, возвращавшегося из так не просто доставшейся ему Эфиопии.

В Риме в ту пору был Международный конгресс по пшенице. Вавилов сделал доклад, впоследствии удостоенный золотой медали. Но, несмотря на конгресс, деловые и светские обязанности, они устроили себе на-

стоящее свадебное путешествие. Ну и что, что через год после женитьбы. Они проехали всю Италию, увидели Мессину, Палермо, Флоренцию, Милан, Венецию, Помпеи...

Елена Ивановна возвращается из Италии одна: Вавилов добился-таки долгожданной визы в Испанию. Снова разлука на несколько месяцев. А она вновь поглощена работой с чечевицей. Разбирает, классифицирует, систематизирует обширный коллекционный материал, собранный экспедициями Вавилова в Афганистан, Средиземноморские страны, Эфиопию, обрабатывает результаты географических посевов. Ее интересуют происхождение, география, систематика и генетика чечевицы. Выходят ее труды: брошюра «Чечевица» в серии «Общедоступная библиотека» [6], «Чечевица Афганистана» [7], статья «Чечевица» в «Руководстве по апробации селекционных сортов важнейших полевых культур» [8]. Параллельно она ведет работу и по другим культурам: подготавливает начатую еще в студенческие годы работу по генетике и систематике пшеницы, оформляет ее в статьи [9, 10]. Какое-то время ведет наблюдения над культурой риса.

В 1929 г. была организована Академия сельскохозяйственных наук. Вавилов избирается действительным членом и назначается президентом новой Академии. Почти сразу после этого он отправляется в давно задуманную экспедицию в Азию. Снова письма с маршрута: Тянь-Шань, Северо-Западный Китай, Семиречье, Иссык-Куль, Заилийское Алатау, Алма-Ата, Дальний Восток, Япония, Корея, Тайвань. И вновь лишь мельком об опасностях: утонувшей прямо под ним лошади, о китайских опийных трущобах и т.п. «Буду надеяться, что в плен меня китайцы не возьмут и как-нибудь доберусь до Семиречья» [4].

Вновь бессонные ночи, ожидание. Хорошо, что Елена Ивановна не знала всего, к примеру,

об исследуемых им резервациях Тайваня, где сохранились аборигенные малайские племена, известные как «охотники за черепами». А он стремится все дальше, не в силах остановиться. Об этом красноречиво свидетельствует письмо жене от 4 ноября 1929 г.: «...Теперь уже дело ясное — мир надо видеть весь, во что бы то ни стало... Для дела надо видеть. Горизонты во всяком разе стали шире. Но еще шире горизонты неизведанного» [4].

«Надо, dear, видеть», — писал он ей и год спустя, из Америки. Послания порой почти телеграфные: «Кончил Аризону», «Мексикю кончил», «Кончаю Гватемалу». Но в большинстве писем он делится с нею впечатлениями, планами, размышляет о философии бытия, о судьбах советского растениеводства, призванного сделать СССР «державой, которую надо признать» [4].

В 1932 г. Вавилову еще раз удалось посетить Америку, где для него оставались белые пятна. Он пишет Елене Ивановне: «Если все удастся — будет еще часть мира в порядок приведена». И много лет спустя после знакомства, после совместной жизни он по-прежнему называет ее «милая и прекрасная Леночка», «моя дорогая любимая Леночка», «my dear», «dear fair», Ленуша [4, 11].

Пока он приводил в порядок земельный мир, Елена Ивановна выпускает книгу «Чечевица СССР и других стран» [12]. Это одна из первых монографий, созданных по инициативе Вавилова и под его непосредственным руководством. Изучение обширного коллекционного материала из различных стран Европы и Азии позволило сделать вывод, что Юго-Западная Азия — первичный центр происхождения чечевицы, а Средиземноморье является вторичным центром вхождения чечевицы в культуру. Позднее Барулина подтвердит это генетическими работами.

Как всегда, работы Барулиной проникнуты идеологией Вавилова.

В 1931 г. Елена Ивановна перешла в лабораторию генетики, руководимую крупным генетиком Г.Д.Карпеченко. Здесь она продолжает изучение генетики чечевицы. Работа происходила в основном на полях пушкинских лабораторий, где она провела тысячи скрещиваний.

Научное наследие Барулиной представлено статьями, книгами, среди которых «Культурная флора» по чечевице [13] — монография из созданной Вавиловым серии, отражающей все аспекты изучения сельскохозяйственных культур. До сих пор в нашей стране так и не сформировался специалист, знающий культуру чечевицы так же досконально, как знала Барулина.

Елена Ивановна уделяла много внимания воспитанию сына Юрия. Родным человеком стал для нее и старший сын Вавилова от первого брака — Олег, часто гостивший у них, приезжавший на каникулы, участвовавший в поездках отца по опытным станциям и даже за рубежом.

С середины 30-х годов прошлого столетия начался новый бесславный период в жизни биологической науки, страны и ВИРа, трагически вмешавшийся в жизнь семьи Вавилова. От жены Николая Ивановича потребовалось подлинное мужество в эти годы беспощадной травли, завершившейся арестом Николая Ивановича в августе 1940 г.

Елена Ивановна еще в 1939 г., в возрасте 44 лет, ушла из института. Причиной тому был не только мучавший ее с молодости полиартрит. Большим горем и непоправимой утратой стал для нее арест в 1937 г. ее лучшей подруги — сотрудницы отдела овощных культур Виктории Ивановны Мацкевич, обвиненной в шпионаже. Елена Ивановна не могла без боли смотреть на мужа Мацкевич, работавшего в ВИРе Ф.Д.Лихоноса, на ее

дочь — девятилетнюю Лену, — ровесницу и подружку своего сына. Только многие годы спустя друзья и родные узнали, что Мацкевич расстреляна.

После ареста Вавилова большинство сотрудников ВИРа прекратили контакты с Еленой Ивановной, боясь преследований НКВД. Этот период одиночества и неизвестности был, наверное, самым страшным в ее жизни. В сентябре 1940 г. она обращается с письмом к академику А.Н.Крылову с просьбой «ходатайствовать перед правительством о скорейшем выяснении этого дела и освобождении Николая Ивановича». Она пишет: «печальная необходимость заставляет меня беспокоить Вас своим обращением и просить помочь мне в создавшемся чрезвычайно тяжелом положении. Арест моего мужа Н.И.Вавилова является для меня совершенно непонятным и, несомненно, есть результат какого-либо недоразумения или ложного клеветнического доноса» [11].

Месяц спустя, в октябре 1940 г., она едет в Москву хлопотать об освобождении мужа и с огромным трудом попадает на прием к прокурору СССР В.М.Бочкову. Переданное ему письмо остается без ответа. Второй раз она приезжает в Москву в марте 1941 г. и встречается с младшим братом Николая Ивановича, Сергеем Ивановичем, который тяжело переживал арест брата. Вместе с президентом Академии наук В.Л.Комаровым он обратился с письмом к Сталину. Все было тщетно.

В мае 1941 г. Барулину с сыном пригласила жена Г.Д.Карпеченко, арестованного в феврале, провести лето на даче ее отца в Подмоскowie (тем же летом Карпеченко был расстрелян, о чем семья узнала годы спустя). Это приглашение спасло жизнь Елене Ивановне и ее сыну. На даче в Ильинском их застала война, и прямо оттуда в начале августа 1941 г. они смогли эвакуироваться в родной для Елены Ивановны Саратов. Останься они

в Ленинграде, неизвестно, что могло бы их ожидать...

По жестокой прихоти судьбы в Саратов же вскоре был этапирован и Николай Иванович. Живя поблизости от мужа, Елена Ивановна ничего не знает о его судьбе, не знает, что он рядом. Было трудно, голодно: Барулиной (инвалиду I группы) отказали в пенсии как жене «врага народа»; по иждивенческим карточкам выдавали только 300 г черного хлеба на человека. Поддерживал Елену Ивановну и Юру Сергей Иванович Вавилов, которому она писала из Саратова: «Деньги от Вас получаем регулярно. Не нахожу слов, чтобы выразить Вам свою глубокую благодарность. Без Вашей помощи нам бы не просуществовать это время...» [11]. Больше того, она ухитрялась отправлять продовольственные посылки для мужа в Москву...

Имя Вавилова исчезает из науки, его не цитируют, на него не ссылаются.

Витали надежды, что Николай Иванович может оказаться где-то за рубежом и не пишет родным, чтобы не бросить на них тень «неблагонадежности». Но в 1944 г. Елену Ивановну настигла страшная весть — солнце ее жизни угасло в Саратовской тюрьме более года назад...

В 1945 г. в Саратов приходит правительственная телеграмма,

за подписью вице-президента академии наук Л.А.Орбели, предписывающая сыну Н.И.Вавилова вместе с матерью выехать в Ленинград, который в ту пору был еще закрыт. Эта телеграмма, наделавшая переполох на тихой улочке Первомайской, конечно же, была организована С.И.Вавиловым, буквально только что — в июле 1945 г. — ставшим президентом Академии наук СССР. Сергей Иванович оказывал большую помощь семье брата по возвращении в Ленинград: помогал деньгами, устроил с жильем, так как из квартиры их выселили как семью «врага народа». Из имущества им досталась лишь небольшая часть мебели, которую перевезли на Васильевский остров, где их приютила дочь академика А.П.Карпинского и где они жили несколько лет.

После войны Елена Ивановна не оставляет усилий по возвращению доброго имени своего мужа: она пишет письма, звонит, стучится в закрытые двери. До сих пор появляются свидетельства той неустанной борьбы. Но только в 1955 г., после смерти Сталина, обращения Елены Ивановны к генеральному прокурору с ходатайством о реабилитации Николая Ивановича, после многочисленных писем его друзей и соратников, обращения мировой научной

общественности, приходит извещение о реабилитации.

Со времени своего ухода из ВИА в 1939 г. Елена Ивановна больше никогда не отворяла дверь в здание на Исаакиевской площади... Слишком трагичны были воспоминания, в которых переплелись и великое счастье, и невыносимая боль. Но это не мешало ей неустанно работать с наследием Вавилова и общаться с верными его последователями. Она приводила в порядок огромный архив мужа, принимала участие как член редакционной комиссии в подготовке пятитомного издания «Избранных трудов» Николая Ивановича. При его аресте были изъяты многие неопубликованные работы, но сохранилась ценнейшая рукопись фундаментального труда «Мировые ресурсы сортов хлебных злаков, зерновых бобовых, льна и их использование в селекции». Судьба этой рукописи особенно беспокоила Елену Ивановну, и ей пришлось приложить немало усилий, чтобы книга увидела свет. Она вышла в 1957 г.

Умерла Елена Ивановна в поселке Валентиновка под Москвой 10 июля 1957 г., так и не дожив до триумфального возвращения Николаю Ивановичу Вавилову его светлого имени. Похоронена на Болшевском кладбище. ■

## Литература

1. Рядом с Н.И.Вавиловым. Сборник воспоминаний. М., 1973.
2. Короткова Т.И. Н.И.Вавилов в Саратове. (1917—1921). Саратов, 1978.
3. Труды III Всероссийского съезда по селекции и семеноводству в г.Саратове. Июнь, 4—13, 1920 г. Вып.1.
4. Резник С.Е. Николай Вавилов. Серия «Жизнь замечательных людей». М., 1968.
5. Вавилов Н.И. Научное наследство. Т.5. Из эпистолярного наследия, 1911—1928. М., 1980.
6. Барулина Е.И. Чечевица. Серия «Общедоступная библиотека» Ин-та прикл. бот. и новых культур. Л., 1926.
7. Барулина Е.И. Чечевица Афганистана //Труды по прикл. бот., ген. и сел. 1928. Т.19. Вып.2.
8. Барулина Е.И. Чечевица // Руководство к апробации селекционных сортов важнейших полевых культур. Вып. IV. Л., 1929.
9. Барулина Е.И. Опыт систематического изучения расового состава в пределах одной разновидности мягкой пшеницы *Triticum vulgare var. Ferrugineum* // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1922—1923. Т.13. Вып.1.
10. Барулина Е.И. Сравнительно-генетическое изучение видов *Triticum* // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1933. Сер.11. №5.
11. Вавилов Ю.Н. В долгом поиске. Книга о братьях Николае и Сергее Вавиловых. М., 2004.
12. Барулина Е.И. Чечевица СССР и других стран. Ботанико-морфологическая монография. Л., 1930.
13. Барулина Е.И. Чечевица // Культурная флора. М.; Л., 1937.

# Давняя весть из Ла-Паса

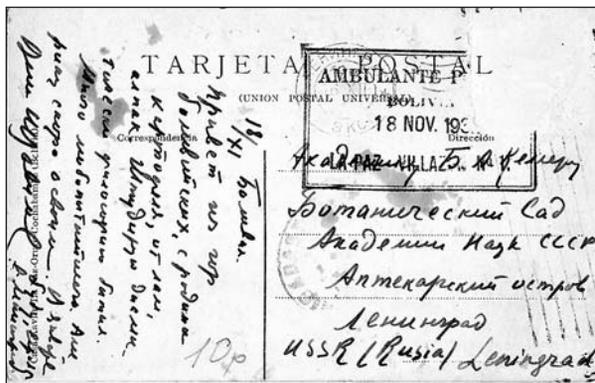
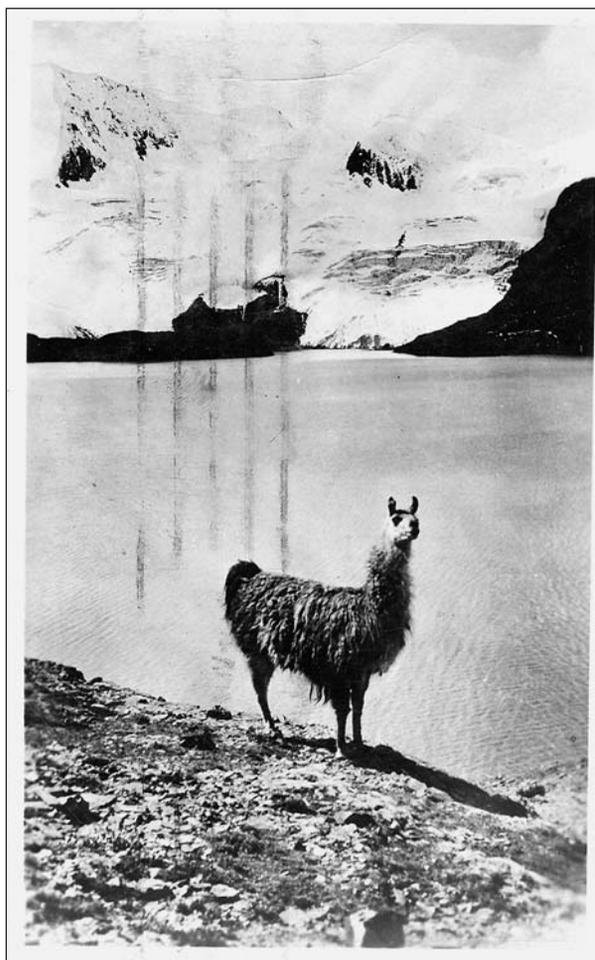
Г.Ф.Уфимцев,  
доктор геолого-минералогических наук  
Институт земной коры СО РАН  
Иркутск

Занявшись собиранием почтовых карточек и открыток с видами природы, я довольно быстро понял, что моя коллекция обладает высоким информационным потенциалом и я могу использовать ее в своих научных исследованиях и обобщениях по климатическим и тектоническим типам гор Земли, эстетическим свойствам рельефа земной поверхности и многому другому. Коллекция, естественно, требует пополнения. Для меня один из его источников — магазин «Филателия» в Москве, в Армянском переулке, который я всегда посещаю, будучи в первопрестольной. Там я и обнаружил почтовую карточку, на лицевой стороне которой помещена фотография ламы или альпаки на фоне горного приледникового озера. «Нужные» мне горы на дальнем плане плохо пропечатаны, но текст на оборотной стороне карточки оказался чрезвычайно интересным. Сообщение на русском языке, почтовый штамп от 18 ноября 1932 г. (последняя цифра вместе с маркой исчезла), Ла-Пас, Боливия. Адресат — известный отечественный ботаник академик Б.А.Келлер. Открытка послана в Ботанический сад Академии наук СССР на Аптекарском острове в Ленинграде.

Написанный чернилами текст хорошо читается и краток: «18/XI. Боливия. Привет из гор Боливийских, с родины картофеля, от лам, алпак. Штудирую диалектически философию бытия. Много любопытнейшего. Америку скоро освоим. В январе буду, вероятно, в Ленинграде. Ваш Н.Вавилов».

Николай Иванович Вавилов! И его собственное свидетельство об экспедиции по Южной Америке, из далекой Боливии, экспедиции, равной по своей значимости в изучении Южноамериканского континента путешествиям А.Гумбольдта и Э.Пеппига. Информация краткая, но насыщенная и с определенным настроением. Во-первых, последовательность фраз передает состояние нарастающей творческой эйфории автора, его «удовлетворенность» горами боливийскими, которые ему было с чем сравнивать и которые дарили ему новую информацию, новое знание. Во-вторых, фраза о диалектической философии бытия — не только шутка, но и свидетельство глубоких размышлений.

Примечательны и последние слова: «Америку скоро освоим». Гимн экспедициям и познанию! ■



# Новости науки

## Астрономия

### Вдали от звезд нет планет-гигантов

Чем дальше от центра планетной системы, тем меньше вероятность найти там планету-гигант. Большинство подобных объектов располагаются непосредственно в окрестностях родительской звезды, подобно нашему Юпитеру. Таковы результаты исследования, проведенного Б.Биллер (B.Biller; Аризонский университет) и ее коллегами.

Из 250 планет, открытых на сегодняшний день, подавляющее большинство относится к классу «горячих юпитеров», т.е. планет-гигантов, расположенных на очень близких к звездам орбитах. До сих пор было не совсем ясно, насколько это наблюдаемое распределение отражает реальную ситуацию. Дело в том, что метод лучевых скоростей, с помощью которого открыты почти все внесолнечные планеты, лучше всего приспособлен именно для обнаружения близких к звезде объектов. К тому же с теоретической точки зрения довольно трудно объяснить, как планеты-гиганты могли образоваться под боком у светила. Поэтому уже неоднократно высказывалось предположение, что зона образования таких планет располагается дальше от звезды, но затем в результате взаимодействия с протопланетным диском и с другими планетами эти гиганты мигрируют во внутренние области системы. Причем, помимо «горячих юпитеров», обязательно должны наблюдаться планеты-гиганты в промежуточных состояниях — на полпути к звезде. Естественно, у многих астрономов возникал вопрос, не яв-

ляется ли кажущееся обилие «горячих юпитеров» просто эффектом наблюдательной селекции.

Чтобы ответить на этот вопрос, Биллер и ее коллеги на протяжении трех лет проводили наблюдения в поисках планет-гигантов на относительно больших расстояниях от родительских звезд. В программу обзора были включены 54 близких звезды, имеющих возраст менее 250 млн лет. У молодых звезд должны быть такие же молодые и потому более яркие планеты, поэтому авторы исследования рассчитывали, что им удастся получить не косвенные признаки наличия далеких «юпитеров», а их непосредственные изображения.

Предварительные оценки показали, что благодаря использованию адаптивной оптики телескопов VLT (Очень большой телескоп, Европейская южная обсерватория, Чили) и MMT (Многозеркальный телескоп, Аризона, США) на снимках близких систем (до 30 св. лет) можно различить планету с массой около пяти масс Юпитера даже на расстоянии всего 2 а.е. от звезды. Тем не менее в ходе выполнения обзора ни одной планеты найти не удалось. Авторы работы на этом основании пришли к выводу, что планеты-гиганты на больших расстояниях от звезд действительно встречаются крайне редко.

<http://ru.arxiv.org/abs/0705.0066>;  
<http://ru.arxiv.org/abs/0706.4331>

## Астрофизика

### Галактический долгожитель

Определение возраста астрономических объектов — одна из ключевых задач науки о Вселенной. Астрономы довольно неплохо

научились определять возраст звездных скоплений: из-за того, что звезды различных масс эволюционируют в разном темпе, в звездной группе со временем меняется относительное содержание светил на различных эволюционных стадиях (звезд главной последовательности, красных гигантов и пр.). Однако когда речь заходит об оценке возраста индивидуальных объектов, задача усложняется. Теоретически к звездам можно, конечно, применить методы радиоактивного анализа, но с учетом астрономических масштабов времени для этой цели необходимо использовать долгоживущие изотопы, такие как уран или торий. Содержание этих элементов очень незначительно, а их линии в звездных спектрах, соответственно, очень слабы. Поэтому чтобы измерить количество долгоживущих радиоактивных изотопов в далеких объектах, нужны очень большие телескопы, хотя даже в подобном случае для наблюдений доступны лишь звезды с аномально высоким содержанием этих изотопов.

Именно такое исследование было проведено А.Фребель (A.Frebel; Техасский университет, США) и ее коллегами с помощью одного из телескопов VLT (Very Large Telescope, Европейская южная обсерватория, Чили). Объектом исследования стала звезда HE 1523-0901, обнаруженная в ходе специализированного обзора, нацеленного на поиск звезд с пониженным общим содержанием тяжелых элементов и, следовательно, очень старых. Чтобы получить качественный спектр звезды даже на таком гиганте, как VLT, понадобилась экспозиция длительностью 7.5 ч.

Благодаря этому авторам работы удалось измерить содержание

не только урана и тория, но и стабильных элементов — европия, осмия и иридия. В качестве индикатора возраста использовались как относительное содержание радиоактивных изотопов с разным периодом полураспада, так и содержание радиоактивных изотопов относительно стабильных элементов. Получить несколько индикаторов для одной и той же звезды ученые смогли впервые. Все измеренные характеристики указали примерно на один и тот же возраст — 13.2 млрд лет. Поскольку в стандартной космологической модели возраст Вселенной составляет 13.7 млрд лет, в данном случае речь может идти об одной из старейших звезд Галактики.

Исследование подобных объектов сейчас привлекает все большее внимание, отчасти именно благодаря повышенному относительному содержанию элементов с большим относительным содержанием нейтронов в ядрах — так называемых элементов г-процесса (быстрого нейтронного захвата). Необычное обилие таких ядер в самых старых звездах говорит о том, что на ранних этапах эволюции Галактики ядерный синтез в ней происходил не совсем так, как в настоящую эпоху.

The Astrophysical Journal. 2007. V.660. P.L117 (США)

## Организация науки

### Нано в Германии

Германия — одна из стран-лидеров в области нанотехнологий: она занимает второе (после США) место по числу исследовательских центров и по количеству зарегистрированных патентов, третье (после США и Японии) — по финансированию корпоративных исследований. Недавно в Германии состоялась конференция с участием трех сторон — инвесторов, нанотехнологических компаний и ученых, — на которой обсуждалось, как увеличить приток частного капитала в наноотрасль. Возможно, это мероприятие способствует сокращению отставания от Соединенных Штатов,

где капиталовложения со стороны частного бизнеса в 2006 г. составили 550 млн долл. против 36 млн долл. во всей Европе.

Позиции Германии в наноразработках сильны не в последнюю очередь благодаря тому, что включились в эту сферу не только большие компании — такие, как «Degussa» и BASF (последняя запланировала в 2006—2008 гг. инвестировать в наноисследования 180 млн евро), — но и недавно образованные небольшие фирмы. С 1995 г. в Германии основано 200 нанотехнологических компаний, создавших более 5000 рабочих мест — десятую часть от всех в этой отрасли. (Для сравнения: в США в последние годы создано более 1000 подобных фирм.) Правда, после 2000 г. рост числа новых наноконструкций в Германии замедлился, что, возможно, связано с отсутствием быстрой отдачи от вложений в нанотехнологии и с опасениями, возникшими у частного капитала после краха многих интернет-компаний в США. Впрочем, числу открывающихся предприятий не следует придавать слишком большое значение: одна традиционная химическая компания, подобная BASF, продает за год больше наноматериалов, чем все, вместе взятые, молодые фирмы.

«Стратегический резерв» Германии — множество университетов и исследовательских центров, помогающих в создании наноконструкций. Так, фирма «Nanogate», специализирующаяся на нанопокрывающих и оборудовании для их нанесения, была образована в 1999 г. на основе идей ученых из Института новых материалов в Саарбрюккене. Другая компания, выросшая из академической среды, — производитель сканирующих зондовых микроскопов WITec. Эти предприятия уже приносят прибыль, чего, впрочем, нельзя сказать обо всех молодых компаниях. Например, «Aquanova AG» (основана в 1995 г.), разрабатывающая способы повышения биоактивности пищевых добавок, таких как коэнзим Q10, пока неприбыльна — во многом из-за большой длитель-

ности клинических испытаний. Ожидается, что в 2008—2009 гг. это положение исправится.

В здравоохранении активность проявляют и другие компании, в частности «Cinvention AG», изготавливающая наноструктурированные углеродные покрытия для медицинских инструментов, и «MagForce», которая синтезирует магнитные наночастицы и производит инжекторы для их введения в организм человека — в магнитных полях частицы концентрируются в области раковой опухоли и, нагревая, разрушают ее без традиционной химиотерапии или операции. Продукция обеих компаний еще в стадии клинических испытаний, но их успешность уже очевидна.

Еще не ясно, какие преимущества могут принести нанотехнологии в таких традиционных для Германии областях, как текстиль и строительные материалы. Правительство разработало план действий по ускорению инноваций в этих областях.

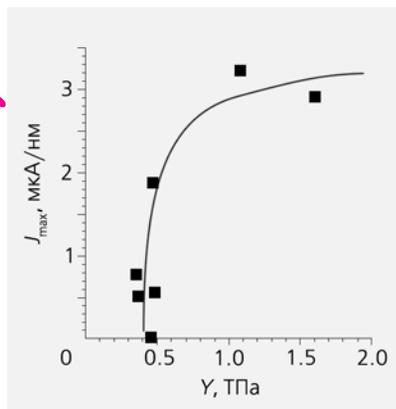
Small Times Magazine. 2007. V.7. №3  
(<http://www.smalltimes.com/>);  
<http://perst.issp.ras.ru>  
(2007. Т.14. Вып.12/13).

## Физика

### Вольтамперная характеристика и модуль Юнга нанотрубок

Одно из замечательных свойств углеродных нанотрубок, открывающих широкие возможности для разнообразных применений, заключается в том, что их вольтамперная характеристика изменяется под воздействием механической нагрузки. Благодаря этому на основе нанотрубок можно создавать устройства, преобразующие механическое усилие в электрический сигнал и обратно. Разработка таких наноэлектромеханических систем — одно из главных направлений развития нанотехнологий.

Связь между электрическими и механическими характеристиками углеродной нанотрубки объясняется тем, что приложение нагрузки приводит к изменениям в ее электронной структуре (меня-



Зависимость максимально достижимой плотности тока через нанотрубку от величины модуля Юнга.

ются положение уровня Ферми, ширина запрещенной зоны, концентрация носителей и т.п.), которые обуславливают макроскопические характеристики трубки — максимально достижимый ток через нее, электрическое сопротивление и др.

Недавно японские исследователи экспериментально показали зависимость максимально достижимой плотности тока через трубку (отношения максимального тока к длине окружности сечения нанотрубки) от величины ее модуля Юнга<sup>1</sup>. Многослойные нанотрубки, ориентированные в продольном направлении, помещали на пьезоэлектрическую пластинку, в которой при подаче переменного электрического напряжения возникали механические колебания. Чтобы вычислить модуль Юнга трубки, сначала определяли резонансную частоту ее осцилляций. Нанотрубку облучали пучком электронов диаметром менее 1 нм. Это приводило к вторичной электронной эмиссии с ее поверхности, которая была минимальной, когда нанотрубка колебалась на резонансной частоте. Модуль Юнга определяли из стандартного соотношения резонансной частоты и геометрических размеров трубки.

<http://perst.ispp.ras.ru>  
(2007. Т.14. Вып.10).

<sup>1</sup> Sawaya S., Akita S., Nakayama Y. // Nanotechnology. 2007. V.18. P.035702.

## Зоология

### По запаху ящерицы узнают друг о друге все

Еще пару десятилетий назад о хемокоммуникации у ящериц (получении информации о других особях по их запахам) было известно крайне мало. Предполагалось лишь, что некоторые из этих чешуйчатых пресмыкающихся способны по запаховому следу распознавать своих соплеменников и что какую-то роль в этом играют железы, расположенные на щитках нижней стороны тазовой области, — так называемые бедренные или анальные поры. Однако в последнее время хемокоммуникация стала заметным самостоятельным направлением современной герпетологии.

Американские исследователи Ф.Пунзо и Л.Паркер изучали связь хемокоммуникационного поведения ящериц *Sceloporus jarrovi* со степенью их... сытости<sup>2</sup>. Взрослым особям разного пола предъявляли запахи сородичей (носители запаха — коробочки, в которых некоторое время находились соответствующие особи). По количеству высываний языка<sup>3</sup> при обследовании этих коробочек судили об уровне интереса, который они вызывали у испытуемых ящериц, — схема, обычная для хемосенсорных исследований. Специфика же данного эксперимента заключалась в том, что и доноры, и реципиенты запахов отличались разной степенью сытости: одних кормили ежедневно, другие перед экспериментом голодали от 1 до 4 сут. И оказалось, что голодание существенным образом сказыва-

<sup>2</sup> Punzo F., Parker L. // Amphibia—Reptilia. 2006. V.27. №3. P.377—383.

<sup>3</sup> Следует заметить, что основным органом восприятия запахов окружающей среды у ящериц и змей является язык. Молниеносные подергивания высунутого кончика языка — способ уловить молекулярные носители запаха в среде и доставить их к расположенным на нёбе рецепторам запахового анализатора — яacobсонового органа. Именно по частоте высываний языка исследователи судят о реакции чешуйчатых рептилий на те или иные запахи.

ется на хемокоммуникации, причем эта зависимость различна у особей разного пола. Самцы находили более привлекательным запах накормленных самок, а для самок степень сытости потенциальных брачных партнеров была несущественной. Голодание оказывает влияние и на восприятие запахов: даже однодневное отсутствие пищи заметно снижает интерес ящериц к сородичам.

Более сложную работу с иберийской скальной ящерицей *Lacerta monticola* проделали испанские герпетологи Х.Мартин и П.Лопес из Национального музея естественной истории в Мадриде<sup>4</sup>. Помимо собственного экспериментов по предпочтению тех или иных запаховых проб, проводилось морфологическое и иммунологическое сравнение самцов этой ящерицы и химический анализ секретов их бедренных желез. Задача — выяснить, могут ли самки по запаху распознать более качественного полового партнера. Критериями качества служили уровень двусторонней симметрии (известно, что проявления различных признаков асимметрии свидетельствуют об онтогенетических нарушениях) и состояние иммунной системы. Самкам предъявляли тампоны с выделениями бедренных желез разных самцов и по частоте высываний языка оценивали вызываемый этими запахами интерес. Предположение ученых подтвердилось: самки распознавали и предпочитали запахи лучших отцов для будущего потомства. Химический анализ показал: чем качественнее самец, тем выше содержание в секретах его бедренных пор двух веществ — эргостерона и холеста-5,7-диен-3-ола. Эксперименты с искусственными запахowymi метками, содержащими эти вещества, подтвердили, что именно они особенно привлекают самок.

Итак, результаты двух исследований показывают, что с помощью запахового следа ящерицы способны не только узнавать соплеменников, но и оценивать различные аспекты их физиологическо-

<sup>4</sup> Martin J., Lopez P. // Functional Ecology. 2006. V.20. №6. P.1087—1096.

го состояния, что позволяет им неслучайным образом формировать круг своего общения. Удалось также выяснить, какие химические соединения несут соответствующую информацию.

© Семенов Д.В.,  
кандидат биологических наук  
Москва

## Нейрохимия

### Инсулин в мозге

Этот гормон, как известно, вырабатывается поджелудочной железой и током крови разносится в ткани и органы, где регулирует обмен углеводов и многие другие процессы, от которых зависит энергетика живых клеток.

До 1967 г. считалось, что в мозг инсулин не попадает, поскольку не может преодолеть гематоэнцефалический барьер, но потом гормон обнаружили в спинномозговой жидкости собак. Позже в центральной нервной системе человека были найдены инсулиновые рецепторы, которых больше всего оказалось в обонятельных луковицах, гипоталамусе и мозжечке, а уровень гормона, выделенного из мозговой ткани, превышал его концентрацию в крови. С тех пор исследователи начали изучать участие инсулина в нормальном функционировании ЦНС и установили его регуляторную роль во многих процессах<sup>1</sup>.

Оказалось, что «мозговой» инсулин действует подобно нейропептидам (или совместно с ними), регулирующим обмен веществ. Например, поддерживает метаболизм глюкозы в мозге, главном ее потребителе; снижает ее синтез в печени; контролирует массу тела и жировой ткани, потребление пищи. Если периферический инсулин оказывает анаболическое действие, способствуя накоплению углеводов, жиров и белков, то «мозговой» гормон выполняет катаболические функции: при введении в мозг экспериментальных животных он вызывает у них анорексию (снижает потребление пищи).

<sup>1</sup> Бондарева В.М., Чистякова О.В. // Нейрохимия. 2007. Т.24. №1. С.8—20.

В.М.Бондарева и О.В.Чистякова (Институт эволюционной физиологии и биохимии им.И.М.Сеченова РАН, Санкт-Петербург) в опытах на рыбах и миногах получили результаты, указывающие на вовлеченность нейронального инсулина в контроль процессов размножения.

В последние годы специалисты изучают влияние инсулина в ЦНС, вводя его в организм через нос. При таком оригинальном способе гормон быстро проникает в обонятельные луковицы и оказывает прямое воздействие на мозг. Оказалось, что интраназальный прием инсулина здоровыми мужчинами приводит к потере аппетита и снижению массы тела, а у женщин вызывает обратный эффект. Правда, через 4—5 мес различия между опытными и контрольными группами испытуемых исчезают.

Особый интерес вызывают данные о влиянии инсулина (точнее, сигнальной системы, включающей сам гормон и его рецепторы) на молекулярные и клеточные механизмы, которые лежат в основе нейродегенеративных процессов. Нарушения в инсулиновой сигнальной системе приводят, как показывают результаты опытов, к гибели нейронов, образованию нейрофибриллярных узлов и амилоидных бляшек, что служит причиной нейродегенеративных заболеваний.

Регуляторная роль инсулина в ЦНС безусловно представляет одну из актуальных проблем современной нейроэндокринологии. Исследования в этой области продолжаются во всем мире, и нет сомнений, что их результаты будут иметь и фундаментальное, и прикладное значение.

© Беянова Л.П.,  
кандидат химических наук  
Москва

## Океанология

### Дрейф плавучих льдов на северо-западе Тихого океана

Плавучие льды представляют непосредственную опасность для

морских и рыболовецких судов, особенно в районах с интенсивным судоходством, к которым относится северо-западная часть Тихого океана: здесь пролегают пути в Северную и Южную Америку, Канаду, в Охотское и Берингово моря, на Камчатку и в другие регионы; кроме того, вблизи Курильских о-вов и у побережья п-ова Камчатка ведется интенсивный рыбный промысел.

Чтобы определить максимально возможные крайние южные границы выхода в океан плавучих льдов, А.М.Полякова (Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН, Владивосток) построила (с привлечением данных других исследователей, в частности по результатам авиаразведок за период с 1958 по 2005 г.) сборно-кинематические декадные карты экстремального южного и восточного распространения дрейфующих льдов в открытом океане для января—апреля.

На открытую акваторию северо-западной части Тихого океана, где процесса образования льда не происходит, плавучие льды дрейфуют из Охотского моря через Курильские проливы, а параллельно из Берингова моря языки плавучего льда стекают к югу вдоль восточного побережья п-ова Камчатка. Обычно дрейф плавучих льдов в открытый океан наблюдается с января по апрель включительно. Время выхода в океан и количество плавучих льдов колеблется от года к году.

Первое появление льда на Курильских о-вах наблюдается у мыса Лопатка (южная оконечность Камчатки) к концу второй декады января. У южной половины Курильской гряды лед появляется во второй декаде февраля. В суровые по ледовитости годы (ледовитость — площадь моря, покрытая льдами, в процентах) лед начинает формироваться на месяц раньше; окончательное его исчезновение происходит в конце марта; в суровые годы процесс замедляется почти на месяц.

В открытой части океана плавучие льды появляются в результате их дрейфа; движутся они пре-

имущественно на юго-запад в виде языков и массивов. В экстремально тяжелые годы отдельные языки плавучего льда выходят из Охотского моря через проливы Кунаширский и Екатерины, реже — через пролив Фриза и только в очень тяжелые годы — через пролив Крузенштерна, распространяясь на 30—40 миль в открытую часть океана. Вдоль п-ова Камчатка плавучие льды полосой 30—50 миль могут спускаться до 4-го Курильского пролива. В феврале у южных Курильских о-вов языки льда направляются вдоль о.Хоккайдо и далее на юг; при этом ширина ледового массива может достигать 90 миль. В марте, особенно в экстремально тяжелые годы, выход льдов в открытый океан из Охотского моря осуществляется через все проливы, начиная от Крузенштерна и южнее. В апреле вследствие весеннего разрушения льда ледовая обстановка вдоль Малой Курильской гряды становится более легкой: хотя ледяные массивы и могут выходить через любой пролив в океан, их языки уже не имеют такой протяженности, а ширина обычно не превышает 30 миль. В апреле дрейф плавучих льдов из Берингова моря достигает максимума, поэтому, особенно в тяжелые годы, они распространяются в открытую часть океана иногда более чем на 200 миль к югу от побережья. И напротив, вдоль северных Курильских о-вов, за исключением 1-го Курильского пролива, плавучие льды в это время не отмечены.

В массивах дрейфующего льда преобладают так называемые белые льды — именно этой возрастной характеристики (их толщина колеблется от 30 до 200 см и более) достигают к январю и охотоморские, и берингоморские льды.

Экстремальный выход дрейфующих массивов, представленных преимущественно тяжелыми белыми льдами, относится к формажорным условиям и классифицируется как опасное или особо опасное гидрологическое явление.

Океанология. 2007. Т.47. №1. С.5—8 (Россия).

## История науки. Океанография

### К 100-летию экспедиций принца Альбера I Монакского

16 апреля 2006 г. Альбер II Монакский после четырехсуточного перехода на собачьих упряжках по арктическим льдам поднял государственный флаг княжества Монако на точке Северного полюса — теперь его считают первым в мире государственным деятелем, ступившим на Северный полюс. Хотя Монако отстоит на тысячи километров от Арктики, принц Альбер II Монакский активно участвует в программах по защите окружающей среды и мониторинге глобального потепления климата. Эта сторона его деятельности во многом — дань памяти и уважения его прапрадеду — принцу Альберу I Монакскому, которого даже в наше время с почтением называют «принц-мореплаватель».

С 1884 г. молодой морской офицер Альбер Оноре Шарль Гримальди (титул принца Альбера I Монакского он принял в 1899 г., когда сменил на троне своего ослепшего отца, Шарля III) глубоко заинтересовался океаном и совершил три океанографические экспедиции на судне «Травайлер» и одну на судне «Талисман». Последующие 12 лет были отданы исследовательским работам в Северном, Балтийском, Средиземном морях, в прибрежных водах Северной Африки, Испании, Англии на судах «Эрондель» и «Принцесса Алиса». Объем коллекций морских растений и животных, проб осадков, полученных в этих плаваниях, был настолько велик, что павильон Монако на Всемирной выставке 1900 г. в Париже отвел им целый этаж.

На протяжении почти целого десятилетия (в 1898, 1899, 1907 и 1907 гг.) Альбер I на борту своей яхты «Принцесса Алиса II» провел четыре экспедиции в район Шпицбергена с целью исследовать тогда очень слабо изученные

полярные воды. В конце XIX в. центральной проблемой, занимавшей умы ученых, была проблема возникновения жизни, и ответ на нее предполагалось найти в Мировом океане.

В годы своих шпицбергенских экспедиций Альбер I организовывал проведение работ по гидрографии, метеорологии, картографии, геологии, ботанике и гляциологии (объем исследований в этих науках даже превысил объем в области океанографии). На суше Г.Изаксен (G.Isachsen) положил на карту значительную часть северо-западной периферии Шпицбергена. Многие долины, вершины и ледники получили имена участников экспедиции: Земля Альбера, ледник Монако, пик Гримальди. Острый взгляд сопровождавшего экспедицию художника Л.Тинайра позволил ему запечатлеть на полотнах то примечательный ландшафт, то особенности рельефа, то какой-либо любопытный организм; особенно ценными оказались зарисовки рыб, поскольку, поднятые на борт, они через несколько минут изменяли свой цвет.

Альбер I глубоко интересовался ролью Гольфстрима как регулятора климата Северо-Западной Европы, считая, что динамика и состояние ледников и полярных льдов — точный индикатор развития Гольфстрима. Сопоставление панорамных фотографий ледника Лиллихёк, сделанных Альбером I в 1906 г. и его праправнуком в 2005 г., дает наглядное представление о процессе глобального потепления: за столетие ледник отступил на 6 км.

Результаты исследовательских работ четырех экспедиций Альбера I производят глубокое впечатление. В 1910 г. в Монако создается Океанографический музей, в котором экспонируются обширнейшие коллекции этих экспедиций и их научное оборудование, а в следующем году в Париже открыл свои двери Океанографический институт.

Terre Sauvage. 2007. №226. P.44—49 (Франция).

# Полевой дневник эпохи

А.Н.Островский,  
доктор биологических наук  
Санкт-Петербургский государственный университет

Это очень редкое качество — всю свою жизнь писать дневники, аккуратно, каждый день, в любых условиях и в любом настроении, и не просто дневники, а «полевые дневники» — то есть записи во время экспедиций. А если еще эти дневники о тяжелом для нашей страны времени (30—50-е годы XX в.), и события происходят в месте, которое даже сейчас очень немногие имели счастье посетить, — на полуострове Камчатка, и человек этот имеет редкую и очень опасную профессию — вулканолог, то опубликование таких полевых дневников может заинтересовать очень широкий круг людей. Дневники члена-корреспондента РАН Бориса Ивановича Пийпа (1906—1966) были изданы к его юбилею — к 100-летию со дня рождения.

Жанр полевых дневников ближе всего тем, кто сам не раз организовывал и проводил экспедиции, выбивая суточные, бегал по инстанциям за подписями, закупал тушенку, заколачивал ящики, летел-плыл-добирался в тьму-таракань, в любую погоду ходил в маршруты и собирал бесконечные образцы и пробы. А потом, вернувшись, анализировал данные, составлял отчеты, чертыхаясь, списывал старое снаряжение, чтобы на следующий год снова бежать по тому же кругу и видеть в этой работе смысл своей жизни.

Однако одно дело организовывать экспедиции на базе хорошо оснащенного института, и совсем другое — пытаться сделать то же самое в восстанавливающейся после Гражданской

войны стране. И особенно, когда изучать надо вулканы...

А почему, собственно, вулканы? Каждый из нас помнит, как он пришел к своим «вулканам», однако вряд ли можно оценить всю совокупность случайностей, которые в конечном счете определяют научную судьбу. Как бы то ни было, счастлив тот, кому повезло с этим выбором, и чья область исследований является оптимальным применением его сил.

Борис Пийп был счастливым человеком. Окончив Горный институт в Ленинграде, он в 1931 г. в возрасте 25 лет попал на Камчатку и буквально влюбился в нее, посвятив всю свою жизнь изучению одного из самых грандиозных природных феноменов — вулканов. Это жизнеопределяющее событие произошло благодаря известному петрологу, впоследствии академику Александру Николаевичу Заварицкому, который пригласил молодого аспиранта в первую вулканологическую экспедицию на Камчатку — наиболее труднодоступную и наименее изученную в геологическом отношении часть страны. Изучение вулкана Авачи в 1931 г. положило начало российской вулканологии.

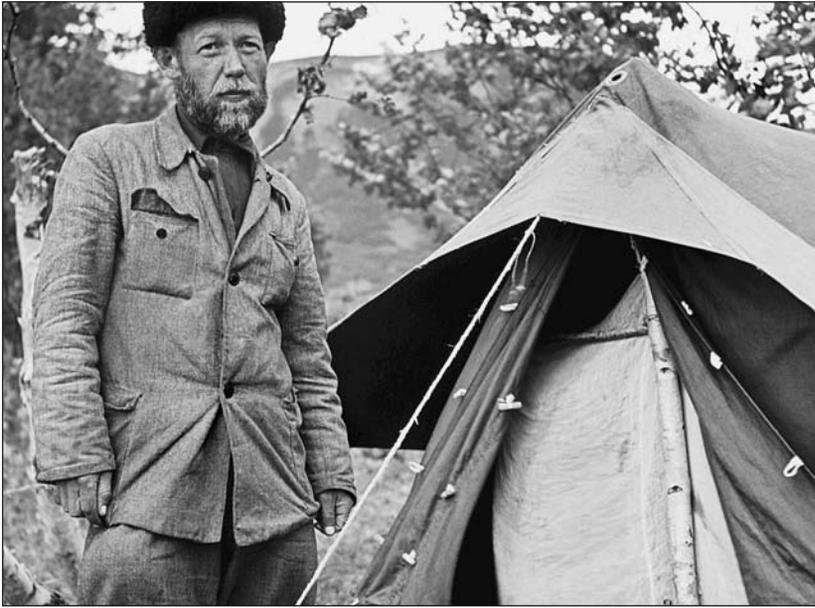
После этой экспедиции Заварицкий обрел «самого талантливого своего ученика, которого ценил больше всех остальных» [1].

С тех пор вся жизнь Пийпа была связана с Камчаткой. Он вдоль и поперек прошел эту прекрасную землю — пешком, на лыжах, лошадях и собаках. Он полжизни провел в поле, и все это тщательно фиксировалось в его дневниках. Ему все



ДНЕВНИКИ ВУЛКАНОЛОГА  
БОРИСА ПИЙПА. Под ред. А.Б.  
и М.Г.Белосовых.

М.: Логата, 2006. 160 с.



Б.И.Пийп в кальдере вулкана Узон. 1952 г.

было интересно, а ведь любопытство — основной «мотор» любого научного исследования. Борис Иванович чувствовал и понимал природу — редкое теперь качество настоящего естествоиспытателя. В дневниках Пийпа не только сухие отчеты о проделанной работе. Здесь все пережитое им и его людьми — ветер, холод, гнус, голод и юкола (корм для собак) в обмен на махорку. Как нанять проводника и где достать лошадей. Как поладить с местным населением и в любой ситуации выполнить план исследований. Здесь множество вырванных на бумаге «этнографических» зарисовок, перемежающихся с описаниями природы: «Взошла луна и осветила наши палатки и костер. Чудный вид имело все это на фоне темно-синих стен кальдеры и озер, сверкающих серебром. Поджарили медвежатину и разделили последние сухари...» (дневник 1933 года). Борис Пийп не стеснялся выражать на бумаге свое восхищение красотами природы. Более того, он пишет, что именно в общении с природой он видит одну из основных составляющих смысла своей жизни: «Можно лишить себя всего,

отказаться от всех надстроек культуры, упроститься и вечно жить под таким небом и в таких лесах...» (дневник 1933 года).

И еще работа. Пийп был великим тружеником. Неумоимо взбирался по склонам очередного вулкана, картировал окрестности, брал пробы вулканических пород, воды и газов. Воспринимал сопутствующие его профессии неудобства и опасности как само собой разумеющееся. Работа такая. «Утром зверски холодно. Опять, как и вчера, пошли на вершину Авачи. На вершине я засекал точки, собирал инкрустации. Скоро стал дуть сильный северный ветер. Вершина то и дело окутывалась непроницаемым туманом. Стыли руки. Ветер мешал идти. Воротник кожаной куртки трещал, как моторная лодка. Теплый пар моментально превращался в иней. Невеселая здесь работа. Мои попытки дособирать инкрустации кончились неудачей — ветер вырывал с ложки все, что я насобирал...» (дневник 1931 года). Возможно, что именно работа — на износ, без каких-либо скидок на погоду и усталость, спасла его от репрессий. Кто же будет гоняться за этим фанатиком по лесам

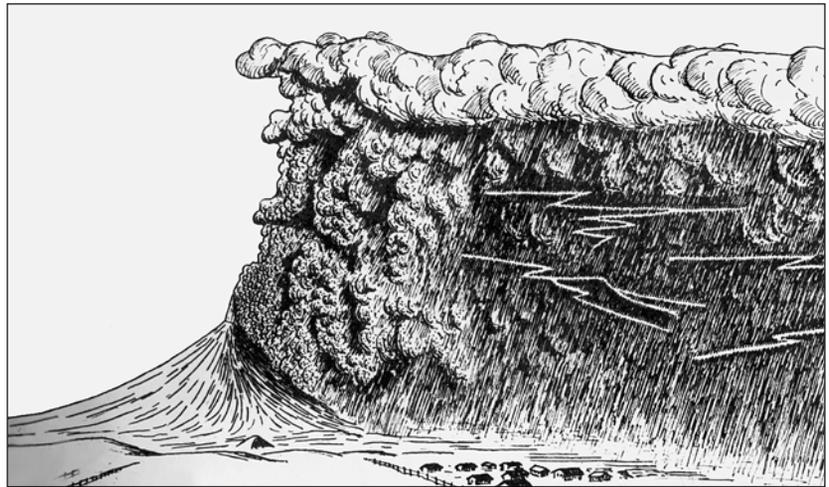
и горам? Он и так уже в вечной «ссылке».

В 1940 г. он впервые приехал на Камчатку не на несколько месяцев на полевые работы, а на длительный срок — начальником Камчатской вулканологической станции в поселке Ключи. А через несколько месяцев началась война. Долгих шесть лет он не имел никаких сведений о своей семье, которую оставил в Ленинграде, — жене и двух маленьких дочерях. Все это время он был единственным научным сотрудником на вулканостанции. Не хватало людей, денег, продовольствия, а вулканы непрерывно и очень сильно извергались: в 1944 г. начался рост купола на вулкане Шивелуч, в 1945 г. произошло наиболее мощное за историческое время извержение вулкана Авача, активизировался вулкан Толбачик, и, наконец, в 1944—1945 гг. произошло извержение вулкана Ключевской. Пароксизмальная фаза этого извержения началась в 4 часа утра 1 января 1945 г. В течение 12 часов, до тех пор пока вершину вулкана не затянуло пепловой тучей, Борис Иванович непрерывно записывал и зарисовывал свои наблюдения: высоту выбросов пепла и раскаленных бомб, молнии, грохот извержения, ощутимые землетрясения. Замены на вахте у него не было.

А в конце июня 1945 г. на Ключевском вулкане началось извержение побочного прорыва, позже названного «Юбилейным». Через два дня после его начала Борис Иванович с рабочими выехал к месту извержения. В течение двух дней он непрерывно описывал, зарисовывал, мерил. Потом на две недели погода испортилась: «Безнадежно плотный туман, иногда с дождем. Холодно: около 0°. В палатке все отсырело... Дрова мокрые, не горят. Руки стынут, и делать ничего нельзя. Вот уж не везет с погодой. Сидишь рядом с извергающимся вулканом, и никаких измерений или наблюдений сделать не можешь». За это время извержение закончилось.

Там же при изучении Юбилейного прорыва произошла история, типичная для работы на активном вулкане: «Вышли наверх к эксплозивным кратерам. Кратер действует слабо. Когда мы были уже близко от кратера, внезапно из него поднялся косяк черный столб. Все это понеслось на страшную высоту над нами. Чувствуя, что сейчас на нас обрушатся раскаленные бомбы, мы бросились бежать. Конечно, куда бы мы не убежали, но бегство успокаивало нас. Только мы стали бежать, как увидели, что впереди и вокруг нас стали тяжело шлепаться раскаленные куски шлака, нас обуял животный страх. Бомбежка длилась 1—2 с. Пробежав метров 200, мы остановились. Везде вокруг дымилась упавшие куски лавы размером до 0.5 м. Сверху они темные, а внутри раскаленные. Только слепой рок спас нас от смерти. Конечно, можно было бы стоять и смотреть, как падают бомбы и, когда надо, отклоняться от них. Но это было страшнее» [2].

Полевые дневники Бориса Пийпа — это не просто хронология его маршрутов и описания извержений и землетрясений. Это одновременно и автопортрет их автора, и рассказ об эпохе становления и развития советской и российской вулканологии. Знаменитые и давно



Пароксизмальное извержение вулкана Ключевской в 8 часов утра 1 января 1945 г. Высота пеплово-газового облака достигает 10 км над кратером вулкана. Рис. Б.И.Пийпа.

забытые имена, хронология развития целой отрасли геологической науки, в которой сам Пийп сыграл одну из центральных ролей. Вершиной его многолетней деятельности стала организация на Камчатке Института вулканологии, он стал его первым директором. Собственным примером этот человек увлек множество молодых геологов, которые стали активными продолжателями его дела.

Борис Иванович редко жаловался. Даже в дневниках, хотя уже в сорок лет болело сердце, и все чаще приходилось отды-

хать во время восхождений на столь любимые им вулканы. Он написал много научных работ, но кабинетным ученым никогда не был. Его настоящая жизнь была в «поле».

Полевые дневники Бориса Ивановича Пийпа подготовлены к печати его потомками, вулканологами Мариной и Александром Белоусовыми [3]. Книга издана небольшим тиражом (1000 экз.), ее нет в свободной продаже, весь тираж находится в Институте вулканологии и сейсмологии (г.Петропавловск-Камчатский).■

## Литература

1. Пийп В.Б. Человек, отдавший жизнь Камчатке // Природа. 2006. №11. С.65—73.
2. Буторина Л.А. Заварицкий Александр Николаевич: жизнь и деятельность. Миасс, 2006.
3. Пийп Б.И. Ключевская сопка и ее извержения в 1944—45 гг. и в прошлом. М., 1956.

### Палеонтология

**А.Ю.Журавлев** ДО И ПОСЛЕ ДИНОЗАВРОВ. М.: Вече, 2006. 352 с. (Из сер. «Великие тайны».)

Автор этого научно-популярного издания — известный палеонтолог, умеющий к тому же изъясняться понятным языком, разговаривать с читателем,

не прибегая к псевдонаучному стилю. В книге собраны наиболее интересные сведения об организмах, населявших Землю со времени появления на ней жизни, т.е. на протяжении почти 4 млрд лет. «Общество ощущает нехватку просвещения, но любознательной публике хочется красивых, умных научно-популярных книг, написанных не

болтливыми дилетантами, а специалистами в своей области. Эта книга такова».

«Книга в значительной степени отражает личный профессиональный опыт автора. В ней читатель сможет узнать о работе палеонтолога в поле и в лаборатории, об основных идеях и об истории палеонтологии, о новейших открытиях

в изучении органического мира прошлого и о том, зачем все это нужно».

«Книга удивительно уместная в наши дни, когда теорию эволюции начинают подвергать сомнению, основываясь на религиозных догматах, а люди с учеными степенями подчас несут удивительную дичь о развитии жизни на Земле и месте человека на планете».

Сочетание истории Земли и жизни на ней придадут этому изданию дополнительную ценность. Книга вышла в серии «Великие тайны», «...которую загромянут разнообразные псевдонаучные работы, поэтому она — как алмаз в навозной куче».

Из приведенных цитат видно, что автор сумел написать произведение, которое можно без боязни рекомендовать как одну из лучших научно-популярных книг о палеонтологии и сопряженных вопросах мироздания. В последние годы такие книги выходят нечасто.

### История науки

**С.И.Фокин, А.В.Смирнов, Ю.А.Лайус.** МОРСКИЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ НА РУССКОМ СЕВЕРЕ (1881—1938). М.: Т-во науч. изд. КМК, 2006. 130 с.

Возникновение и развитие отечественных стационарных морских исследований в последней трети XIX века прочно связано с несколькими, различными во всех отношениях географическими точками. Это прежде всего Севастополь, где появилась первая русская биологическая станция (1871), это Виллафранка — уголок Французской Ривьеры, где была организована Русская зоологическая станция (1886), и Соловки, где при содействии православного монастыря была основана Соловецкая биологическая станция Санкт-Петербургского Общества Естествоиспытателей (1881), первоначально имено-

вавшаяся также Биологической станцией Соловецкой обители.

В книге представлена краткая история и анализ развития всех основных морских биологических станций севера Европейской России, основанных в последней четверти XIX — первой трети XX века. Материал охватывает период от момента открытия на главном Соловецком острове в Белом море первой в полярных широтах морской биологической станции до времени становления крупнейшей биологической станции на Баренцевом море, в Дальнезеленцкой губе (1936—1938). В тексте приводятся краткие характеристики некоторых организаторов и постоянных работников этих станций: Н.П.Вагнера, В.М.Шимкевича, Н.М.Книповича, К.М.Дерюгина, С.В.Аверинцева и Г.А.Клюге. Очерк проиллюстрирован многочисленными фотографиями, значительная часть которых ранее не публиковалась.

### История науки

**КАВКАЗ:** географические названия и объекты: Алфавитный указатель к пятиверстной карте кавказского края / По книге Д.Д. Пагирева (1913); Сост. Ю.Л.Меницкий, Т.Н.Попова. Нальчик: Изд.-во М. и В. Котляровых, 2007. 336 с.

В справочнике объединены 34 тыс. названий Кавказа, а также сопредельных территорий Северо-Западной Турции и Северо-Восточного Ирана составленного Д.Д.Пагиревым (1865—1913) «Алфавитного указателя к пятиверстной карте Кавказского края с прилегающими частями Турции и Персии». Изданные в 1913 г. в Тифлисе Кавказским военно-топографическим отделом, и атлас, и указатель в настоящее время стали библиографическими раритетами. Публикаторы — ботаники, сотрудники гербария Ботанического института им.В.Л.Комаро-

ва РАН Ю.Л.Меницкий и Т.Н.Попова предполагали облегчить труд своих коллег, участвовавших в составлении «Конспекта флоры Кавказа», — чтение этикеток, написанных подчас неразборчивым почерком коллекторов двух прошедших столетий, а также точное определение местонахождения образца растения, обозначенное давно утраченным топонимом, входит в совокупность профессиональных навыков систематика, но достигается многолетним опытом. Поэтому труд, вложенный замечательными исследователями в переиздание, оказался плодотворным — весьма широкий круг специалистов-кавказоведов получил необходимое пособие.

Переработка данных Пагирева оказалась весьма существенной, в оригинальном издании координаты географических пунктов начинались не с широты, а с долготы, которая отсчитывалась не от Гринвича, как это принято сейчас, а от меридиана, разделяющего Европу и Америку, смещенному на 17°30' к западу от гринвичского, также высота над уровнем моря дана не в футах, а в метрах. Квадрат сводного листа карты воспроизведен на форзаце книги.

В книге имеются биографические материалы о Д.Д.Пагиреве, собранные Т.Н.Поповой, а также статья о Ю.Л.Меницком по некрологу, написанному Р.Камелиным, есть и воспоминания об этом замечательном исследователе флоры Кавказа «Подвижники прекрасной страны по имени Кавказ...», написанные одним из издателей — В.Котляровым. Преемственность поколений исследователей, преданных этому удивительному краю, не прерывается. Книга содержит огромный топонимический материал, который могут использовать также зоологи, археологи, геологи, географы и историки.

# Свидетельства очевидца

К.А.Федин

Републикуемый ниже очерк писателя К.А.Федина (1892–1977) практически не известен ни сейсмологам, ни широкой публике. Написанный буквально по свежим следам бедствия, произошедшего в ночь на 12 сентября 1927 г. в Крыму, он был опубликован в альманахе «Писатели – Крыму», выпущенном Комитетом по борьбе с последствиями Крымского землетрясения при Наркомздраве РСФСР в 1928 г. Комитет возглавлял тогдашний нарком здравоохранения Н.А. Семашко. Сборы от продажи альманаха предназначались пострадавшим. Ныне это издание – библиографическая редкость.

Очерк Федина – одно из наиболее достоверных и проникновенных описаний, сделанных рукой мастера, ощущений человека, застигнутого землетрясением 8-балльной интенсивности. В нем отражены не только индивидуальные ощущения, но и групповое поведение людей и общая обстановка разрушения и смуты в период повторяющихся толчков. Хотя автор не сообщает, в доме какой постройки, какой ориентировки, на каком этаже он находился (в отличие от Ю.М.Шокальского\*, описавшего то же землетрясение в Судаке), сила сотрясений в 6–7 баллов определяется достаточно точно. И это вполне соответствует независимым и по другим признакам определениям специалистов. В то время ни в самой Ялте, ни во всем Крыму сейсмических станций не было. Поэтому свидетельства очевидца становятся особенно важными. Это относится и к основному толчку, и к афтершокам. Интересно, что повторные толчки, запомнившиеся писателю, по времени вполне соотносятся с записанными примитивным самописцем, установленным на Ялтинской метеостанции. Указания о тучах пыли в горах свидетельствует о возникавших там обвалах. Специалистом не останется незамеченным и уникальное сообщение, со слов очевидцев, о поведении моря во время главного толчка, что свидетельствует о мгновенном подъеме береговой полосы (или опускании прилегающего участка дна). Такого рода информация помогает судить о динамических явлениях у побережья в условиях, когда никаких приборных записей как таковых не существовало или, во всяком случае, не сохранилось.

Одним словом, публикуемые сведения, так сказать, из первых рук, проливают свет на ход события и сопровождавшие его явления в природной среде, так же как отражают поведение людей, и потому вполне актуальны.

«Ночь на двенадцатое сентября и весь день двенадцатого я пережил в городе Ялте. Известно уже, что этот город пострадал во время землетрясения в Крыму больше других. Я хочу написать только о том, что пришлось испытать, видеть и слышать мне, поэтому мои показания могут быть субъективны, как субъективны, впрочем, показания всех свидетелей. Считаю нужным оговорить только одно: меня уже отделяет от несчастья расстояние и время, так что вряд ли я допущу какие-нибудь преувеличения в своем очерке, скорее обратное.

НОЧЬ

Я лег спать в одиннадцать часов и быстро уснул. Пробуждение было тягостно, как после мучительно-го, страшного сна, когда куда-нибудь летишь, низвергаешься, когда неминуемо должен разбиться, и вдруг – облитый потом – открываешь глаза и узнаешь знакомые стены.

Я открыл глаза и ничего не узнал. Я продолжал куда-то лететь. Протяжный, очень глубокий, непрерывный гул поглощал собою все. Нет, не все. С ужасной силой раздавалось скрипение стен, пола, потолка. На мою голову, на одеяло, на руки что-то мелко сыпалось, точно шел град. Подо мной уползала кровать.

Я очнулся. Узнал, что я у себя, в своем номере гостиницы, но еще не мог понять, что происходит. Стены трепыхались, как паруса, в которые начал ложиться ветер. Кровать моя продолжала катиться, освещенное луною окно быстро раскачивалось и на свет видно было рябую пелену сыпавшегося с потолка мела, кусков штукатурки.

Тогда сквозь гул, скрипение и треск я мгновенно понял, что это не только в моей комнате, что это во всей гостинице, во всем городе, может быть – на всей земле. И я понял, что происходило, нашел название, слово.

Все описанное длилось одну-две секунды, пока я не нашел слова. Потом начались секунды, когда я от-

\* Шокальский Ю.М. Землетрясение 12 сентября 1927 года. Судак // Природа. 2006. №9. С.67–70.

давал себе отчет в происходящем. То есть не секунды, а бесконечность.

Я лежал в оцепенении. Мне кажется, я умышленно не поднимался. Разве можно было как-нибудь помочь себе? Я хорошо помню, как хотел накрыть голову подушкой. Но не накрыл. Я только вслушивался в непередаваемо жуткое соединение густого подземного стона с треском и скрипением стен. Я не шевелился. Был ли это ужас? Нет, больше. Это был конец. Я всем оцепеневшим существом своим ожидал конца\*. Я совершенно готов был к смерти в уже простилась со всем. Потом я услышал крик:

— Гра-жда-не! Дверь открыта, выходите через дверь! В этот миг бесконечность кончилась. Я вскочил, надел брюки, пиджак и босиком подошел к двери. Я отомкнул замок, вышел, дважды повернул ключ и попробовал, хорошо ли заперлась дверь. По коридору, обезумев и поджав хвост, мчалась собачонка. Вой ее был нестерпимо пронзителен. Я побежал следом за ней.

Я забыл сказать, что померк свет. В темноте я сбегал по лестнице на узенькую, засаженную цветами площадку двора. Здесь было светлее: полная луна освещала скучившихся людей. Почти все женщины выбежали в ночном белье. Я услышал истерические крики и плач. Говорили все сразу, каждый о себе. Мне показалось, что мужчины держались бодрее. Из домов все еще выбегали жильцы.

Немного спустя раздался новый удар. Он был короткий, не очень сильный. Было похоже, что стоишь на доске и кто-то трясет ее в одном направлении. По всему городу завывали псы. Через несколько минут — еще удар, опять не сильный. Постепенно приходило чувство, что все кончилось, что больше ничего не будет. Старожилы-крымчане уверяли в этом. Кое-кто попробовал шутить, кое-где засмеялись. По десять раз рассказывали о том, как кто пережил первый толчок, как выбежал на двор.

Смятение проходило, и я без особой опаски вернулся в дом, чтобы обуться. Я делал все очень медленно, и — кажется — спокойно. Пол в моем номере был усыпан мелом, куски карнизов валялись по углам, со стола упала пепельница, карандаши, книга. При свечке я мог различить только одну большую трещину над карнизом внешней стены\*\*. Говорили, что в других комнатах разрушений больше. Я пошел к морю. Помню, что меня влекло туда не только любопытство. Во мне уже возникло недоверие к дому, к постройке, боязнь крова. Хотя, прежде чем выйти из номера, я стряхнул с постели мусор, надеясь еще поспать...

На Садовой было темно. Вдруг вылетел из-за поворота автомобиль скорой помощи и остановился у калитки гостиницы. Значит, для кого-то испытание кончилось несчастьем.

На узенькой Морской горели фонари. Вдоль тротуаров и на мостовой валялись груды кирпича, обломки карнизов. На домах чернели громадные трещины.

\* Обратим внимание на ощущения человека (неподготовленного) при сотрясении 7—8 баллов.

\*\* Признаки семибалльного толчка.

Набережная улица запружена людьми. Все теснятся к морю, подальше от фасадов гостиниц. С них сорваны балюстрады, угол одного дома упал, крыша повисла в воздухе. Дорога усеяна обломками камней, кирпича, штукатуркой.

Здесь, на Набережной, в толпе людей, ставших неожиданно общительными и разговорчивыми, около двух часов ночи меня застал четвертый удар. Он был мощным, но сравнительно кратким. Перед тем, как он встряхнул землю, народ заполнил Морскую, многие вошли в дома, чтобы одеться, взять вещи.

Я стоял у парапета набережной, прямо против Морской. И вот, внезапно, по этой улице, заваленной обломками камней, люди с ужасным криком ринулись вниз, к морю. Я схватился за парапет. Толпа неслась на меня, угрожая сбросить меня через железные перила на берег. Я видел вскинутые вверх руки, десятки, сотни рук, бессмысленно машущих в воздухе, видел дождь кирпичей, падающих на эти руки, в толпу, слышал вопли женщин, раздиравшие подземный гул на какие-то взрывы рычания. Девушка упала на самом углу, сшибленная камнем или человеком. Дом подернул своим живым углом, точно плечом, и стряхнул с себя остатки каменной балюстрады)\*\*\*.

Удивительно ярко и много запечатлевается в эти страшные секунды. Мне кажется, я видел каждый обломок, падавший с крыш, слышал каждый отчаянный возглас. И в то же время я крепко вцепился в железный прут парапета и другой рукой защищался от натиска толпы, бросавшейся через перила на пляж, мимо меня.

Вероятно, это было то же оцепенение, которое держало меня в кровати.

#### УТРО

Тогда, перед рассветом, возникло во мне никогда не бывавшее прежде ощущение беспокойства, именно ощущение, а не чувство. Слово в грудь мою попало какое-то чужеродное физическое тело. Люди говорили со мною, я отвечал им, но видел, что их угнетает то же самое ощущение и что они каждую секунду готовы броситься в безумное бегство. И они бросились.

Утро я встретил рядом с молом, в татарской деревянной лавчонке, за чаем. Моряки рассказали, что ночью, во время первого удара, море в бухте отошло футов на семь-восемь от берегов, так что пришлось «травить концы», чтобы парусники, стоявшие у берега, не сели на дно. От моряков мы узнали, что тогда же, ночью, во всей окрестности появилось густое облако пыли, заслонившее собою горы; это обсыпались и оползали горные склоны.

Близ мола я увидел первые развалины: невысокие дома обнажили свои чердаки, массивные фронтоны были сорваны и своєю каменной грудой исковеркали стоявшие внизу вагонетки.

В лавчонке было безопасно, фанерная крыша ее, приткнутая к молу, не могла причинить особой беды.

Но когда почва, качнувшись, внезапно задержалась под ногами и все кругом стало дрожать, как дро-

\*\*\* Этот афтершок проявился в Ялте с интенсивностью около 5 баллов.

жит яичница, когда трясут на огне сковородку, люди повскакали со своих мест и бросились вон. Я выбежал вместе со всеми.

На угловом доме высокая пристанная мачта раскачивалась все чаще и торопливей, натягивая и ослабляя тросы. Люди бессмысленно металась по берегу. Я увидел матерей, бегущих к морю, с грудными детьми на руках. Увидел несколько мужских лиц, и на моих глазах они обескровливались, обращаясь в гипсовые маски. Мне почему-то особенно запомнилось лицо чернокожего южанина, губы которого странно сузились и поголубели. И опять: вдоль пустынного мола (на самый мол людей не пускали; он дал трещину) мчалась с визгом собачонка и, внезапно бросившись вниз, пропала в море.

Потом все стихло. В горах рассеивались желтые облачка пыли, как дымки батарейного огня, море лежало покойно, небо было прозрачно, солнце начало уже пригревать.

#### ДЕНЬ

Так постепенно пропало доверие к земле, и надежда сменилась подавляющим отчаянием. Значит — еще не кончилось, значит — ощущение тоскливого, угнетающего беспокойства не обманывает.

Днем толчки и колебания продолжались. Казалось, что они непрерывны. Ступить по земле, подойти к дому, просто взглянуть на дом стало трудно. Дома, человеческие жилища, кров, надежная защита от стихий сделались злейшим, коварнейшим врагом человека.

Я осмотрел город.

Сады, набережная наводнены людьми. Кровати с большими, детские коляски и люльки, узлы домашнего скарба, постели, тюфяки — все это кучится и жметя под деревьями, в кустах, на дорожках, площадках садов.

По улицам, посредине дорог, навалены горы щебня. От дома отвалилась стена, внутри, как в кино-павильоне, виден кабинет врача, картины на стенах, шкафы. Внизу — спальня. Рядом — столовая. Дом разломился, точно коробочка. За решеткой видны руины богатой дачи. Здесь, под развалинами двух этажей, откопали целую семью: отца-инженера с сыном извлекли мертвыми, мать — смертельно раненой.

Неподалеку — медицинский пункт, развернутый под чистым небом. Врачи, сестры, санитары с носилками. Отсюда тяжело раненых перевозят в больницу, другие лежат тут же, на циновках, кроватях, креслах, напротив — обвалившийся фасад клуба. Кругом — раздерганные, изорванные, расползшиеся дома. В этой части города ни одной целой постройки. На набережной, против городских станций и паромных контор, — густые толпы народа. Это — бегство, побег, отчаяние, безнадежность. Некоторое спокойствие вселяет охрана города, санитары и врачи. Но видеть мчащийся после нового толчка автомобиль с пожарными и милицией или пробирающийся между обвалин грузовик и на нем — казенные больничные гробы, на которых сидит женщина с раскрытыми стеклянными глазами, видеть это — значит

ощущать с новой силой прилив тоскливого беспокойства: будет ли еще или не будет?

Оказалось — да.

Этот второй по силе и длительности колебаний толчок застал меня в городском саду (первый ночной толчок продолжался около 20 секунд; дневной, о котором я говорю, длился не менее 8 секунд). И странно: люди, собравшиеся здесь для безопасности, на большом, свободном от строений пространстве, едва раздался удар и окрестность огласилась гудом, люди бросились бежать. Фонарный столб отклонивался влево и вправо, с каждым мгновением увеличивая свой размах, скамья подо мною поскрипывала и уползала. Нет, сидеть было невозможно! Я вскочил и крепко ухватился за спинку скамьи.

В этот удар земля в саду дала трещину, длиною в несколько сажен, и отовсюду слышны были грозные обвалы построек: падало то, что было подготовлено к падению ночным толчком.

Но... всюду жизнь! Спустил пять минут после того, как улегся шум, и вновь пронеслись куда-то санитарные кареты, я уже видел курортную модницу, дрожащей рукой подкрашивающую губки, и полупьяный романтичный оборванец навязчиво предлагал послушать его декламацию:

— Граждане, прошу! Я прочитаю вам стихотворение «Море»!..

Мне нужно было войти в свое жилище, чтобы взять деньги и вещи.

Гостиница, где я жил, расположена на террасах, спускающихся уступами. Весь дом причудливо слеплен из кубиков в два-три этажа, над которыми торчит живописная вышка. Все это, вместе с окружающими кипарисами, вероятно очень хорошо для олеографии — поэтично и мечтательно. Но для... землетрясений...\*

Когда я осмотрел этот воздушный замок, я почувствовал, что не в силах в него войти; кубики расползлись и потрескались, входная лестница искривилась, кирпичи разрушенных печных труб висели на самом краю крыши.

Необходимость, однако, сильнее страха. Я заставил себя подняться по лестнице, открыть номер. Я думал уложить чемоданы. Но у меня хватило мужества только на то, чтобы подхватить их, забрать разбросанные вещи и окинуть взглядом комнату: она состояла из четырех стен и потолка, приставленных друг к другу, как игральные карты; карнизы и штукатурка наполовину обвалились. <...> В девять вечера я сидел на пароходе. Двадцать один час, в течение которых я жил ежесекундным ожиданием конца, сделали свое дело. И когда заработал винт, мне опять слышалось это незабываемое соединение подземного гуда со скрипением и треском стен.

Харьков, 15 сентября 1927 г.»

© Публикация и вступление **А.А.Никонова**

\* Действительно, строительство в Крыму до того велось без учета антисейсмических норм.

# Правила для авторов

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

ся и проходят редакционную подготовку.

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

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

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

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

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

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

# ПРИРОДА

Над номером работали

Ответственный секретарь  
**Е.А.КУДРЯШОВА**

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

Литературный редактор  
**С.В.ЧУДОВ**

Художественный редактор  
**Т.К.ТАКТАШОВА**

Заведующая редакцией  
**И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА**

Младший редактор  
**Г.С.ДОРОХОВА**

Перевод:  
**С.В.ЧУДОВ**

Набор:  
**Е.Е.ЖУКОВА**

Корректоры:  
**В.А.ЕРМОЛАЕВА**  
**М.В.КУТКИНА**

Графика, верстка:  
**А.В.АЛЕКСАНДРОВА**

Свидетельство о регистрации  
№1202 от 13.12.90

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

Адрес редакции: 119049,  
Москва, Мароновский пер., 26  
Тел.: 238-24-56, 238-25-77  
Факс: (095) 238-24-56  
E-mail: priroda@naukaran.ru

Подписано в печать 15.10.2007  
Формат 60×88 1/8  
Офсетная печать, усл. печ. л. 10,32,  
усл. кр.-отт. 67,8 тыс., уч.-изд. л. 12,2  
Заказ 691  
Набрано и сверстано в редакции

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