

ПРИРОДА

4 12



В НОМЕРЕ:**3 Джамалов Р.Г., Хасиев Р.С.**
Современные проблемы водного треугольника: Россия—Китай—Казахстан

Речной сток с территории Китая поступает в нашу страну через Казахстан, по бассейнам рек Иртыш и Или. Однако КНР категорически противится участию России в трехсторонних обсуждениях этих вопросов. Непростые отношения складываются и в решении российско-казахстанских водных проблем.

11 Буднев Н.М.
Оптика Байкала

Гидрофизические и гидробиологические процессы в Байкале отличаются изменчивостью в пространстве и времени. Байкальский нейтринный телескоп позволяет вести долговременный мониторинг оптических характеристик вод озера.

23 Цетлин В.И., Кашеверов И.Е.
Никотин и его рецепторы — о вредном и полезном

Сегодня хорошо известно, что все эффекты никотина реализуются через его рецепторы, которые, в свою очередь, регулируют важные процессы высшей нервной деятельности. Знание структур этих взаимодействующих партнеров позволяет строить модели, необходимые для поиска новых лекарств.

31 Наугольных С.В.
Как одна экологическая ниша два рода прокормила

В перми и триасе Приуралья совместно произрастали представители парных родов голосеменных, различавшихся по нескольким важным признакам. Их изучение наводит на мысль об особой форме идиоадаптационного процесса.

39 Четверикова А.В.
Какую воду пьют жители юга России?

Подземные воды — основной источник питьевой воды в России. За последние несколько десятилетий проблема их загрязнения стала очень острой. Многие вещества, содержащиеся в воде, негативно сказываются на здоровье человека. Так чем же опасна вода из самых крупных артезианских бассейнов юга нашей страны?

44 Володин И.А., Володина Е.В., Фрай Р., Солдатова Н.В., Юлдашев Э.Т.**Газель и адамово яблоко**

Зачем самцам джейрана огромный зоб? Очевидно, увеличенные размеры гортани и голосовых связок делают его голос низким и глубоким, который привлекает самок и отпугивает соперников. Эта гипотеза помогает лучше понять, зачем взрослым мужчинам кадык.

54 Пухальский А.Л.
Ганс, Тур и современная наука**Заметки и наблюдения****59 Колбин В.А.**
Дроздовые: известные и неизвестные**Вести из экспедиций****64 Коношенко Г.Ф.**
«Была бы прочна палатка...»
Ко дню геолога**Апрельский факультатив****68 Расцветаева Р.К.**
Нанократия, или 20 лет спустя
К 120-летию со дня рождения академика Н.В.Белова**«Употреблять вместе с деревом»**
Из научных трактатов (77)**78 Жебрак Э.А., Солнцева М.П.**
Борьба за создание Института цитологии и генетики в 1940-х годах**Рецензии****87 Казанцева А.А.**
Внутривидовая коммуникация: от суслика до человека
(на кн.: С.А.Бурлак. Происхождение языка: факты, исследования, гипотезы)**Журавлев А.Ю.**
Медлить с профилактикой нельзя
(на кн.: Дж.Смит. Псевдонаука и паранормальные явления: критический взгляд) (89)**90 Новые книги****91 Валькова О.А.**
Премия ее памяти
К биографии Е.К.Фреймут-Кандинской

CONTENTS:

- 3 Dzhamalov R.G., Khasiev R.S.**
Current Problems of the Water Triangle: Russia–China–Kazakhstan
Rivers runoff from Chinese territory enters our country from Kazakhstan, through river basins of Irtysh and Ili. But PRC vigorously rejects Russian participation in three-parties discussions of these problems. Finding solutions to water problems arising between Russia and Kazakhstan also is not an easy task.

- 11 Budnev N.M.**
Baikal's Optics
Hydrophysical and hydrobiological processes in Baikal are remarkable by space and time variability. Baikal neutrino telescope allows long-time monitoring of optical properties of the lake waters.

- 23 Tzetlin V.I., Kasheverov I.E.**
Nicotine and its Receptors: On Harmful and Useful
Now it is well known that all effects of nicotine are realized using its receptors which in their turn regulate important processes of the higher neural activity. Knowledge about structure of these interacting partners allows to construct models needed for search of new drugs.

- 31 Naugolnykh S.V.**
How one Niche Supported Two Genera
In the Perm and Triassic periods in near-Urals region there were members of the pair genera of Gymnospermae which differed by several important traits. Their study suggests a special form of idioadaptation.

- 39 Chetverikova A.V.**
Which Water Do Inhabitants of Russian South Drink?
Ground waters are the main source of drinkable water in Russia. During last several decades the problem of their contamination became very acute. Many substances containing in water are harmful for human health. So what makes the water from the most abundant artesian basins of our country dangerous?

- 44 Volodin I.A., Volodina E.V., Fry R., Soldatova N.V., Yuldashev E.T.**
Gazelle and Adam's Apple
What for male Middle Asian gazelles have huge foreheads? May be, enlarged larynxes and vocal chords make their voices low and deep, helping them attract cows and repeal rivals. This hypothesis elucidates why adult men need Adam's apples.

- 54 Pukhalsky A.L.**
Hans, Thor and Modern Science

Notes and Observations

- 59 Kolbin V.A.**
Turdidae: Known and Unknown

Notes from Expeditions

- 64 Konushenko G.F.**
«Let Tent Be Strong...»
 To Day of Geologist

April Lectures

- 68 Rastzvetaeva R.K.**
Nanocracy, or 20 Years Later
 To 120th Anniversary of Academician N.V.Belov

- To Consume with Wood**
 From scientific treaties (77)

- 78 Zhebrak E.A., Solntzeva M.P.**
Struggle to Create Institute of Cytology and Genetics in 1940s

Book Reviews

- 87 Kazantseva A.A.**
Inter-species Communication: From Marmot to Humans
 (on a book: S.A.Burlak. Origin of Language: Facts, Studies, Hypotheses)

- Zhuravlev A.Yu.**
It Is Impossible to Delay with Prophylactic (on a book: John Smith. Pseudoscience and Paranormal Activity: A Critical View) (89)

- 90** **New Books**

- 91 Valkova O.A.**
Prize Named after Her
 E.K.Freimut-Kandinskaya: Notes for Biography

Современные проблемы водного треугольника: Россия—Китай—Казахстан

Р.Г.Джамалов, Р.С.Хасиев

Взаимоотношения России, Китая и Казахстана по проблемам трансграничных водных ресурсов имеют давнюю историю. Речной сток с территории Китая поступает в азиатскую часть бывшего СССР через Казахстан, в основном по бассейнам рек Иртыш и Или. Но во времена существования Советского Союза эти отношения строились между двумя государствами — СССР и Китаем.

С тех пор в геополитическом пространстве Центральной Азии изменилось многое, неизменным осталось местоположение бассейнов самих трансграничных рек. Они пересекают границы новых государств и связывают своими водами их государственные интересы. Для правительств прибрежных государств в большинстве регионов мира продолжают действовать основные правила водопользования и вододеления в трансграничных водных бассейнах. К их числу относятся: «Правила пользования водами международных рек», получившие название Хельсинкских правил; Конвенция ООН о несудоходном использовании международных водотоков (1997) и Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (Хельсинкская водная конвенция ЕЭК ООН 1992 г.).

© Джамалов Р.Г., Хасиев Р.С., 2012



Роальд Гамидович Джамалов, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий лабораторией Института водных проблем РАН. Область научных интересов — формирование подземного стока и ресурсов подземных вод, морская гидрогеология. Лауреат премии им.Ф.П.Саваренского (2001). Заслуженный деятель науки РФ (2008).



Роман Сергеевич Хасиев, менеджер Центра карьеры МГИМО(У) МИД РФ. Область научных интересов — международные водные отношения, водопользование.

Хельсинкские правила регулируют режим использования и охраны вод «международного водосборного бассейна» и содержат руководящие принципы, определяющие взаимные права и обязанности государств, на территории которых находятся части такого бассейна. Основопологающая норма правового режима трансграничных вод — принцип «разумного и справедливого использования», согласно которому

каждое государство бассейна имеет право в пределах своей территории на разумную и справедливую долю в получении выгод от пользования данных вод.

Факт принадлежности России, Казахстана и Китая к единому трансграничному водному бассейну Иртыша требует участия как минимум трех сторон в переговорах по урегулированию отношений между прибрежными государствами.

Иртыш на троих

Длина Иртыша ~4370 км: на территории Китая — 525 км, Казахстана — 1835 км и России — 2010 км. Площадь бассейна 1643 тыс. км². Истоки его находятся на границе Монголии и Китая, из которого река под названием Черный Иртыш течет в Казахстан и впадает в проточное озеро Зайсан. Пройдя через водохранилища Бухтарминской, Усть-Каменогорской и Шульбинской ГЭС, Иртыш впадает в Обь в районе Ханты-Мансийска [1].

Иртыш и Или — главные источники пресной воды для Казахстана. Они играют важную роль в экономике республики и вместе с каналом Иртыш—Караганда обеспечивают питьевой водой г.Астану. На территории Китая формируется в среднем около 9.0 км³/год стока Иртыша. В настоящее время Китай забирает воду в объеме 1.0—1.5 км³/год, в перспективе запланировано увеличение до 4.0—5.0 км³/год [1]. В этом случае находящиеся в среднем течении



Трансграничный бассейн Иртыша.

реки Бухтарминское и Шульбинское водохранилища могут остаться без воды. Сложная ситуация складывается и в низовьях Иртыша (российская часть), где уменьшение стока уже породило проблемы для судоходства.

Правительство КНР заявило о масштабном освоении Западного Китая, в рамках которого завершилось строительство канала Черный Иртыш — Карамай. По каналу часть вод из верховьев Иртыша перебрасывается в рай-



Крутые берега Иртыша.

Фото М.Денисова

он нефтяного месторождения близ г.Карамай. Одновременно планируется увеличение забора воды для нужд сельского хозяйства и в верхнем течении р.Или.

Планы Китая вызывают постоянную озабоченность Казахстана и России. Согласно оценкам специалистов, реализация этих проектов приведет к экологической катастрофе в Восточном и Центральном Казахстане и к дефициту пресной воды в Омской обл. России. Однако КНР категорически против участия России в трехсторонних переговорах по бассейну Иртыша, следуя принципиальному правилу своей водной дипломатии, по которому прямые двусторонние переговоры проводятся только с пограничными государствами. Иртыш же попадает в Россию через территорию Казахстана. Несмотря на справедливые предложения российской стороны и усилия казахского правительства, до сих пор никак не удается договориться о трехстороннем сотрудничестве по проблемам Иртыша. Рассмотрим подробнее сложившиеся отношения между странами трансграничного водного треугольника.

Москва—Пекин

Китайская сторона признает необходимость ведения с Россией переговоров по трансграничному бассейну Амура. В области водных проблем на сегодняшний день имеется только один подписанный документ с Китаем — Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Китайской Народной Республики о рациональном использовании и охране трансграничных вод. Это рамочный документ без какой-либо конкретики. В нем не указываются водные объекты, признающиеся трансграничными. Но даже такой документ считается дипломатическим успехом, если помнить, сколько лет Китай вообще отказывался что-



Иртыш отступил.

Фото М.Денисова

либо подписывать с Россией по вопросам водных отношений.

Амур — великая дальневосточная река, одна из крупнейших на планете. Его бассейн охватывает свыше 1.8 млн км² российской, китайской и монгольской земли. Здесь проживают около 30 разных народов и этнических групп. Его водно-болотные угодья — ценнейшие природные комплексы с местами воспроизводства рыбных стад и путями миграции миллионов птиц. Здесь произрастает более 5 тыс. видов растений, обитает около 400 видов пернатых, более 70 видов млекопитающих, свыше 130 видов пресноводных рыб.

В тексте проекта Федерального закона «О рациональном природопользовании в бассейне р.Амур», представленном на рассмотрение 30 сентября 2008 г. депутатом Законодательной думы Хабаровского края И.М.Федоровым, говорится: «За прошлое столетие численность населения в бассейне реки увеличилась в десятки раз и составляет более 100 млн человек, при этом многократно возросло воздействие человека на природные экосистемы. За послед-

ние десятилетия утеряны миллионы гектаров водно-болотных угодий. Катастрофически сократились запасы рыбных ресурсов. Значительно нарушен гидрологический режим реки...» [2].

Российская часть амурского бассейна охватывает 54% его площади, население составляет около 5% (5 млн человек) числа всех живущих на данной территории. Три китайских провинции (Хэйлунцзян, Цзилинь, Внутренняя Монголия) занимают 44% территории с населением 95% (более 100 млн человек) [2].

Современное экологическое состояние амурского бассейна близко к критическому. Высокая уязвимость и слабая естественная регенерация водных и водно-болотных экосистем Амура, несбалансированное природопользование превосходят экологические возможности реки к самовосстановлению. Амур — одна из наиболее загрязненных рек России. За последние 15 лет класс качества его воды изменялся от «умеренно грязной» до «очень грязной». Велико влияние на состояние воды в реке трансграничного переноса загрязняющих веществ р.Сунгари, водосбор которой целиком на-

ходится на территории КНР. По оценкам российских ученых, вклад Сунгари в Амур составляет 30%, а доля поступающих загрязнений — более 90% [2]. При высоких темпах промышленного освоения Китаем приграничных территорий происходит интенсивное загрязнение бассейна Амура неочищенными сточными водами, осушаются и распахиваются болота, уничтожаются леса по берегам рек, загрязняется почва.

Не менее остро стоит вопрос качества воды в р.Аргунь — единственном источнике питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения населения в ряде приграничных районов Читинской обл. Воды Аргуни, поступающие в Россию с территории Китая, оцениваются как «грязные и очень грязные». Они отличаются самым низким качеством на территории области, особенно в зимний период.

Проведенные научные исследования показали, что токсичные вещества мигрируют, оседают на дне амурского бассейна, аккумулируются рыбой, трансформируются до токсичных продуктов и выносятся в прибрежные морские акватории, представляя собой угрозу для экосистем Японского и Охотского морей.

Проблема согласованности действий в освоении водных ресурсов российско-китайских трансграничных водных объектов на межгосударственном уровне по-прежнему остается самой неурегулированной.

Прошли три заседания Совместной Российско-Китайской комиссии, в состав которой с российской стороны входят представители Министерства природных ресурсов России, Росводресурсов, Росгидромета, МИД России, органов исполнительной власти Забайкальского и Хабаровского краев, научных организаций. Их работа положила начало некоторым согласованным действиям государств по вопросам водохозяйственной деятельности, исполь-

зования и охраны водных объектов в бассейне трансграничных вод Амура.

На своих заседаниях комиссия рассматривала: оптимизацию структуры двустороннего сотрудничества в области рационального использования и охраны трансграничных вод; совместный мониторинг качества вод; обмен гидрологическими данными по Амуру (Хэйлунцзяну) и информацией по сети станций гидрологического мониторинга; структуру оповещения об опасных гидрологических явлениях и совместных научных исследований в данной сфере; предоставление информации об осуществляемых и планируемых водохозяйственных мероприятиях, способных привести к значительному трансграничному воздействию [3].

Последний пункт вызывает наибольшие вопросы и трудности в работе комиссии. Механизм обмена подобной информацией и критерии принадлежности водохозяйственных мероприятий к «оказывающим значительное трансграничное воздействие» остаются неразработанными.

Первые попытки получить от китайской стороны официальную информацию о водохозяйственных проектах, реализуемых в бассейне Амура, оказались неудачными. В частности, речь идет о проекте переброски части стока р.Хайлар (верховья р.Аргунь) в оз.Далай, проводимой в префектуре Хулунбей, на границе с Забайкальским краем России. Для его осуществления практически закончено строительство канала для переброски вод р.Хайлар, что приведет к снижению водности р.Аргунь, особенно в верхнем и среднем ее течении, и негативно скажется на состоянии экосистемы бассейна в целом.

Вопрос о предоставлении китайской стороной информации, которая позволит оценить влияние переброски вод на российскую часть бассейна Аргуни, дважды поднимался на заседа-

ниях Совместной комиссии. В декабре 2009 г. КНР предоставила некую информацию, но Россия сочла ее недостаточной для однозначных выводов о последствиях реализации данного проекта. Предложения об организации совместных инспекций в места проведения работ на пограничных реках, сделанные российской стороной на очередном, третьем, заседании комиссии в июне 2010 г., не нашли поддержки со стороны представителей Китая [3].

Стоит заметить, что КНР не присоединилась ни к одной из действующих международных конвенций по вопросам регулирования трансграничных водных отношений и не считает себя обязанным их исполнять.

Астана—Пекин

Сегодняшние водные отношения между Китаем и Казахстаном строятся на основании подписанного в результате совместных усилий соглашения между правительствами двух стран «О сотрудничестве в сфере использования и охраны трансграничных рек» (12 сентября 2001 г., Астана).

Во исполнение этого соглашения было принято несколько важных документов: «Об экстренном уведомлении сторон о стихийных бедствиях на трансграничных реках» (4 июля 2005 г., Астана); «О развитии научно-исследовательского сотрудничества на трансграничных реках» (20 декабря 2006 г., Пекин) и «О взаимном обмене гидрологической и гидрохимической информацией (данными) пограничных гидропостов основных трансграничных рек» (20 декабря 2006 г., Пекин).

Тем не менее, несмотря на достигнутые договоренности при ведении двусторонних переговоров по Иртышу, вопросы контроля качества вод, предупреждения загрязнения рек, а главное, принципа вододелиния остались камнем преткновения.

Республика Казахстан расположена в зоне континентального климата, характеризующегося холодной сухой зимой и жарким засушливым летом. Большая часть осадков (75–80%) выпадает в зимние месяцы. Их неравномерное территориальное и временное распределение усугубляется чрезвычайно высоким уровнем испарения и приводит к значительной нехватке пресной воды, особенно в летний период [4, 5].

Вместе с тем удельная водообеспеченность Казахстана составляет 37 тыс. м³ на 1 км² и более 7 тыс. м³ на человека в год. Для сравнения: водообеспеченность человека в Китае составляет 2.2 тыс. м³, в Индии — 1.75 тыс. м³, в Пакистане — 1.4 тыс. м³. Приведенные данные свидетельствуют о том, что Казахстан не относится к наиболее водodefицитным странам Евразии [5]. Однако по распределению водных ресурсов в Центрально-Азиатском регионе Казахстан, пожалуй, занимает наименее выгодное географическое положение. Значительная часть его запасов воды формируется на территории соседних государств, что означает высокую зависимость страны от трансграничных водных потоков. Объем водных ресурсов Казахстана в средний (по водности) год оценивается в 100.5 км³. Из них почти половина (44 км³) поступает из сопредельных государств: из Китая — 18.9 км³, Узбекистана — 14.6 км³, России — 7.5 км³, Киргизии — 3.0 км³ [6, 7]. По заявлениям официальных лиц Казахстана, водообеспечение страны — бесспорный приоритет внутренней и внешней политики.

Казахстан сегодня — одно из наиболее динамично и успешно развивающихся государств на постсоветском пространстве. Одной из главных задач, вынесенных на повестку дня президентом Н.Назарбаевым, стала активная модернизация страны в новом тысячелетии. По оценкам правительства, удачное ее

проведение позволит Казахстану войти в список 50 наиболее развитых стран мира [4, 6, 8]. Однако дальнейшее развитие республики без эффективного решения проблемы водного дефицита представляется затруднительным. Важно отметить, что внимание обращено как на внутреннюю политику более эффективного использования водных ресурсов, так и на водную дипломатию, под которой подразумеваются ведение переговоров и разрешение разногласий с соседними государствами.

В вопросах водопользования отношения между центральноазиатскими республиками характеризуются высокой степенью взаимозависимости и переплетения государственных интересов. В советские времена существовал механизм регулирования водопользования и эффективного вододелия в регионе. После же 1991 г. общих интересов у новопроевзглашенных республик стало заметно меньше, и начал развиваться дефицит воды в условиях засушливого климата.

Вот уже 20 лет государства не могут прийти к согласованной политике рационального совместного использования вод [9]. Остаются нерешенными противоречия стран верхнего и нижнего течения среднеазиатских рек. Поскольку Казахстан претендует на роль экономического и политического лидера региона, правительство республики и лично президент Назарбаев выступают главными инициаторами переговоров по вопросам вододелия в регионе. В значительной степени это определено тем, что экономика страны зависит от режима работы ГЭС стран верхнего течения трансграничных рек. Несмотря на различие национальных интересов и затягивание решения многих водных проблем правительствами соседних республик, в конце 2010 г. пять государств региона подошли вплотную к подписанию взаимовыгодного соглашения о режимах транс-

граничных водных объектов (в значительной мере благодаря заслугам водной дипломатии Казахстана). Его окончательное утверждение и реализация представляются вопросом ближайшего времени.

Намного сложнее для Казахстана оказалось разрешить споры с КНР, особенно обострившиеся на рубеже веков и связанные с ускоренным освоением Китаем трансграничных рек. Водные противоречия двух стран существуют на фоне развивающихся экономической кооперации и сотрудничества в политической сфере. Как и в других регионах, сложность ведения переговоров с Китаем главным образом заключается в его геополитическом доминировании в Азиатском регионе и в его принципиальной позиции — обсуждать вопросы трансграничного водного регулирования исключительно на двусторонней основе.

Региональные последствия водной политики

Для Казахстана и Китая более 20 рек трансграничны. Однако именно Иртыш и Или наиболее полноводны и, соответственно, важны для экономики. В последние несколько лет Китай заметно увеличил объемы водозабора из обеих рек, что, по заявлениям официальных лиц Казахстана, уже сегодня сказалось на сельском хозяйстве, промышленности и жизни населения восточных регионов страны.

Активизация гидротехнического использования Иртыша и Или на китайской территории — прямое следствие реализации утвержденной правительством программы освоения западных регионов страны. Проблеме нехватки воды в северной части Китая планируется решить путем переброски части вод р. Янцзы. Но в рамках этого проекта не предполагается перенаправить дополнительный сток в западные районы. Проблему



Плотина и отводной канал Иртыш—Карамай (аэрофотоснимок).

водного дефицита в Синьцзян-Уйгурском автономном районе (СУАР) китайские власти намерены решить за счет использования трансграничных с Казахстаном рек.

Правительство Китая возлагает большие надежды на развитие СУАР, особенно в области сельского хозяйства. Расшире-

ние возделываемых в регионе земель поможет удовлетворить растущие потребности населения страны в продовольствии и поддержать на высоком уровне положительное сальдо торгового баланса страны. Району Синьцзян отводится роль главного производителя хлопка — культуры, требующей большого

количества воды для орошения. Уже сегодня половина возделываемых земель СУАР занята хлопчатником [10]. Кроме того, здесь в ближайшие несколько лет предполагается удвоить объемы выращивания пшеницы. Тем самым планируется создать крупную базу торгового зерна (до 5 млн т в год) в так называемом бассейне «трех Х» — рек Хуанхэ, Хуайхэ и Хайхэ [11]. Для осуществления этих планов Китаю понадобятся дополнительные объемы пресной воды, которые он может получить, увеличив водозабор из Иртыша и Или.

В СУАР также предполагается начать разработки месторождений углеводородов, запасы которых на северо-востоке страны стремительно уменьшаются. По оценкам экспертов, Синьцзян (с запасами нефти и газа до одной четверти от всех национальных) в скором времени может стать основой топливно-энергетического комплекса страны, удовлетворяя одну пятую часть совокупной потребности государства в энергии. В регионе планируется и развитие



Воды много не бывает — китайская мудрость. Плотина в Карамае.

гидроэнергетики, горнодобывающей и обрабатывающей промышленности, что будет способствовать общему подъему экономики западных территорий страны.

Из вышесказанного следует, что намеченные проекты, реализуемые в Синьцзяне, отвечают как минимум трем национальным приоритетам КНР: освоению западных территорий и усилению их интеграции в экономику страны, продовольственной и энергетической безопасности. Это жизненно важные интересы Китая, и он ими, вероятнее всего, не поступится.

Как уже отмечалось, для проведения столь важных национальных проектов власти Китая приняли решение перенаправить часть стока рек Черный Иртыш и Или. В 1997 г. началось и в 1999 г. завершилось строительство канала Иртыш—Карамай длиной около 300 км [10, 11]. Вода забирается из Черного Иртыша и перебрасывается в один из центров нефтедобычи, г. Карамай, также она используется для увеличения площади орошаемых земель до 140 тыс. га.

По данным председателя Независимой ассоциации водопользователей Казахстана Ж.Рамазанова, Китай планирует увеличить изъятие стока Черного Иртыша почти в пять раз (с нынешних 1—1.2 до 4.6 км³ в год). И это при том, что в границах республики формируется всего 9.6 км³ воды [1]. После строительства около Карамая крупного водохранилища забор воды из Иртыша начал расти гигантскими темпами и достиг 68 м³/сек. В октябре 2004 г. посол Китая в Казахстане подтвердил намерения своей страны увеличить со временем водозабор из Иртыша до 40% его годового стока. Он признал значимость этого проекта чрезвычайно важным для китайской стороны [12, 13]. Естественно, такие смелые проекты не могут не вызывать озабоченности Казахстана и России.



Печальная перспектива оз.Балхаш.

Негативное влияние китайской водной стратегии на Иртыш и Или имеет более серьезные отдаленные экологические последствия, связанные с падением стока рек. Согласно экспертным оценкам, за последние 30 лет сток Иртыша на границе Китая и Казахстана уменьшился почти в три раза, а сток Или — с 17.8 до 12.7 км³ в год [1]. Дальнейшее сокращение стока Иртыша будет означать постепенную деградацию и разрушение всей экосистемы региона. Если ситуация вокруг Иртыша продолжит ухудшаться, то проточное озеро Зайсан, для которого Иртыш — главный источник воды, может просто пересохнуть.

Сокращение стока р.Или приведет к еще более катастрофичным последствиям не только для Казахстана, но и для всего региона, поскольку эта река питает оз.Балхаш — главный водный объект региона, регулирующий баланс всей его экосистемы. Состояние Балхаша значительно ухудшилось еще в 70-е годы прошлого века в результате строительства Капчагайской ГЭС. Сегодня в результате снижения питания происходит его иссушение, а загрязнение постоянно увеличивает соленость

воды, что негативно сказывается на здоровье жителей прибрежных территорий и приводит к вымиранию многих видов рыб. Специалисты не сомневаются, что если Казахстан, Киргизия и Китай не предпримут совместные усилия по сохранению Балхаша, озеро может превратиться во «второй Арал» [14].

В России тем временем говорят об откровенном игнорировании ее национальных интересов. Специалисты профильных федеральных ведомств зафиксировали многократные нарушения Соглашения о рациональном использовании и охране трансграничных вод, заключенного в 2008 г. правительствами Китая и РФ. Китайская сторона без уведомления российских партнеров приступила к строительству нового ирригационного канала Хайлар—Далайнор, который будет дополнительно забирать из Иртыша не менее 1 км³ воды в год [1].

Россия справедливо считает, что ввод канала в эксплуатацию поставит в непростое положение территорию Омской обл., где уже начались процессы опустынивания и исчезновения многих видов флоры и фауны, даже в заповедниках. Омские об-

ластные власти вынуждены начать строительство нового водохранилища объемом 1.25 км³. На этот проект в январе 2011 г. получено положительное заключение Росэкспертизы. Свое возмущение ситуацией выразил Международный фонд защиты дикой природы, и российские власти немедленно направили китайской стороне официальную ноту, в которой обозначили глубокую озабоченность подобным развитием событий [1].

Важно обратить внимание на двусторонние российско-казахстанские аспекты водных проблем. Лишь треть стока Иртыша в районе его пересечения казахстанско-российской границы формируется на китайской стороне, остальные две трети — на территории Казахстана. Отсюда

следует полагать, что основной виновник обмеления и загрязнения вод Иртыша на границе с Россией — все же Казахстан. Он в свою очередь оправдывается тем, что сегодняшнюю проблему унаследовал от бывшего СССР и изменить ее не может.

Казахстан проявляет постоянное и настойчивое желание вовлечь Россию в переговорный процесс с Китаем. Стремление привлечь к переговорам все страны трансграничного водного бассейна не только прогрессивно по своему замыслу, но и объективно оправдано. Государства Европы на практике доказали, что решения, взаимоприемлемые для всех бассейновых стран, могут быть найдены [9]. Их опыт показывает, что секрет успеха кроется в рассмотре-

нии бассейна реки как единой экосистемы. В этом отношении усилия Казахстана заслуживают одобрения. Однако намерения усилить свои переговорные позиции за счет нового союзника не способствуют атмосфере доверия со стороны Китая.

Следует более определенно поддержать Казахстан в его инициативах, направленных на разработку и принятие международных правил водопользования и водodelения трансграничных вод для руководства всеми пограничными государствами, в том числе Россией, Китаем и Казахстаном. Только так можно бесконфликтно и справедливо разрешить трансграничный узел водных отношений в треугольнике Россия—Казахстан—Китай. ■

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 11-05-00467) и НОЦ (госконтракт 02.740.11.0336).

Литература

1. Рыбеков Ю.Х. Бассейн реки Иртыш (Китай, Казахстан, Россия) // Трансграничное сотрудничество на международных реках: проблемы, опыт, уроки, прогнозы экспертов. Научно-информационный центр МКВК, 2009 (http://www.cawater-info.net/bk/water_law/8_3.htm).
2. Федоров И.М. О проекте Федерального Закона «О рациональном природопользовании в бассейне реки Амур». Выступление на третьем дальневосточном международном экономическом форуме. Хабаровск 30 сентября — 1 октября 2008. Хабаровск, 2008.
3. Айраксинен Е.Ю. Проблемы безопасности водохозяйственного комплекса в условиях трансграничных водных объектов (на примере бассейна р. Амур).
4. Рябцев А.Д. Угрозы водной безопасности в Республике Казахстан в трансграничном контексте и возможные пути их устранения // Доклад председателя Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан. Астана, март 2008 г.
5. AQUASTAT, FAO's Information System on Water and Agriculture, Kazakhstan profile (<http://www.fao.org/nr/water/aquastat>).
6. Рябцев А.Д. Доклад Республики Казахстан, вода и цели тысячелетия. 5-й Всемирный водный форум, Стамбул, 2009г.
7. Жоламанова Г. Роль ШОС в урегулировании трансграничных рек между Казахстаном и Китаем. // Analytic. 2007. №1 (<http://www.analitika.org/article.php?story=20070101014924439>).
8. Сарсенбаева Г.Б. Национальное водное право Казахстана и его увязка с международным правом. // Analytika. 2007. №4 (<http://www.analitika.org/article.php?story=20070401014924439>).
9. Джамалов Р.Г., Хасиев Р.С. Современная водная дипломатия // Природа. 2011. №9. С.44—51.
10. Peyrouse S. Flowing downstream: the Sino-Kazakh water dispute // China Brief. 2007. V.7. №10.
11. Тиморшина А.М. Международное сотрудничество КНР и Республики Казахстан (1992—2002 гг.). 23 ноября 2003 г. (<http://www.humanities.edu.ru/db/msg/38687>).
12. Верхотуров Д. Борьба за Иртыш. Казахстан ищет союзников // Агентство политических новостей. 20 ноября 2009 (<http://www.apn.ru/publications/article22153.htm>).
13. Yermukanov M. Kazakhstan leads water and energy resources management drives in Central Asia. // Eurasia Daily Monitor. 2005. V.2. №127.
14. Hancock M. The future of Balkhash (<http://indiana.academia.edu/MichaelHancock/Papers>).

Оптика Байкала

Н.М.Буднев

Для Байкала характерна высокая естественная изменчивость в пространстве и времени многих гидрофизических и гидробиологических процессов. Поэтому для получения минимально представительных, статистически обеспеченных данных, например о численности различных видов фитозоопланктона, необходимо производить отбор проб и полный их анализ не реже, чем один раз в два-три дня в разных местах и на разных глубинах. Такую задачу решить практически невозможно. В этой ситуации большое значение приобретает получение знаний о динамике и взаимном влиянии биогеохимических, гидрофизических, атмосферных и других природных процессов дистанционными физическими методами. Помимо обычных для водоемов оптических и акустических методов долговременного мониторинга, у Байкала есть особый арсенал — экспериментальных и гидродинамических процессов в районе активного разлома в глубоководной части озера ведутся в рамках нейтринного проекта. В развитие изложенного в недавней статье [1] рассмотрим «оптический» аспект использования Байкальского нейтринного телескопа.

Загадочное свечение

Одна из характеристик, которая, вероятно, годится как природная метка для изучения проис-



Николай Михайлович Буднев, доктор физико-математических наук директор Научно-исследовательского института прикладной физики Иркутского государственного университета. Область научных интересов — физика высоких энергий, физика космических лучей, нейтринная астрофизика, науки о Земле.

ходящих в Байкале процессов, причем не только гидрофизических, но и биогеохимических, — свечение водной среды озера. Оно было открыто в ходе создания Байкальского нейтринного телескопа при исследовании фоновых условий на больших глубинах. Первоначальная цель изучения структуры светового поля в воде состояла в том, чтобы определить, до каких глубин озера проникает солнечный свет, где можно размещать оптические детекторы для регистрации черенковского излучения релятивистских заряженных частиц, рождающихся при взаимодействии нейтрино высоких энергий со средой. Оказалось, что на глубинах больше 500 м плотность потока фотонов от Солнца в Байкале становится меньше, чем 100 фотонов/(см²·с). Однако полной темноты мы не нашли нигде: выяснилось, что на всех глубинах существует дополнительный свет [2], источники которого находятся в толще байкальской воды. Это свечение водной среды

уменьшается с глубиной, но медленнее, чем солнечное излучение, так что его вклад в световое поле озера становится главным с глубин порядка 400—450 м днем и 100—120 м в безлунные ночи. Плотность потока фотонов E_p на глубине 1000 м, как правило, составляет несколько сотен фотонов на квадратный сантиметр в секунду, что по порядку величины близко к вкладу в E_p в океане от свечения продуктов распада K^{40} (рис. 1).

Хотя теперь понятно, что факт свечения водной среды в Байкале на таком уровне совершенно естествен, его обнаружение было неожиданным. Дело в том, что, в отличие от соленых морских и океанских вод, где в изобилии обитают светящиеся рыбы, ракообразные, бактерии и т.д. [3], в пресных водоемах способные к биолюминесценции организмы до сих пор не найдены. А радиоактивных элементов, продукты распада которых могли бы излучать черенковский свет, в байкальской воде очень мало.

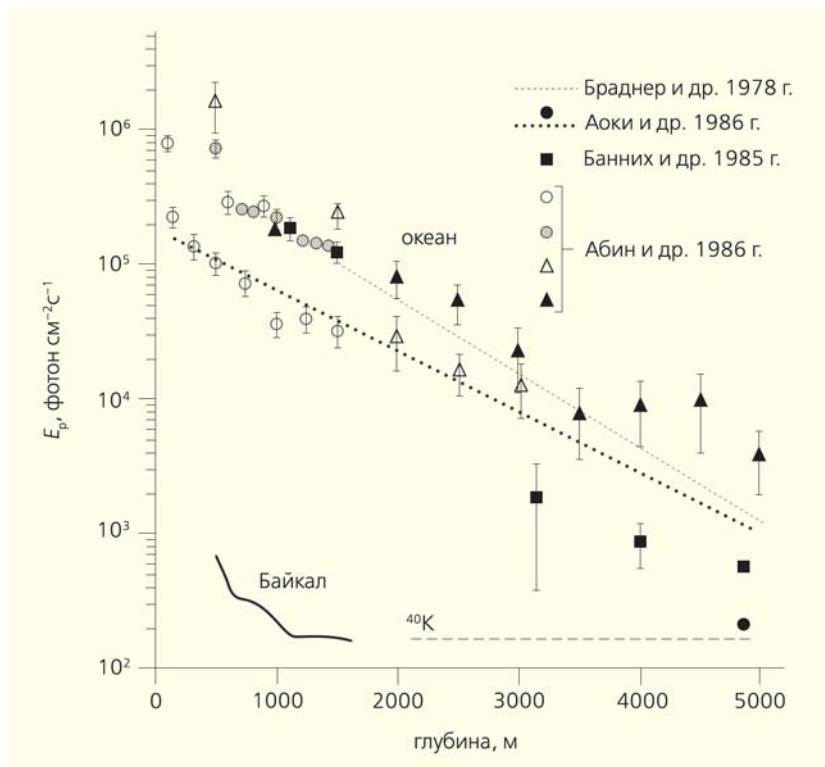


Рис.1 Зависимость плотности потока фотонов E_p в оз.Байкал от глубины в сравнении с этой величиной в океане.

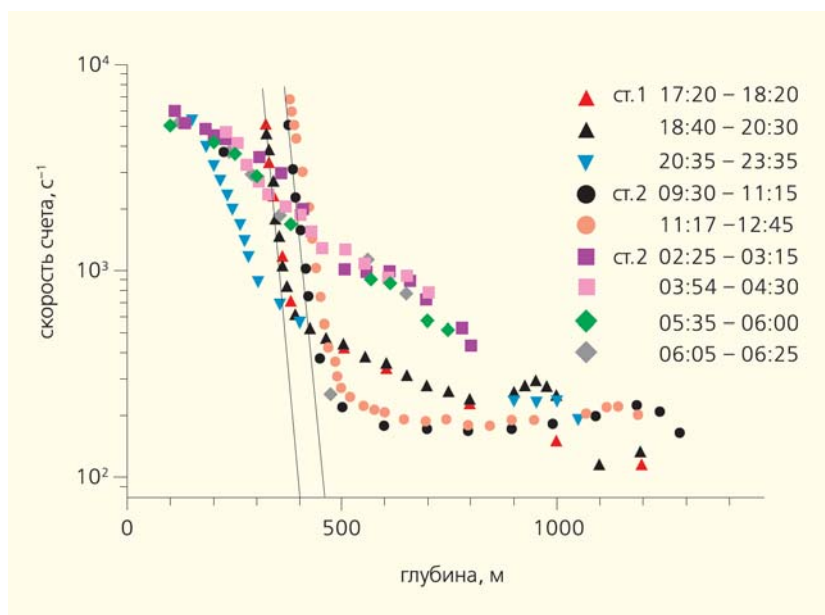


Рис.2. Зависимость скорости счета однофотозлектронных импульсов ФЭУ-130 I_p от глубины погружений для трех станций в южном Байкале: 1 — середина разреза Маритуй—Солзан, 4 августа 1983 г.; 2 — середина разреза Листвянка—Танхой, 5 августа 1983 г.; 3 — три мили от мыса Красный Яр, 7 августа 1983 г. Сплошные линии — вклад солнечного света. Статистические ошибки измерений меньше размеров символов. Плотность потока фотонов может быть вычислена из этих данных по формуле E_p (фотон/см²·с) = (3.5±1.0) I_p .

Первые целенаправленные исследования свечения были выполнены с помощью специально разработанного батифотометра — прибора на основе фотозлектронного умножителя ФЭУ-130, работающего в режиме счета фотонов и снабженного управляемым штормным затвором и кассетой сменных светофильтров [4]. Управляемый электромагнитом затвор позволяет надежно выделить свечение внешней среды на фоне темнового тока ФЭУ, свечения иллюминатора и светофильтров, благодаря чему удается измерять сверхслабые световые потоки на уровне чувствительности порядка 1 фотон/(см²·с) и проводить абсолютную калибровку прибора. Уже первые измерения с помощью этого батифотометра выявили достаточно сложную картину пространственно-временной зависимости глубинного хода светового поля на озере Байкал.

На рис.2 для примера представлена глубинная зависимость скорости счета импульсов ФЭУ I_p по данным измерений, выполненных в первой декаде августа 1983 г. с борта научно-исследовательского судна «Г.Ю.Верещагин» на двух дрейфовых и одной якорной стоянках в Южном Байкале. Из рисунка видно, что в некоторых интервалах глубин свечение уменьшается с глубиной почти по экспоненциальному закону, однако есть области, где ход кривой выполаживается, показатель экспоненты меняется и даже могут наблюдаться локальные максимумы. Важно отметить, что в таких областях часто наблюдаются существенные вариации свечения за время в несколько часов. Еще ярче последнее обстоятельство прослеживается в результатах измерений, проведенных со льда в районе размещения НТ200 (рис.3). В диапазоне глубин H от 300 до 900 м данные о свечении хорошо аппроксимируются экспонентой $I_p(H) = I_p(0)\exp(-H/H_0)$, $H_0 = 320$ м, а на глубинах 1000—

1200 м, как правило, уровень свечения существенно варьирует, при том что по данным о температуре [1] это самая стабильная область.

Источник обнаружен!

Из первоначальной узкоспециальной задачи определения фоновых условий для работы оптических черенковских детекторов исследование свечения и возможностей использования этого явления для тех или иных практических целей переросло в самостоятельную задачу. Как показали дальнейшие работы [5], свечение байкальской воды в основном определяется хемилюминесценцией, возникающей при окислении активных органических радикалов, которые содержатся в неживой мелкой органической взвеси (характерный размер светящейся взвеси ~1 мкм), а также находящихся в растворенном состоянии органических веществ. Были установлены и многие другие свойства свечения байкальской воды, в частности: оно носит преимущественно однофотонный, не вспышечный характер; не стимулируется умеренным механическим возмущением воды; не зависит от давления; пропорционально содержанию кислорода. При разбавлении байкальской воды дистиллятом свечение уменьшается пропорционально степени разбавления. Для выделенной порции водной среды оно затухает по экспоненциальному закону с постоянной времени 10–30 сут.

С учетом этих и других свойств свечения было высказано предположение [5], что способные светиться вещества производятся главным образом в верхнем слое озера, где есть солнечный свет и наиболее активны гидробиологические процессы синтеза. Отмерший фитозоопланктон постепенно переносится по всей водной толще водными потоками за счет турбулентных процессов и оседа-

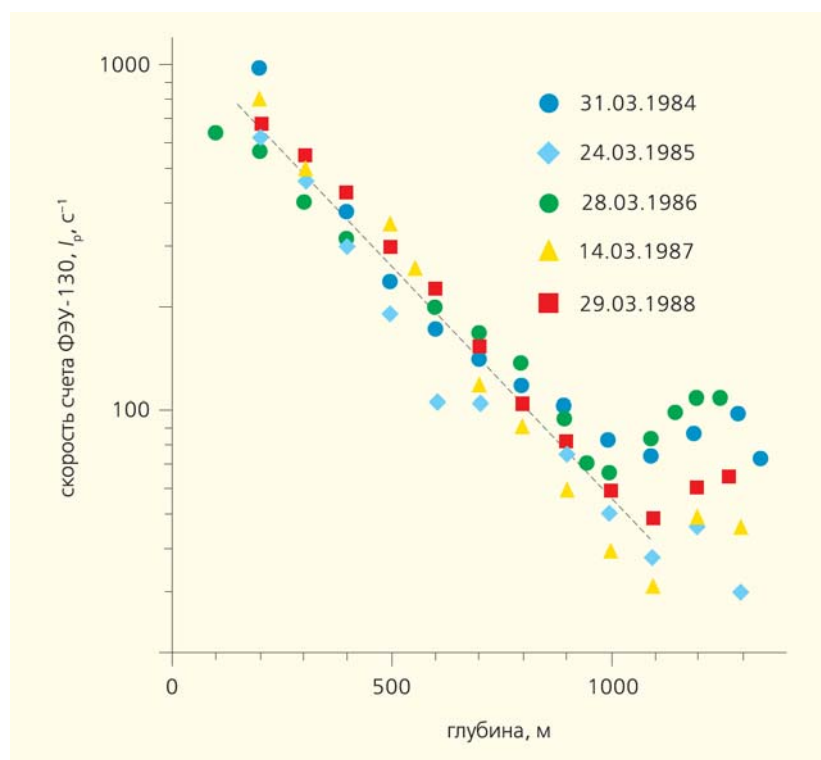


Рис.3. Результаты измерений светового поля в районе развертывания НТ200. Прямая линия — результат аппроксимации данных $I_p(H) = I_p(0)\exp(-H/H_0)$, $H_0 = 320$ м.

ния, утрачивая со временем способность светиться. Если источники света генерируются в приповерхностном слое озера с постоянной скоростью и переносятся вглубь с постоянной эффективной скоростью $v_{эфф}$, теряя способность светиться с постоянной времени τ , должно наблюдаться экспоненциальное уменьшение свечения с глубиной $E_p(H) = E_p(0)\exp(-H/H_0)$, где величина $H_0 = v_{эфф}\tau$. Параметр τ — величину «времени жизни» — измерить труднее всего. Если взять $\tau = 20$ сут, наиболее характерное в зимнее время значение $H_0 = 320$ м получится при скорости вертикального переноса $v = 0.2$ мм/с, что выглядит достаточно разумной по порядку величины оценкой.

В рассматриваемой модели наблюдаемые экстремумы свечения могут объясняться дополнительным притоком в данное место источников свечения с большей концентрацией или с «возрастом» меньшим, чем

H/v , а провалы в интенсивности свечения должны быть связаны с подъемом более «старых» вод. В любом случае отклонение глубинной зависимости свечения от экспоненциальной означает нарушение условия пространственной или временной однородности в процессах обмена вод или генерации источников свечения. Если такая интерпретация справедлива, то даже в августе и сентябре, когда на Байкале имеется относительно устойчивая вертикальная стратификация воды, в разных местах озера на различных глубинах наблюдается результат действия неоднородных процессов. Это происходит, например, на глубинах 900–1000 м у станции 1 (рис.2) и на глубинах 600–700 м у станции 3, а напротив истока Ангары у станции 2 свечение вообще почти постоянно в диапазоне глубин от 500 до 1300 м, что свидетельствует об интенсивном апвеллинге в этом районе.

Таким образом, наблюдая в разных местах озера распределение свечения, которое играет роль природной метки, мы можем получать дополнительную информацию о происходящих динамических процессах, в особенности о вертикальном обмене вод. Информативность данных о свечении связана с его высокой изменчивостью (более чем в 100 раз в зависимости от места и времени) и близостью по порядку величины времени жизни свечения к характерным временам вариаций основных гидробиологических и гидрофизических характеристик в Байкале.

Арифметика импульсов

Новые возможности изучения динамических процессов в Байкале по данным о свечении появились с началом эксплуатации нейтринного телескопа NT200 [6]. Анализ данных установки о скоростях счета рас-

пределенных в значительном объеме оптических модулей (ОМ) на базе фотоприемников «Квазар» позволяет не только определять пространственно-временные характеристики свечения, но и в некоторых случаях измерить скорость и направление движения воды. Особую ценность представляет информация о вертикальной составляющей скорости течений, трудноизмеримой другими методами.

На рис.4 представлены результаты измерения скорости счета однофотоэлектронных импульсов для одного из ОМ установки NT200 почти за два года. Скорость счета ОМ складывается из скоростей счета импульсов темнового тока фотоприемников «Квазар» и импульсов, рожденных внешней засветкой ОМ. Основная часть последних вызвана свечением водной среды озера. На рис.4 хорошо видны как периоды относительной стабильности, так

и области быстрых изменений измеряемой величины. Скорость счета импульсов темновых токов фотоприемников «Квазар» достаточно стабильна в условиях работы на Байкале и, как правило, составляет для разных приборов 20–40 кГц. Поэтому наблюдаемые вариации скоростей счета ОМ установки NT200 связаны с изменениями интенсивности свечения водной среды. На фоне общего возрастания интенсивности свечения в осенний период видны многосуточные ее вариации. Максимальный уровень свечения и наибольшие его вариации фиксируются обычно в августе–сентябре и/или в декабре–январе. Например, в сентябре 1993 г. не только в несколько раз повысился средний уровень скоростей счета импульсов ОМ, но и наблюдались двухкратные вариации свечения за довольно короткое время (порядка 10 ч) и высокая его неоднородность на расстояниях в несколько де-

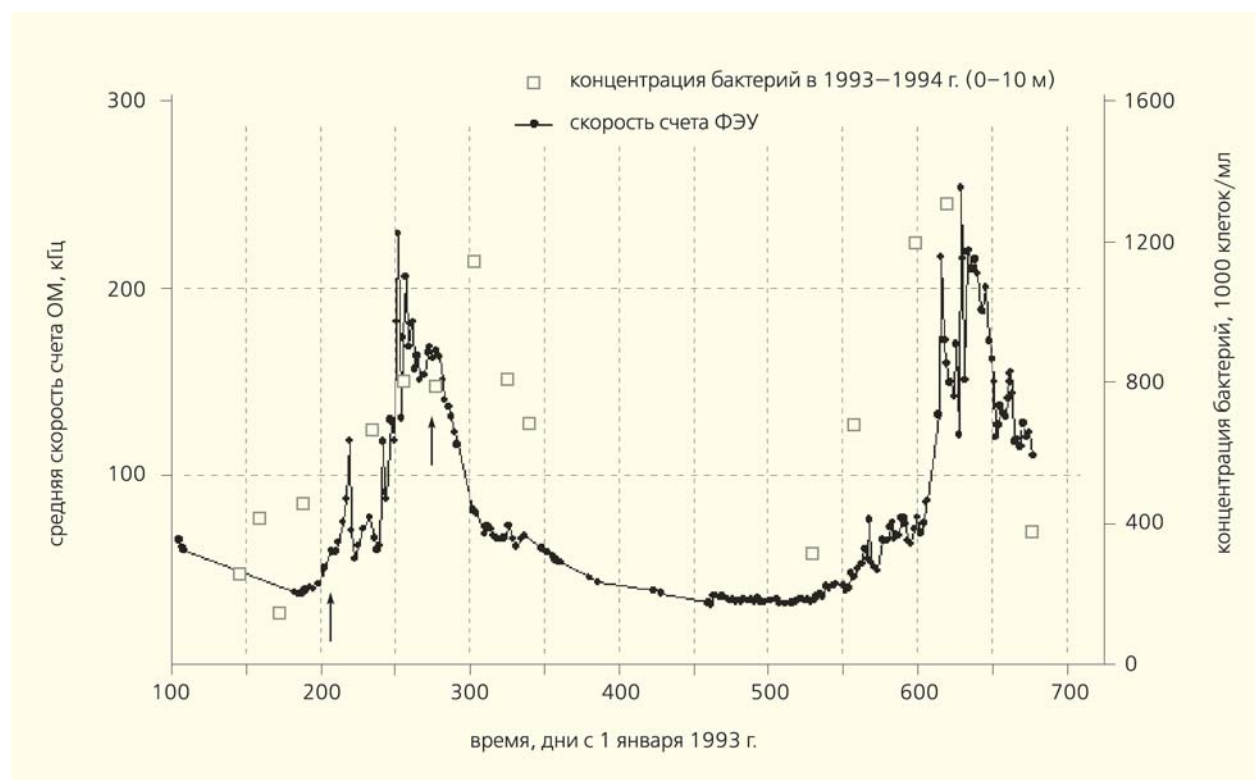


Рис.4. Скорость счета импульсов одного из ОМ телескопа NT200, за 1993—1995 гг. Квадраты — численность бактерий в поверхностных водах у пос. Большие Коты.

сятков метров (рис.5). В некоторых случаях (периоды 1, 3 на рис.5) регистрировались одинаковые по форме, но сдвинутые во времени изменения скоростей счета импульсов всех ОМ. Сдвиг во времени в основном происходил только для ОМ, находящихся на одном горизонте, а для разнесенных по вертикали не был заметен. Это можно интерпретировать как перемещение в горизонтальном направлении неоднородности с размерами много большими, чем размер телескопа (который составляет несколько десятков метров в зависимости от места сечения). Иногда форма временной зависимости и величина скоростей счета импульсов ОМ, разнесенных по вертикали и/или горизонтали, существенно различаются (периоды 2 на рис.5). Здесь можно говорить о горизонтальном движении неоднородностей с характерными поперечными размерами пространственной структуры, меньшими размеров телескопа.

Корреляционный анализ временной зависимости скоростей счета импульсов ОМ, распределенных в пространстве, позволил в некоторых случаях определить скорость и направление движения воды. На рис.6 в укрупненном масштабе представлены скорости счета импульсов некоторых ОМ за период 3; хорошо виден сдвиг во временной зависимости скоростей счета импульсов ОМ, находящихся на одной вертикали. В то же время временной сдвиг для ОМ, расположенных на одном горизонте, отсутствует. Результаты корреляционного анализа соответствуют вертикальному перемещению светящегося фронта со скоростью $V_{\text{vert}} = 2.3$ см/с. Важно отметить, что осенний рост биомассы в верхних слоях не привел бы к одновременному увеличению интенсивности свечения на больших глубинах без участия в перераспределении веществ в озере водообменных процессов, поскольку скорость седи-

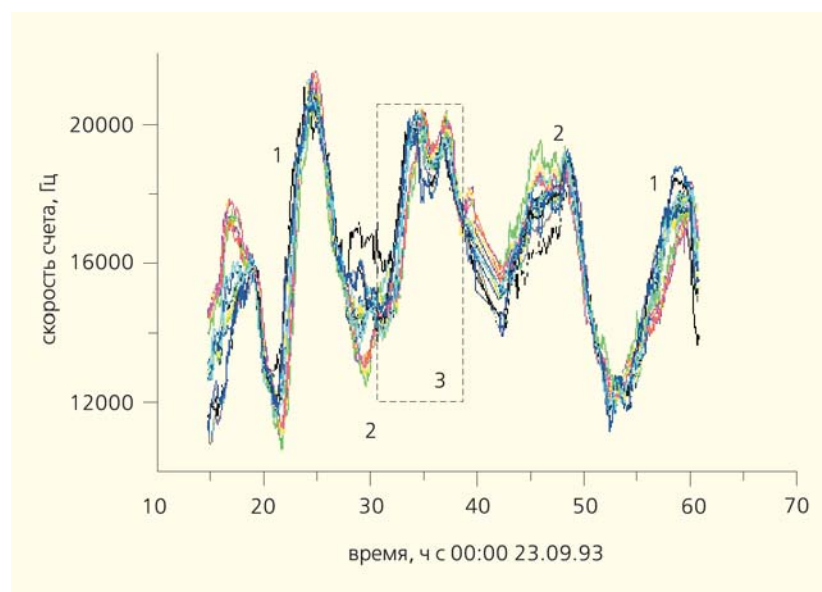


Рис.5. Скорость счета импульсов 19 оптических модулей телескопа HT200 с 14 ч 23 сентября до 13 ч 25 сентября 1993 г. 1 — периоды высокой корреляции скоростей счета импульсов всех ОМ; 2 — периоды плохой корреляции скоростей счета импульсов ОМ, расположенных в разных слоях; 3 — период, показанный на рис.6.

ментации частиц микрометрового размера (определяющих свечение) не превышает 10^{-4} см/с. Неоднородность интенсивности свечения, ее временной ход служат указанием на определяющую роль динамических факторов, воздействующих на поверхность озера в процессах вертикального обмена вод во всем диапазоне глубин (по крайней мере первое существенное повышение скоростей счета импульсов всех ОМ нейтринного телескопа произошло через несколько дней после сильного шторма в начале августа, а не в период весенней гомотермии).

Гидрооптика — биогеохимии

Потенциал гидрооптики как метода наблюдения за многими процессами в больших водоемах (океанах, морях, крупных озерах) связан с тем, что спектральные характеристики поглощения света в чистых природных водах определяются в основном качественным составом и количеством растворенного

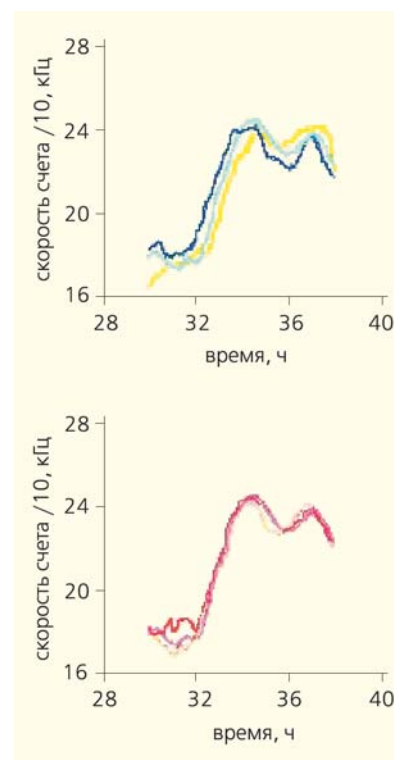


Рис.6. Скорость счета импульсов для некоторых ОМ установки HT200 в период 3 (рис.5). Вверху — для ОМ, расположенных на одной вертикали, внизу — для ОМ, расположенных на одном горизонте.

органического вещества, а процессы рассеяния зависят от содержания в воде фитозоопланктона. Гидрооптические исследования в океанологии имеют богатые традиции и значительные достижения, однако до сих пор не существует приборов и методов, которые предоставляли бы полноценные данные о водных системах, отвечающие принципиальным возможностям спектрофотометрии.

Представляется, что имеется две группы причин, препятствующих полноценному применению гидрооптических методов для исследования биогеохимических процессов в океанологии и лимнологии. Во-первых, весьма сложно создать приборы, которые позволяли бы осуществлять долговременный мониторинг абсолютных значений первичных гидрооптических характеристик (ПГХ) — спектрального коэффициента поглощения света в воде, спектрального коэффициента рассеяния и индикатрисы рассеяния, которые содержат наиболее полную информацию об оптических свойствах водной среды. Зная ПГХ, в принципе можно вычислить все другие гидрооптические величины и определить содержание в водной среде различных «примесей», трансформация которых определяет круговорот вещества и энергии в водной толще. Во-вторых, серьезной проблемой остается восстановление детального состава этих «примесей» на основе гидрооптических данных. Поэтому в большинстве случаев измеряются лишь те или иные интегральные оптические характеристики среды и светового поля водоемов.

При исследовании оптических свойств байкальской воды как рабочего тела черенковских детекторов с самого начала была поставлена задача разработки способов измерения абсолютных величин ПГХ *in situ*, причем допускающих долговременные наблюдения прибором на стационарной буйковой станции.

На основе предложенной В.Н.Пелевиным методики измерения длины поглощения света* в воде был разработан комплекс методов измерения абсолютных величин всех ПГХ, которые не требуют предварительной точной юстировки и калибровки прибора, позволяють вести измерения в условиях умеренного «загрязнения» за счет седиментации, «обрастания» оптических поверхностей и изменения параметров прибора, неизбежных при длительной эксплуатации. Они прошли практическую проверку в гидрооптическом комплексе ASP-15, предназначенном для долговременного мониторинга ПГХ, который уже 15 лет работает на одной из буйковых станций глубоководного комплекса Байкальского нейтринного телескопа [7]. ASP-15 имеет два приемника: один с широкой апертурой — для измерения длин рассеяния и поглощения света, другой с узкой апертурой — для измерения индикатрисы рассеяния. Для выделения света с определенной длиной волны световой поток проходит через интерференционные светофильтры, которые меняются с помощью ленточного транспортера. Белые источники света перемещаются с помощью шагового двигателя в пределах 1–15 м от корпуса с приемниками, что позволяет совмещать процесс измерений ПГХ с калибровкой прибора *in situ*. В 2009 г. завершено создание экспериментального образца гидрооптического прибора нового поколения *Baikal-4D*, который построен на основе современной элементной базы и имеет ряд принципиальных достоинств, в частности, его источник света сделан на базе дифракционной решетки, что позволяет более чем на порядок повысить спектральное разрешение прибора.

* Длина поглощения света $I_a(\lambda)$ — расстояние в среде, на котором число движущихся параллельно фотонов уменьшается в e раз в предположении, что фотоны только поглощаются, но не рассеиваются.

На рис.7 приведены примеры спектров поглощения света (зависимости обратной к длине поглощения величины $a = 1/I_a$ от длины волны света) для оз.Байкал в районе расположения Байкальского нейтринного телескопа в сравнении с некоторыми опубликованными спектрами поглощения для наиболее чистой глубинной морской и дистиллированной воды. Из рисунка видно, что в красной области спектра все кривые близки (некоторый разброс обусловлен ошибками измерений). Это означает, что длина поглощения в чистых байкальских и морских водах определяется поглощением собственно водой, т.е. практически не зависит от содержащихся в воде примесей. В синей области спектра длина поглощения света в байкальской воде существенно меньше не только по сравнению с дистиллированной, но и с глубинной морской. Это связано с тем, что поглощение в этой части спектра сильно зависит от количественного и качественного состава содержащихся в воде растворенных органических веществ, концентрация которых в Байкале выше, чем в чистых морских водах.

Суммарно растворенную органику, поглощающую свет в сине-зеленой области спектра, в океанологии и лимнологии называют «желтым веществом». Минимум поглощения в байкальской воде лежит в области сине-зеленого света с длиной волны 460–500 нм, и свет в этом «окне прозрачности» достигает наибольших глубин — примерно 400–500 м. Как правило, длина поглощения света для «окна прозрачности» байкальской воды составляет 20–24 м* и не слишком сильно меняется с глу-

* На этом расстоянии интенсивность света за счет поглощения уменьшается в e раз, но поток фотонов на поверхности очень велик, так что, уменьшаясь — с учетом рассеяния — в e раз на каждых 17 (!) м, он все же доходит до глубины 400–500 м.

биной, временем года и местом, исключая районы впадения рек, что говорит об относительной однородности распределения растворенных органических веществ в озере. Максимальный вертикальный градиент поглощения обычно наблюдается на глубинах 0–300 м, увеличение длины поглощения с глубиной, как правило, не превышает 20–30%, достигая в отдельные годы 100% из-за более высокого содержания органики в поверхностных водах; на глубинах 500–1000 м вертикальный градиент практически отсутствует. Однако по данным многолетнего мониторинга ПГХ, на глубине 1000 м в районе расположения Байкальского нейтринного телескопа периодически происходят случаи увеличения длины поглощения до 40–50 м, что должно быть следствием значительного уменьшения концентрации растворенной органики. Количественно соответствующее изменение концентрации растворенных веществ можно оценить следующим образом. Длина поглощения света в «чистой воде» на длине волны 488 нм, согласно последним данным [8], составляет 69.5 м, среднее значение длины поглощения света в Байкале на глубине 100 м — 22.7 м. Для того чтобы длина поглощения в этой воде стала равной 50 м, концентрация органики должна уменьшиться более чем в пять раз!

Показанные на рис.7 минимальные значения поглощения в 1992 и 2001 гг. наблюдались также в 1997, 2004 и 2008 гг. (рис.8). Такое значительное «просветление» глубинной байкальской воды (уменьшение концентрации растворенных органических веществ) особенно удивительно, потому что обычно нигде в Байкале воды с таким низким поглощением не наблюдаются и должен существовать специальный механизм «очистки» воды от органики. На сегодняшний день такой механизм неизвестен, не видно и однозначной корреляции слу-

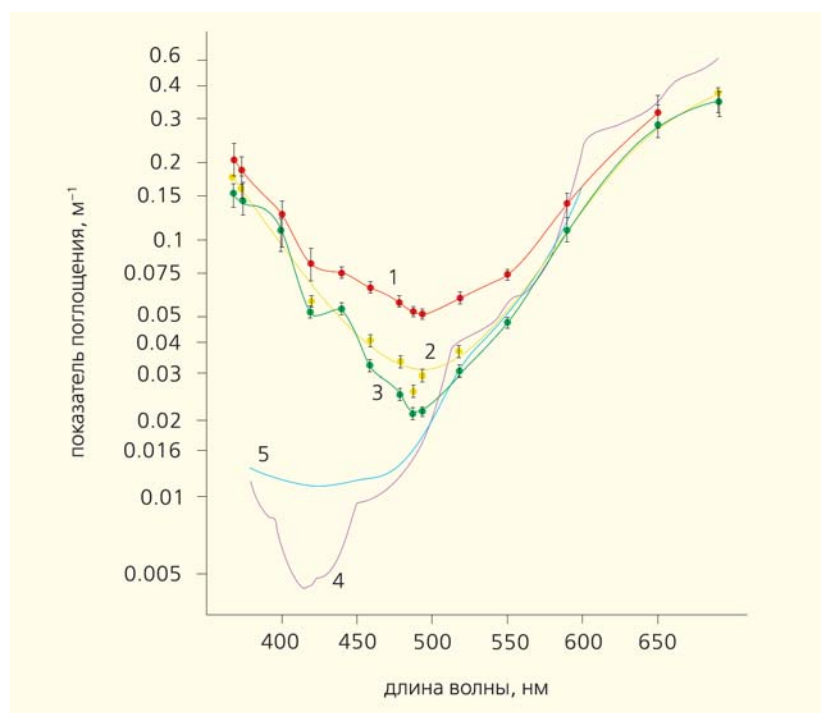


Рис.7. Спектры поглощения света байкальской водой в сравнении со спектрами поглощения для наиболее прозрачных вод. 1 — усредненный спектр по данным измерений за период с 1987 по 2007 г.; 2 — спектр, измеренный 8 апреля 2001 г.; 3 — спектр, измеренный 4 мая 2001 г. (данные получены в районе расположения Байкальского нейтринного телескопа на горизонтах 800–1200 м); 4 — для очищенной воды по данным [8]; 5 — для морской воды по данным [12].

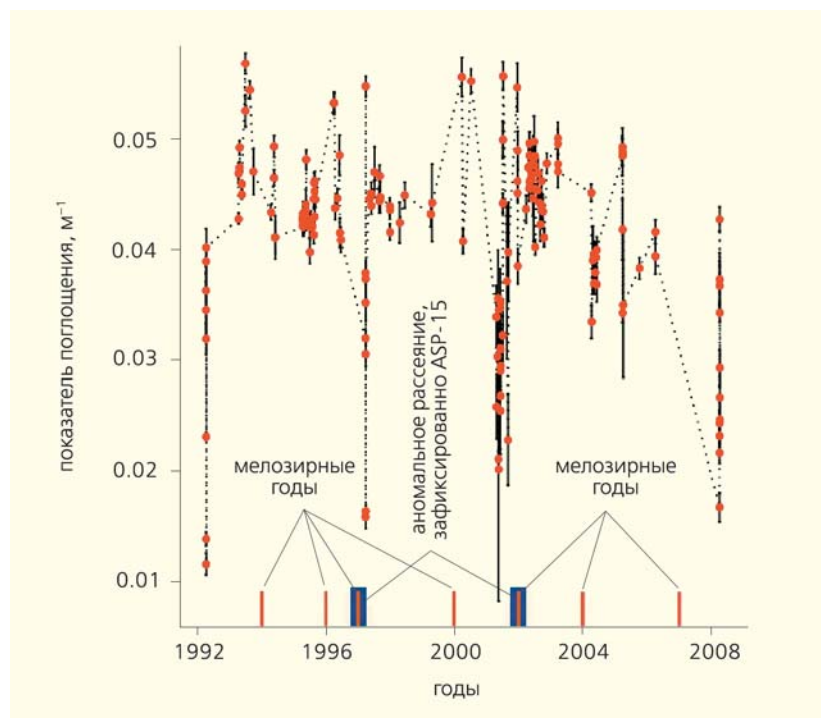


Рис.8. Зависимость от времени показателя поглощения света с длиной волны 488 нм в глубинных водах в окрестности Байкальского нейтринного телескопа.

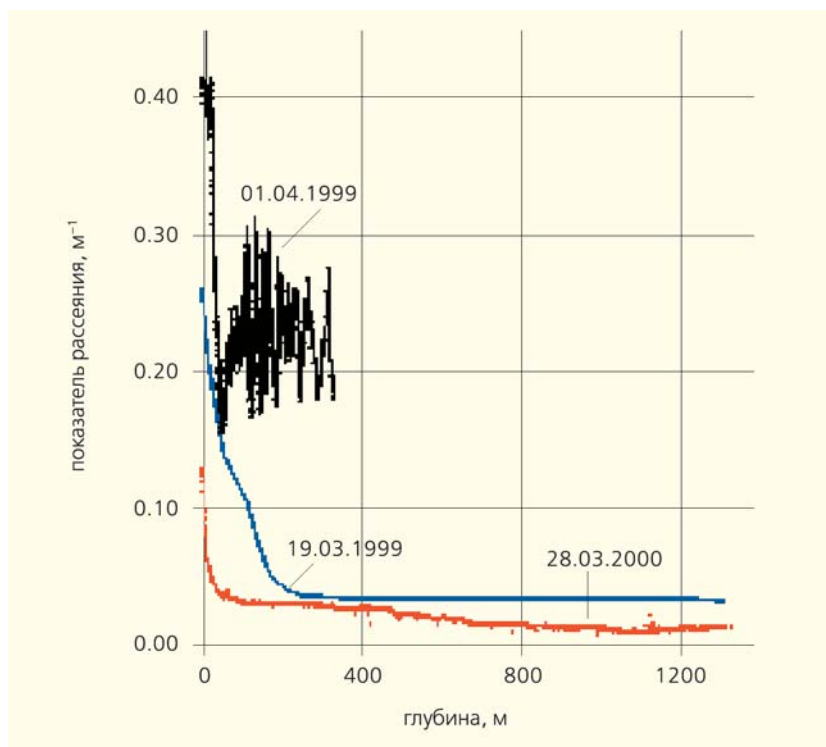


Рис.9. Глубинная зависимость показателя рассеяния для света с длиной волны 480 нм весной 1999 и 2000 гг.

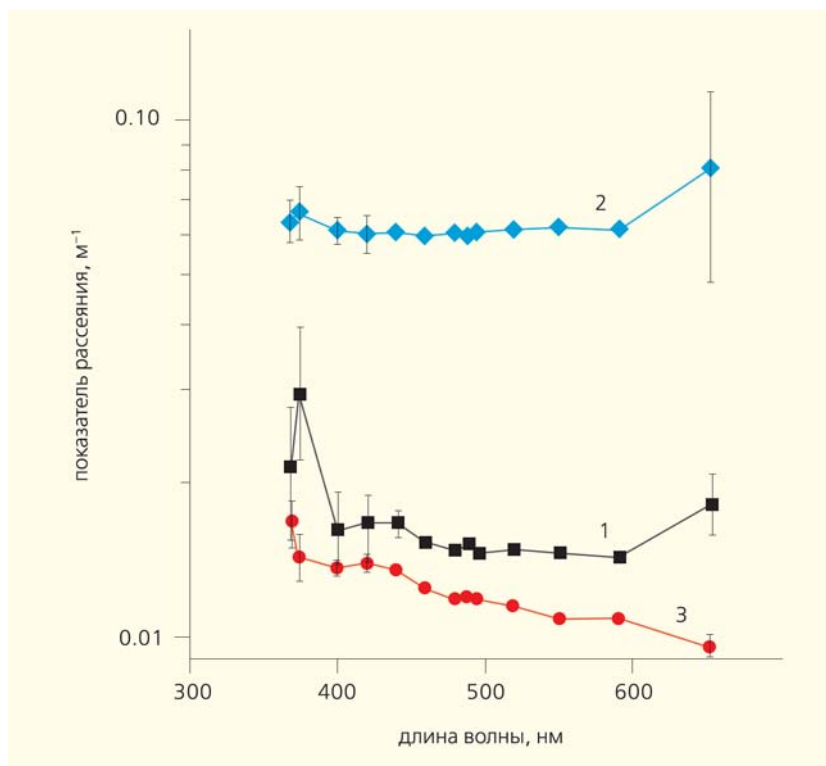


Рис.10. Спектральная зависимость показателя рассеяния на глубине 800 м в апреле 2001 г. Кривая 1 — измерение 4 апреля, кривые 2 и 3 — 6 и 8 апреля 2001 г. соответственно.

чаев уменьшения поглощения с вспылками численности водорослей *Aulacoseira baicalensis*, происходящими в так называемые мелозирные годы.

Капризы взвеси

Рассеяние света в природных водах определяется в основном количественным и качественным составом взвеси (под взвесью подразумеваются частицы размером не более нескольких десятков микрометров). В чистых озерных, морских и океанских водах подавляющую часть взвеси составляют частицы органического происхождения: бактерии, фито- и зоопланктон, продукты жизнедеятельности биоты. Плотность таких частиц взвеси близка к плотности воды, поэтому они очень медленно тонут в воде, их движение подобно броуновскому движению пыли в воздухе. Неорганические частицы имеют больший удельный вес и тонут быстрее; в крупных водоемах в заметном количестве они могут присутствовать только вблизи берегов, особенно возле мест впадения рек.

В отличие от концентрации растворенной (до молекул) органики, количество органической взвеси в Байкале очень сильно зависит от глубины, места и времени — за счет высокой неравномерности распределения по объему озера и изменчивости продуктивности различных видов фито- и зоопланктона во времени. Естественно, это приводит к высокой изменчивости и неоднородности рассеяния света в байкальской воде (рис.9, 10). Таким образом, длина рассеяния* света служит объ-

* Длина рассеяния света $l_0(\lambda)$ — расстояние в среде, на котором число движущихся параллельно фотонам уменьшается в e раз исключительно за счет рассеяния. Различить экспериментально длины поглощения и рассеяния — непростая задача, но в байкальском проекте она была успешно решена.

ективным физическим индикатором активности биологических процессов в озере. Из рис.9 видно, что показатель рассеяния света очень сильно меняется с глубиной и временем. В начале марта на первых десятках метров длина рассеяния быстро растет с глубиной (максимально — в 10 раз в интервале глубин 0–50 м), далее ее глубинная зависимость ослабевает, в диапазоне глубин 50–1300 м длина рассеяния растет только в два раза. Это отражает тот факт, что наиболее биопродуктивен верхний слой озера, где много солнечного света, а термоклин играет роль «жидкого дна», удерживающего основную часть органической взвеси на малых глубинах. Велико также различие не только между рассеянием в верхней зоне в разные годы, например, в 2000 г. и 1999-м, но иногда и между результатами измерений, выполненных с интервалом в несколько дней. Например, в 1999 г. с 19 марта по 1 апреля значительно активизировались процессы свободной конвекции, что привело к существенному усилению рассеяния вследствие роста концентрации взвеси на глубинах до 300 м; более того, глубинная зависимость стала отличаться высокой неоднородностью и изменчивостью. В апреле 2001 г. на глубине 800 м (рис.10) длина рассеяния менялась в течение пяти дней в интервале 15–80 м, причем немонотонно (заметим, что типичное значение длины рассеяния на больших глубинах в Байкале составляет 30–100 м). Спектр рассеяния (зависимость обратной к длине рассеяния величины $b = 1/l_b$ от длины волны света) аппроксимируется функцией, близкой к λ^{-1} , но иногда на спектре проявляются заметные локальные экстремумы и рост рассеяния в красной области.

Дважды, в 1997 и 2002 гг., нами наблюдалось длительное увеличение показателя рассеяния на глубине 1000 м. Это совпадало по времени со вспышка-

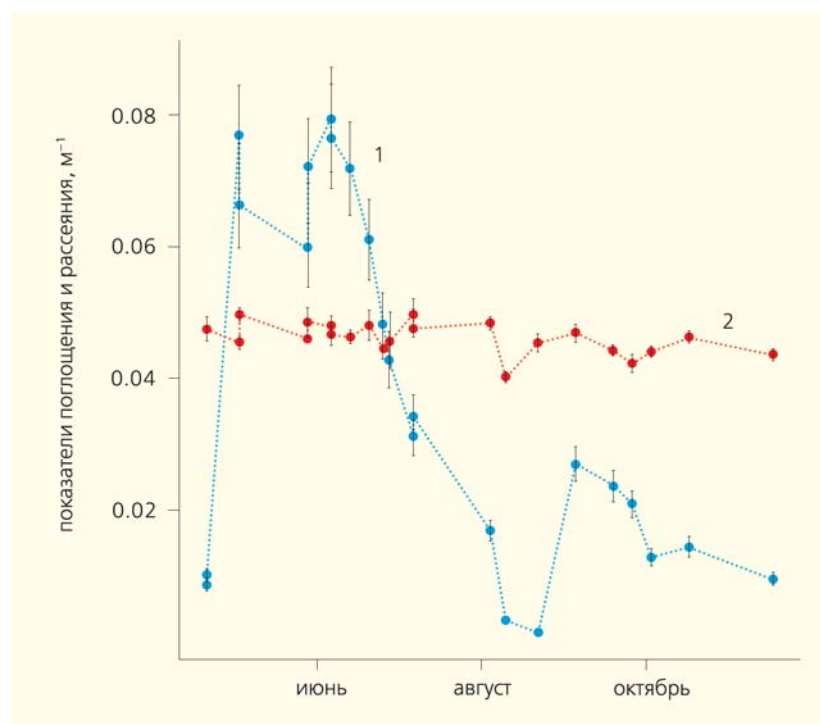


Рис.11. Зависимость от времени в течение 2002 г. показателей рассеяния (1) и поглощения (2) света с длиной волны 488 нм в глубинных водах в окрестности Байкальского нейтринного телескопа.

ми размножения водоросли *Aulacoseira baicalensis*. В первом случае длина рассеяния уменьшилась со 100 до 4–6 м и держалась на этом уровне в течение восьми месяцев. Во втором случае (рис.11) произошло ее уменьшение с 70 до 12–16 м, которое сохранялось в течение 4 мес. Характерно, что показатель поглощения в период роста рассеяния практически не менялся, это свидетельствует о том, что взвесь была относительно крупной и слабо поглощающей свет. В этот период наблюдались также быстрые флуктуации показателя рассеяния, вызванные осаждением крупных фрагментов водорослей.

Еще одна первичная оптическая характеристика — индикатриса рассеяния, она отражает вероятность рассеяния света на различные углы. Индикатриса характеризуется несколькими интегральными параметрами, такими как средний косинус угла рассеяния $\langle \cos\theta \rangle$ и коэффициент асимметрии $K = b/b_{back}$ —

отношение вероятности рассеяния в переднюю полусферу (на угол меньше 90°), к вероятности рассеяния в заднюю полусферу (на угол больше 90°). Чем крупнее взвесь, тем чаще рассеяние происходит на небольшие углы, поэтому для более крупной взвеси больше средний косинус угла рассеяния и коэффициент асимметрии. Для поверхностных вод в Байкале $\langle \cos\theta \rangle$ может достигать величины 0.95; с ростом глубины он снижается, обычно до 0.85–0.9, что говорит о некотором уменьшении среднего размера взвеси с глубиной. Величина коэффициента асимметрии меняется в значительных пределах. Минимальные значения $K = 5$ регистрируются в глубинной зоне, здесь велик вклад релейского рассеяния; на поверхности среднее значение коэффициента $K = 60$, но наблюдаются и значения $K = 500$.

Спектры и индикатриса рассеяния несут наиболее полную информацию о составе фито- и зоопланктона в водной среде.

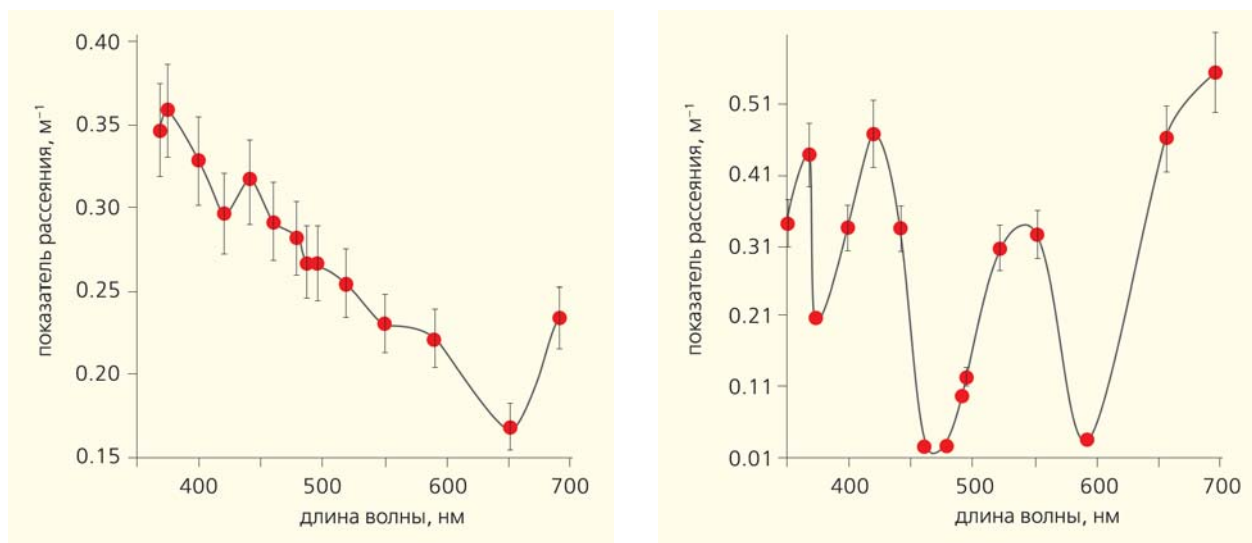


Рис.12. Пример наиболее часто встречающейся формы спектра прямого рассеяния света (26 марта 2006 г., глубина 1 м, слева), «необычная» форма спектра (22 марта 2006 г., глубина 580 м, справа).

Экспериментально наблюдается огромное разнообразие вариантов спектров рассеяния, особенно на малых глубинах. В принципе на основе анализа этих спектров можно определять количественный и качественный состав биоты в воде гораздо более простым, быстрым и дешевым способом, чем с помощью традиционных методов анализа проб. Здесь мы проиллюстрируем только некоторые наблюдаемые данные. На рис.12 слева показан пример наиболее часто

встречающейся формы спектра прямого рассеяния (26 марта 2006 г., глубина 1 м), справа — «необычная» форма (22 марта 2006 г., глубина 580 м). Чаще всего спектральная зависимость прямого рассеяния (на угол меньше 90°) близка к $1/\lambda$. На этом построен метод определения среднего размера и концентрации частиц дисперсной фазы по измеренному спектру рассеяния. В основе метода лежит измерение спектральной зависимости интегрального рассея-

ния, которая в диапазоне порядка 200 нм аппроксимируется обратной степенной зависимостью от длины волны [9]. Такая зависимость наблюдается не всегда; спектр, приведенный на рис.12 справа, существенно немонотонный, а отношение между минимальными и максимальными значениями показателя прямого рассеяния достигает 50. Факт немонотонности спектра является указанием на возможную интерференционную природу процессов рассеяния света

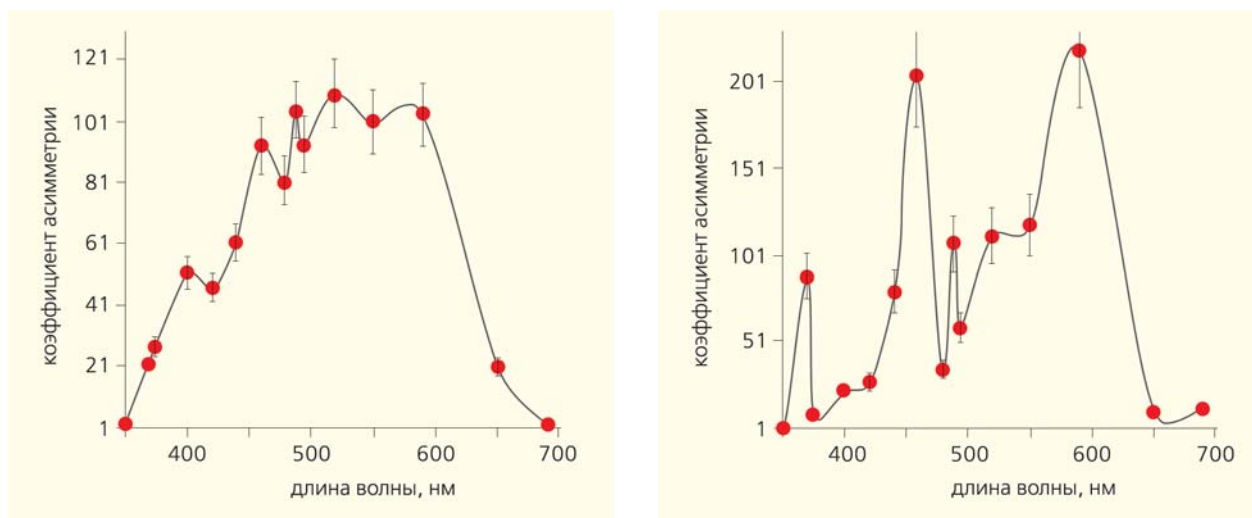


Рис.13. «Обычная» форма спектра коэффициента асимметрии (4 апреля 2006 г., глубина 20 м, слева), «необычная» форма спектра (26 марта 2006 г., глубина 1 м, справа).

в области малых углов. Это не противоречит теоретическому представлению, что при рассеянии на углы, близкие к нулю, отдельные рассеиватели когерентны [10].

Еще большая немонотонность обнаруживается в спектрах коэффициентов асимметрии и обратного рассеяния. На рис.13 слева показана «обычная» форма спектра коэффициента асимметрии (4 апреля 2006 г., глубина 20 м), справа — «необычная» (26 марта 2006 г., глубина 1 м), в последнем случае величина коэффициента асимметрии меняется в 200 раз. Чтобы детализировать процесс прямого рассеяния и причину немонотонности спектров, мы измерили спектральный состав света, рассеиваемого на определенные углы. На рис.14 приведены спектры рассеяния на углы 0.0625, 0.25 и 0.5°. Наибольшего внимания заслуживает тот факт, что спектр рассеяния на угол 0.5° оказывается «дополнением» к спектру рассеяния на 0.0625°, в сумме они дают почти константу, по величине близкую к гладкому спектру, соответствующему среднему углу 0.25°. Эффект «дополнительного» спектра — известное явление в поглощающих прозрачных пленках [11]. Возможно, в данном случае наблюдается подобное явление.

На рис.15 приведены три спектра рассеяния света в передней полусфере, измеренные на глубине 100 м в районе расположения НТ200 с помощью нового гидрооптического прибора Baikal-4D, который позволяет измерять спектры рассеяния с разрешением не хуже 0.2 нм. Спектры измерялись с интервалом примерно 30 мин., начиная с 0 ч 30 мин 06 апреля 2011 г., в них отчетливо наблюдаются локальные экстремумы, положение которых меняется во времени, что свидетельствует об изменении состава воды в просматриваемом прибором объеме.

В ближайшее время мы планируем выполнить совместные измерения оптических свойств

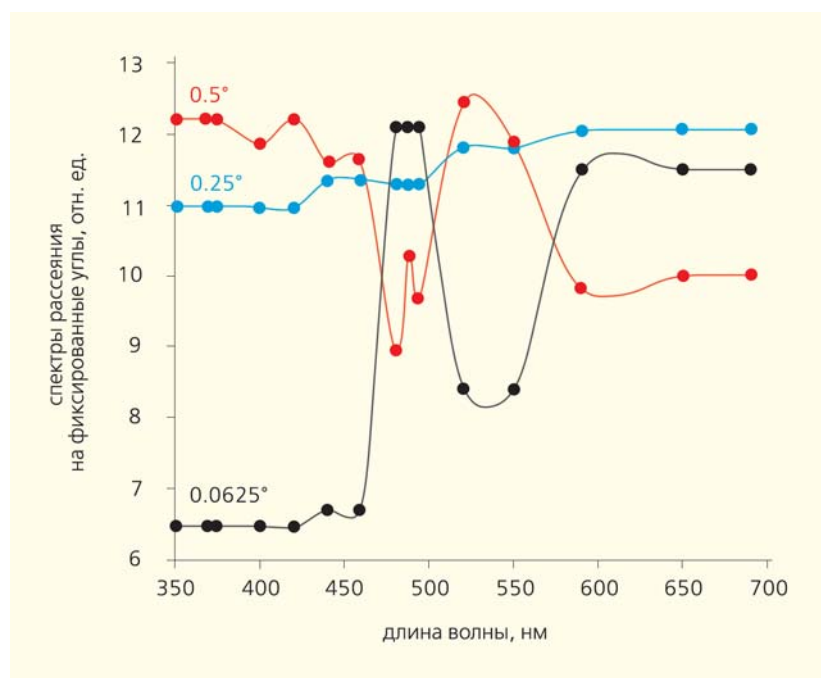


Рис.14. Спектры малоуглового рассеяния на углы 0.0625, 0.25 и 0.5°, измеренные на расстоянии 1 м от льда 26 марта 2009 г. в районе Байкальского нейтринного телескопа.

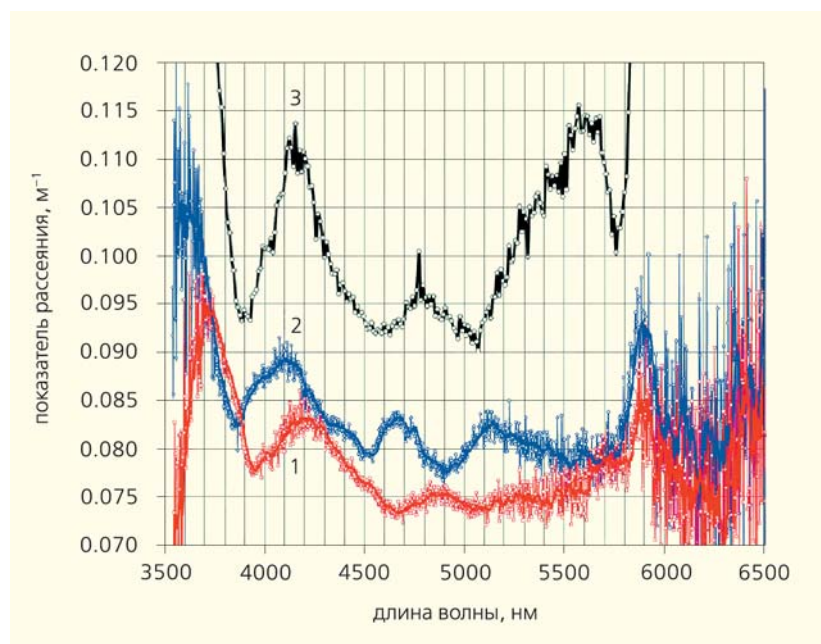
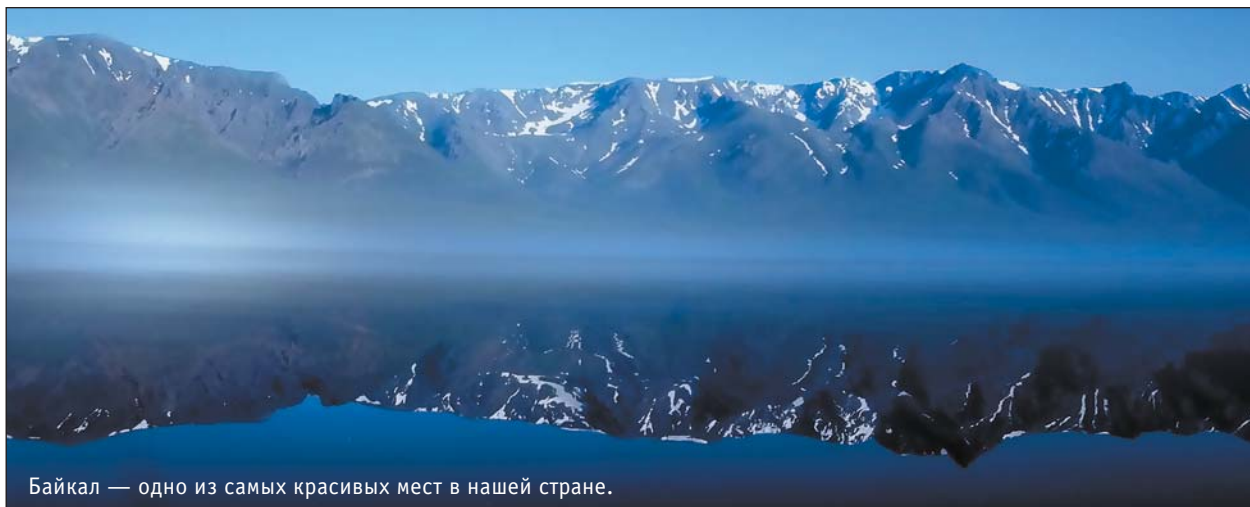


Рис.15. Сплошные спектры «прямого» рассеяния на глубине 100 м, измеренные 6 апреля 2011 г. с помощью прибора БАЙКАЛ-4D.

байкальской воды с одновременным отбором проб для комплексного их анализа. В результате мы рассчитываем разработать методику использования

гидрооптических данных в качестве «маркера» для идентификации вод и мониторинга биогеохимических процессов в Байкале.



Байкал — одно из самых красивых мест в нашей стране.

* * *

Даже в двух статьях невозможно рассказать исчерпывающим образом о всех результатах, уже полученных в рамках Байкальского нейтринного проекта. Например, мы ничего не сказали о недавно обнаруженных особенностях прохождения звука в байкальской воде, не затронули другие результаты гидроакустических исследований [13]. Как и всегда, по ходу

работы новых вопросов возникает гораздо больше, чем ответов на них. Можно сказать, чем больше мы знаем о Байкале, тем больше понимаем, что слишком мало знаем об этом уникальном озере, или, перефразируя классика, «Байкал так же неисчерпаем, как и атом». К сожалению, многолетний провал в финансировании затормозил наши исследования, однако в последние годы удалось не просто возобновить, но и существенно

расширить круг междисциплинарных исследований Байкала, для чего создаются новые приборы, разрабатываются новые методы и технологии исследований озера. Что особенно важно, основной объем работ выполняется студентами, аспирантами и молодыми учеными Иркутского государственного университета. Так что, надеюсь, в будущем еще будут поводы вернуться к этой столь интересной теме. ■

Литература

1. Буднев Н.М. Лаборатория в водах Байкала // Природа. 2011. №12. С.11—22.
2. Безруков Л.Б., Буднев Н.М., Гальперин М.Д. и др. О свечении глубинных вод озера Байкал // Докл. АН СССР. 1984. Т.227. №5. С.1240—1244.
3. Ильичев В.И., Кобылянский В.В., Мойсейченко В.В. и др. Световой фон океана. М., 1990.
4. Безруков Л.Б., Буднев Н.М., Бутин Н.П. и др. Высокочувствительный батифотометр и исследования светового поля // Океанология. 1988. Т.28. Вып.2. С.331—335.
5. Безруков Л.Б., Буднев Н.М., Гресс О.А. и др. Свечение водной среды оз.Байкал — инструмент исследования динамики озера // Известия АН. Физика атмосферы и океана. 1998. Т.34. №1. С.97—103.
6. Белолопников И.А., Безруков Л.Б., Борисовец Б.А. и др. О нестационарности потоков глубинных байкальских вод по данным нейтринного телескопа // Известия АН. Физика атмосферы и океана. 1998. Т.34. №1. С.90—96.
7. Таращанский Б.А., Коханенко Г.П., Миргазов Р.Р. и др. Методы и результаты мониторинга оптических характеристик водной среды байкальского нейтринного телескопа, осуществляемого стационарным глубоководным прибором ASP-15 // Оптика атмосферы и океана. 2010. Т.23. №9. С.793—802.
8. Pope R.M., Fry E.S. Absorption spectrum (380—700 nm) of pure water. II. Integrating cavity measurement // Applied optics. 1997. V.36. №33. P.8710—8723.
9. Heller W., Bhatnagar H.L., Nakagaki M. Theoretical investigation on the light scattering of spheres. XIII. The «wavelength exponent» of differential turbidity spectra // J. Chem. Phys. 1962. V.36. №5. P.1163—1170.
10. Борен К., Хафмен Д. Поглощение и рассеяние света малыми частицами М., 1986.
11. Шифрин К.С. Рассеяние света в мутной среде. М., 1951.
12. Пелевин В.Н., Ростовцева В.В. Оценка концентрации светопоглощающих и светорассеивающих веществ в различного типа водах открытого океана // Оптика атмосферы и океана, 1997. Т.10. С.989—995
13. Буднев Н.М., Ильин Н.В., Орлов И.И. и др. О частотной дисперсии потерь при акустическом зондировании воды оз.Байкал // Докл. РАН. 2011. Т.439. №3. С.1—4.

Никотин и его рецепторы — о вредном и полезном

В.И.Цетлин, И.Е.Кашеверов

Общеизвестная истина: никотин, как правило, попадает в организм при курении, а оно повышает вероятность заболевания раком легких. Вместе с тем известны и благотворные эффекты никотина: успокаивающее действие, улучшение настроения и памяти, возможность в критических ситуациях собраться, способность дольше обходиться без сна, лучше переносить боль, избегать лишнего веса. Действие никотина реализуется через его взаимодействие с мишенью — никотиновыми ацетилхолиновыми рецепторами. Попытаемся показать, как на молекулярном уровне происходит этот процесс и как вызываются те или иные эффекты.

Многие, наверное, помнят расхожую фразу: «Один грамм никотина убивает лошадь». И хотя слово «никотин» знакомо всем, его химическую формулу, возможно, некоторые читатели статьи увидят впервые (рис.1). Поскольку структуры никотина и ацетилхолина схожи, то и рецепторы, с которыми они связываются, тоже оказываются общими и называются они никотиновыми ацетилхолиновыми рецепторами (АХР).

Ацетилхолин или никотин, соединяясь с рецепторами, активируют их: открываются каналы и поток катионов устремляется через мембрану. В результате включается клеточная



Виктор Ионович Цетлин, член-корреспондент РАН, доктор химических наук, руководитель отдела молекулярных основ нейросигнализации Института биорганической химии им.М.М.Шемякина и Ю.А.Овчинникова, лауреат Гумбольдтовской премии (1992) и Государственной премии СССР (1985). Область научных интересов — структурная биология.



Игорь Евгеньевич Кашеверов, доктор химических наук, руководитель лаборатории лиганд-рецепторных взаимодействий того же отдела. Занимается конструированием и синтезом биологически активных полипептидов и изучением механизмов их работы.

сигнализация, в которой участвуют различные рецепторы и ионные каналы, ферменты и многочисленные другие компоненты сигнальных каскадов. Активация мышечных никотиновых рецепторов приводит к сокращению мышц, а никотиновых рецепторов мозга — к влиянию на высшую нервную деятельность, например формирование памяти. Соединения, которые активируют никотиновые рецепторы (ацетилхолин, никотин и др.), называются агонистами, а угнетающие их активность, — антагонистами. Цент-

ры их связывания находятся на поверхности молекул никотиновых рецепторов. Конкурентные антагонисты садятся там же, где ацетилхолин или никотин, другие (блокаторы канала) — непосредственно в канале рецептора. Кроме того, есть соединения, которые сами по себе не индуцируют токи в никотиновых рецепторах, но в их присутствии действие агонистов усиливается или ослабляется.

Участки связывания таких позитивных или негативных модуляторов могут располагаться в самых разных местах — на по-

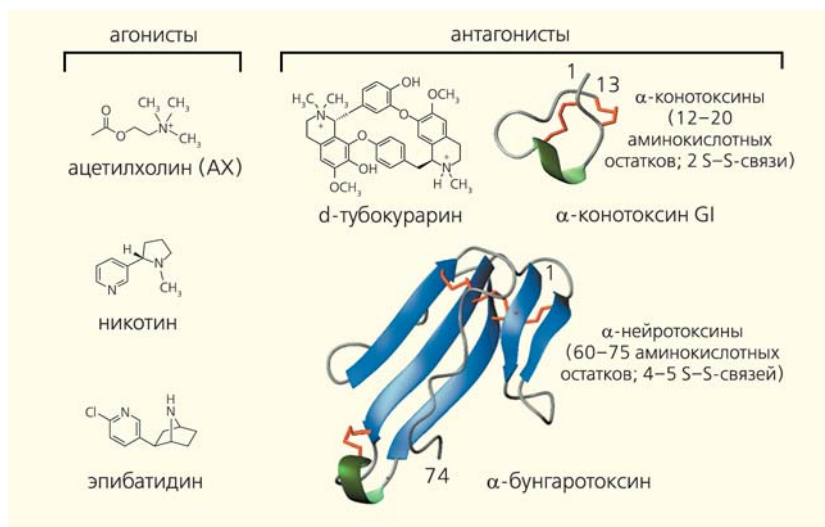


Рис.1. Наиболее известные агонисты и конкурентные антагонисты никотиновых ацетилхолиновых рецепторов. Изображения α-конотоксина GI и α-бунгаротоксина построены на основе их пространственных структур. Аминокислотный остов показан серым; α-спиральные и β-структурированные участки — зеленым и синим соответственно; дисульфидные -S-S-связи — оранжевым.

верхности или внутри рецептора, но вне пределов участков связывания агонистов и конкурентных антагонистов. Важно отметить, что не только агонисты, но и антагонисты, а также модуляторы никотиновых ацетилхолиновых рецепторов могут быть лекарствами. В последние годы все большие надежды возлагаются на позитивные аллостерические модуляторы, поскольку, в отличие от агонистов, имеющих достаточно консервативный участок связывания, они могут по-разному связываться с различными подтипами никотиновых рецепторов и проявлять более высокую избирательность.

Строение никотиновых ацетилхолиновых рецепторов

Первый никотиновый ацетилхолиновый рецептор выделили в начале 80-х годов прошлого века из электрического ската. Успех был обусловлен высоким содержанием рецептора в электрическом органе ската, а также способностью некоторых нейротоксинов змей прочно связы-

ваться с этим рецептором [1]. Следует отметить, что белковые и пептидные нейротоксины из самых разных организмов (из ядов пауков, скорпионов, пчел, змей и морских моллюсков) и сегодня позволяют целенаправленно пометить тот или иной рецептор и/или ионный канал, усилить или ослабить его работу или даже полностью выключить соответствующую мишень. Это дает возможность оценить участие конкретного канала в сложном физиологическом ответе (например, в сокращении мышц, проведении болевого сигнала, процессе запоминания), в котором задействованы и множество рецепторов одного типа, и совершенно иные молекулы.

Никотиновый рецептор из электрического органа ската *Torpedo* (главным образом видов *T.marmorata* и *T.californica*) стал прообразом всех известных сегодня мышечных и нейрональных рецепторов и долгие годы служит объектом для многих лабораторий, занимающихся белковой химией. Его общую форму и размеры установили с помощью электронной микроскопии

более 30 лет назад, еще до клонирования субъединиц. Затем, благодаря многолетним усилиям Н.Анвина из Оксфорда — одного из крупнейших в мире специалистов в области электронной микроскопии, — удалось довести разрешение до 4 Å [2].

Рецептор этот состоит из пяти субъединиц (двух α1, β1, γ и δ, между которыми располагается канал) и имеет три основных домена (рис.2): наружный (экстрацеллюлярный), трансмембранный, а также внутриклеточный (цитоплазматический). О границах доменов и об их пространственной организации до недавнего времени судили по данным оптических методов и аминокислотной последовательности субъединиц. Оказалось, что в наружном домене преобладает β-структура; цитоплазматический с довольно неупорядоченной структурой может содержать и короткую амфипатическую спираль, а трансмембранный — четыре α-спиральных фрагмента (M1—M4). Канал образован M2-фрагментами пяти субъединиц, сгруппированными вокруг центральной оси. Сегодня экспериментально доказано, что в каждой субъединице имеется четыре трансмембранных фрагмента, представленных α-спиралями.

Такой же состав имеют и мышечные рецепторы млекопитающих, с тем отличием, что γ-субъединица присутствует только у эмбрионов, а в зрелых формах ее заменяет ε-субъединица. Как и весь рецептор, каждая субъединица содержит наружный и цитоплазматический домены и четыре трансмембранных фрагмента (M1—M4).

Для полного функционального ответа ацетилхолиновый рецептор *Torpedo* (или мышц) должен связать две молекулы ацетилхолина. На те же два участка садятся и другие агонисты (например, никотин), а также конкурентные антагонисты (такие, как α-бунгаротоксин). Соответственно, молекула АХР может находиться в трех состояниях: в

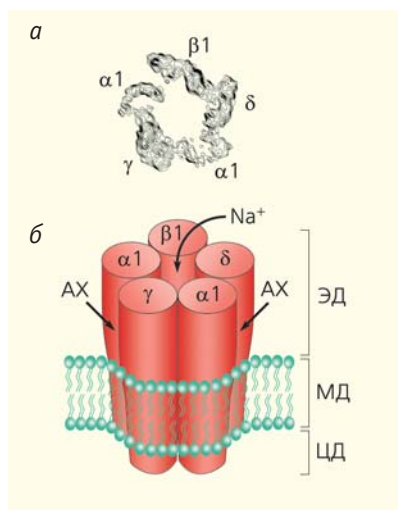


Рис.2. Электронная плотность одной молекулы АХР из мембран электрического органа *Torpedo marmorata* (а, вид сверху) и схематичное изображение канала, образованного пятью субъединицами рецептора (б). Отмечены домены рецептора — наружный (или экстрацеллюлярный, ЭД), трансмембранный (МД) и внутриклеточный (цитоплазматический, ЦД), а также участки связывания ацетилхолина (АХ) и место входа в канал ионов натрия.

покое, когда в основной массе молекул каналы закрыты (в небольшом числе молекул канал открыт даже в отсутствие агониста); с открытым каналом в присутствии агониста; в десенситивированном состоянии с уменьшенной чувствительностью, когда агонист связан, но канал уже закрыт. В каждом из этих состояний в определенных случаях можно различить и «подсостояния». Вообще, конформационные переходы при работе АХР достаточно сложны. Неслучайно ацетилхолиновый рецептор был первым белком, для которого Ж.-П.Шанжё доказал справедливость концепции аллостерических переходов, предложенной ранее для некоторых ферментов и гемоглобина.

В результате вызванного агонистом открытия канала и катионного потока внутрь клетки мембраны деполяризуются и запускаются разнообразные процессы (например, активация

мышечного сокращения в нервно-мышечном сочленении).

Интерес к никотиновым ацетилхолиновым рецепторам значительно вырос после того, как обнаружили связывание радиоактивного α -бунгаротоксина с препаратами мозга млекопитающих, а затем доказали присутствие там самых различных подтипов нейрональных никотиновых рецепторов, в том числе и нечувствительных к α -бунгаротоксину. Большая группа таких рецепторов построена из субъединиц двух типов: девяти вариантов α ($\alpha 2$ — $\alpha 10$) и трех вариантов β ($\beta 2$ — $\beta 4$). Другая важная группа нейрональных АХР состоит из одинаковых субъединиц; из них лучше всего изучены рецепторы, построенные из пяти $\alpha 7$ -субъединиц. Эти субъединицы отличаются от всех остальных (включая и $\beta 1$, δ , γ и ϵ рецепторов мышечного типа) тем, что имеют дисульфидный мостик между соседними остатками Cys192—Cys193 (по нумерации $\alpha 1$ -субъединицы АХР *Torpedo*) в петле, участвующей в связывании агонистов и антагонистов.

По имеющимся сегодня данным, все известные типы нейрональных ацетилхолиновых рецепторов — пентамеры (т.е. построены из пяти одинаковых или различных субъединиц). Такой вывод основан на биохимических и электрофизиологических результатах, хотя ни для одного нейронального рецептора пока нет данных электронной микроскопии или рентгеноструктурного анализа.

Согласно экспериментальным данным, в гомоолигомерном $\alpha 7$ -АХР имеется пять центров связывания агонистов или антагонистов. Недавно обнаружили рецепторы, построенные из одних и тех же α - и β -субъединиц, но в разной стехиометрии, например из двух $\alpha 4$ - и трех $\beta 2$ -субъединиц или из трех $\alpha 4$ - и двух $\beta 2$ -субъединиц. Эти два подтипа сильно отличаются по сродству к никотину, что вносит еще большее разнообразие в вариативность структур и

функциональных активностей различных АХР.

Сравнительно недавно субъединицы нейрональных ацетилхолиновых рецепторов обнаружили и в клетках иммунной системы, кожи, легких. Эти так называемые «не-нейрональные» никотиновые рецепторы играют важную роль в регуляции воспалительных и ростовых процессов.

Ацетилхолин-связывающие белки моллюсков

Сейчас трудно сказать, как развивались бы структурно-функциональные исследования никотиновых рецепторов, если бы в 2001 г. не появилась кристаллическая структура ацетилхолин-связывающего белка (АХБ) из прудовика *Lymnaea stagnalis* [3]. Этот водорастворимый белок, соединяясь с ацетилхолином, модулирует нейротрансдукцию. Он содержит около 200 аминокислотных остатков, т.е. имеет тот же размер, что и N-концевой наружный домен всех субъединиц АХР. Общая гомология этого белка с ацетилхолиновым рецептором не более 25%, но у него есть все необходимые остатки для связывания различных агонистов и антагонистов, например, того же α -бунгаротоксина, что позволило выделить АХБ. Это свойство использовалось еще 30 лет назад при выделении никотинового ацетилхолинового рецептора *Torpedo*.

Ацетилхолиновый белок в растворе и кристалле образует пентамер (как и полноразмерные никотиновые рецепторы) и служит прекрасной структурной моделью «верхнего этажа» (т.е. наружного домена) всех никотиновых рецепторов. Рентгеноструктурный анализ АХБ дал информацию о топографии центров, связывающих лиганды в ацетилхолиновых рецепторах. В настоящее время известно более 30 кристаллических структур различных АХБ с агонистами, антагонистами, частичными

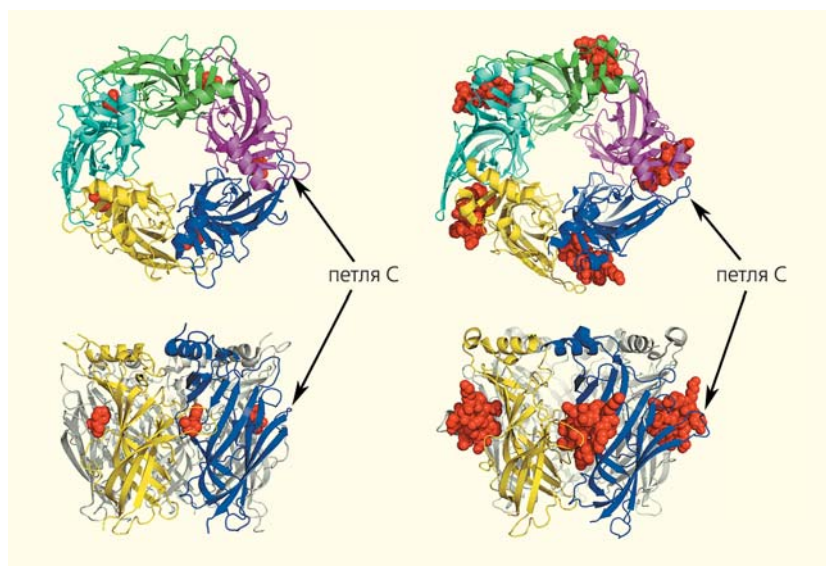


Рис.3. Графическое изображение кристаллических структур комплексов: слева — ацетилхолин-связывающего белка (АХБ) из *Lymnaea stagnalis* с агонистом никотином; справа — АХБ из *Aplysia californica* с конкурентным антагонистом α -конотоксином. Верхний ряд — вид сверху; нижний ряд — вид сбоку (желтым и синим цветом показаны две субъединицы АХБ). Для изображения лигандов (красный цвет) выбрано «сферическое» представление; для субъединиц (протомеров) АХБ — «ленточное». Одинаковые протомеры каждого белка окрашены в разные цвета; в обоих случаях показано расположение петли С для одного протомера. Петля С, в которой находятся остатки, непосредственно участвующие в связывании никотина и других агонистов, смещается к центральной оси молекулы (слева); в комплексах с такими антагонистами, как α -кобротоксин или α -ко-нотоксин, она смещена от центра к периферии молекулы до 10 Å (справа). Это говорит о том, что антагонисты (препятствующие открытию канала) и агонисты (открывающие канал) вызывают перегруппировки противоположного характера.

антагонистами и аллостерическими модуляторами (рис.3). Именно эти структуры и легли в основу моделирования связывающих участков в индивидуальных подтипах АХР.

От моллюсков к скату

Координаты АХБ использовали при анализе криоэлектронной микроскопии никотинового ацетилхолинового рецептора *T.marmorata* [2]. При этом удалось не только добиться атомного разрешения для наружного домена, но и получить картину с разрешением 4 Å для внутримембранной части и для прилегающего к мембране короткого фрагмента большой цитоплазматической петли (рис.4, а). Полученная структура подтвержда-

ет присутствие в каждой субъединице четырех α -спиральных трансмембранных фрагментов. Таким образом, появилась возможность сравнить пространственные структуры ацетилхолинового белка и наружного домена истинного никотинового рецептора мышечного типа. Более того, теперь можно было проверить (с помощью компьютерного моделирования), как в этом рецепторе реализуются контакты с агонистами или антагонистами, наблюдавшиеся в кристаллических структурах высокого разрешения соответствующих комплексов АХБ. С учетом структур рецептора *Torpedo*, кристаллических структур свободных АХБ и их комплексов создали компьютерные модели лиганд-связывающих доменов всех под-

типов нейрональных АХР и проанализировали их взаимодействие с самыми разнообразными лигандами.

С помощью мутаций, выбранных на основе кристаллических структур АХБ и структуры рецептора *Torpedo*, изучен возможный механизм работы АХР. Вероятно, конформационные изменения в области петли С, вызванные агонистами, передаются в область цистеиновой петли, находящейся вблизи мембранной поверхности. Эти изменения затрагивают ионную пару Glu45—Arg209 и влияют на взаимодействие нижней части наружного домена с петлями, соединяющей трансмембранные фрагменты М2 и М3. Отсюда конформационные изменения передаются во фрагменты М2, выстилающие стенки канала у всех никотиновых рецепторов, — и в итоге ионный канал открывается.

От бактерий к млекопитающим

Никотиновые ацетилхолиновые рецепторы наиболее хорошо изучены среди большого семейства лиганд-управляемых ионных каналов со сходной пространственной организацией. К нему относятся самые разные рецепторы: глициновые, ионотропные γ -аминомасляной кислоты (GABA-A), подтип 5HT-3 серотониновых и др. Гомология между аминокислотными последовательностями никотиновых ацетилхолиновых рецепторов и остальных членов семейства невелика, но их объединяет один и тот же тип укладки полипептидной цепи: большой внеклеточный домен, внутримембранный домен из четырех трансмембранных фрагментов, а также большой цитоплазматический домен. У них есть и еще одно общее свойство: наличие в наружном домене всех субъединиц цистеиновой петли Cys128—Cys142 (по нумерации α 1-субъединицы АХР *Torpedo*). Именно поэтому рецепторы указанного

семейства получили название Cys-петельных [4].

Недавно рецепторы, во многом похожие на ацетилхолиновые, и другие Cys-петельные, обнаружены в бактериях. Судя по нуклеотидной (и выведенной аминокислотной) последовательности, наличие четырех трансмембранных фрагментов не вызывает сомнения, но большая цитоплазматическая петля отсутствует. Можно было ожидать, что пространственные структуры микробных рецепторов и Cys-петельных лиганд-управляемых каналов млекопитающих подобны. Для двух таких белков (ELIC и GLIC из *Erwinia chrysanthemi* и *Gloeobacter violaceus*) получены кристаллические структуры с разрешением 3.3 и 2.9 Å соответственно; в первой канал, видимо, закрыт, а во второй — открыт [5]. Эти структуры (рис.4 б, в) в целом очень похожи на структуру рецептора *Torpedo*, а в своей верхней части — и на кристаллические структуры АХБ моллюсков, хотя имеются и некоторые отличия.

Сейчас такие структуры используют при построении моделей всех типов фармакологически важных Cys-петельных рецепторов млекопитающих. Это позволяет планировать эксперименты по выяснению тонких особенностей их взаимодействия с анестетиками, блокаторами и активаторами канала (как уже существующими, так и новыми лекарственными средствами). Путь к ним открывают структурно-функциональные исследования подобного рода [6].

Молекулярные основы эффектов

Напомним, что у человека многообразие подтипов никотиновых рецепторов обеспечивается различными соотношениями α - и β -субъединиц. За последние годы с помощью антител и токсинов доказано, что подтипы никотиновых рецепторов в отдельных областях мозга (или

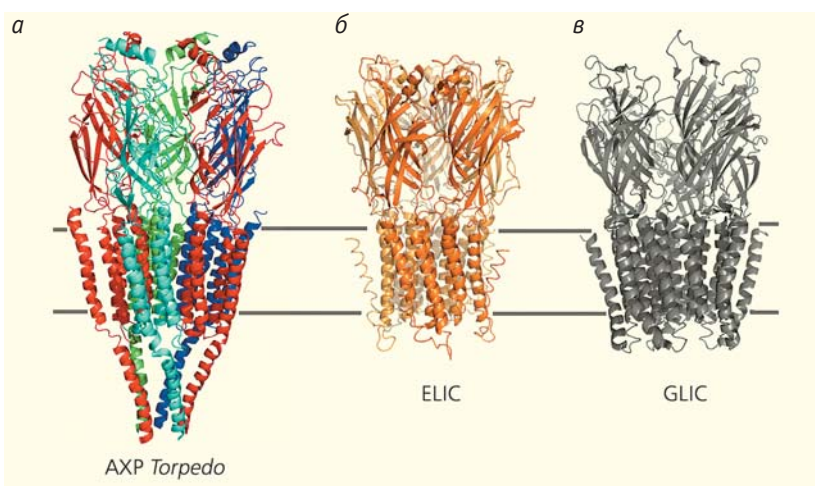


Рис.4. Структуры АХР из *Torpedo marmorata* в состоянии покоя (а), бактериальных рецепторов ELIC из *Erwinia chrysanthemi* (б) и GLIC из *Gloeobacter violaceus* (в). Субъединицы АХР $\alpha 1$, $\beta 1$, γ и δ окрашены в красный, зеленый, голубой и синий цвета, соответственно. Одинаковые субъединицы бактериальных белков окрашены в разные оттенки оранжевого и серого цветов.

различных тканях) значительно отличаются по чувствительности к никотину. Например, у рецептора, состоящего из $\alpha 4$ - и $\beta 2$ -субъединиц, сродство к никотину почти в 500 раз выше, чем у рецептора из пяти одинаковых $\alpha 7$ -субъединиц. Различия между индивидуальными подтипами АХР проявляются и в их связывании с никотином, в скорости активации и десенситизации (утрата чувствительности или адаптации). Это отражается и на физиологическом ответе (например, короткое или более длительное ощущение от выкуренной сигареты). Активацию и десенситизацию вызывает и сам ацетилхолин («родной» эндогенный лиганд АХР), но его избыток быстро убирает фермент ацетилхолинэстераза, не затрагивающий никотин. Именно поэтому никотин остается в синаптической щели достаточно долго, чем обуславливаются его эффекты даже невысоких концентраций.

Почему же столь различна эффективность связывания никотина с разными подтипами АХР? Однозначного ответа пока нет. Есть прекрасная модель комплекса никотина с ацетилхолин-связывающим белком. Однако это не полный рецептор,

а у рецепторов в лиганд-связывающих участках имеются гомологичные, но не идентичные остатки, а также множество иных (неконсервативных) фрагментов. Компьютерное моделирование позволяет построить модели связывания никотина с индивидуальными подтипами рецепторов, справедливость которых обычно проверяется мутациями. Но, как показано в недавних работах, при небольшой модификации структуры лиганда (агониста или антагониста) и при вариациях в аминокислотных остатках центров связывания возможны совсем иные контакты, чем предсказанные компьютерным моделированием [7].

Никотин и рак легких. Мы знаем, что никотин соединяется со своими рецепторами, в них открываются каналы и изменяется ионная проницаемость мембраны. Но почему одно и то же химическое вещество вызывает столь противоположные эффекты — от рака легких до снятия боли и улучшения памяти? Ученые сейчас только пытаются выяснить их молекулярные механизмы, но ряд фактов не вызывает сомнений. Во-первых, как упоминалось, никотиновые рецепторы присутствуют почти

езде в организме; есть они и в эпителиальной ткани легких, где их находят никотин и другие вредные компоненты дыма сигарет. Почему такое взаимодействие должно приводить к злокачественному росту? Однозначного и полного ответа пока нет, но имеется важная информация: при соединении никотина с присутствующими в легких подтипами АХР (в частности, $\alpha 7$) активируются некоторые ростовые факторы, которые стимулируют злокачественный рост. На клеточных линиях в нескольких лабораториях показано, что нейротоксины (например, α -бунгаротоксин), блокирующие $\alpha 7$ -АХР, замедляют рост раковых клеток. Однако в надежности таких эффектов недавно появились сомнения [8]. Именно поэтому, когда в нашем институте из яда среднеазиатской кобры выделили «нетоксичный слабый нейротоксин» (WТХ), блокирующий эти рецепторы [9], на него вместе с фирмой «Байер» (Германия) был получен патент как на возможное канцеростатическое средство.

Никотин и никотиновая зависимость. Если еще говорить о «плохом» никотине, то это, конечно, и никотиновая зависимость, в которой одну из основных ролей отводят рецептору $\alpha 4\beta 2$ с очень высоким сродством к никотину (активируется очень малыми концентрациями). Более того, известно, что при хроническом воздействии никотина количество его рецепторов временно увеличивается. Об этом

можно судить по значительному (в несколько раз) возрастанию связывания специфических радиоактивных лигандов (например, α -бунгаротоксина или эпитидаина), причем именно для рецепторов $\alpha 4\beta 2$ [10]. Значит, этот подтип АХР и есть одна из главных мишеней при разработке лекарств против никотиновой зависимости. Частичным агонистом именно этого подтипа служит недавно предложенное средство варениклин, выпускаемое американской фирмой «Pfizer» (см. рис.5).

Как показали опыты на животных, рецептор $\alpha 4\beta 2$ (на его долю приходится более 80% высокоаффинных центров связывания никотина в мозге) играет главную роль и в выведении никотина: оно значительно уменьшается при удалении $\beta 2$ -субъединицы, но увеличивается при суперэкспрессии $\alpha 4$ -субъединицы.

Однако рецептор $\alpha 4\beta 2$ — не единственный виновник никотиновой зависимости. За последние годы в ряде генов обнаружен полиморфизм одиночных нуклеотидов (single nucleotide polymorphism, SNP), который связывают с повышенным риском развития никотиновой зависимости и рака легких. Так, ряд SNP присутствует в кластере генов *CHRNA4-CHRNA3-CHRNA5*, кодирующих $\beta 4$ -, $\alpha 3$ - и $\alpha 5$ -субъединицы АХР. Недавно с помощью транскрипционной модели было продемонстрировано, что рецептор $\alpha 3\beta 4\alpha 5$ активируется меньшими концентрациями никотина, чем рецептор $\alpha 3\beta 2\alpha 5$,

благодаря замене одного остатка в $\beta 4$ -субъединице (S435 вместо R435 в $\beta 2$ -субъединице). При повышенной экспрессии субъединицы $\beta 4$ мышцы отказываются от питья воды, содержащей никотин, тогда как введение генной конструкции с $\alpha 5$, содержащей мутацию D398N (SNP, характерный для повышенного риска никотиновой зависимости), восстанавливает потребление никотина [11].

До недавнего времени полагали, что $\alpha 5$ -субъединица АХР не участвует в образовании лиганд-связывающих центров. Однако последняя работа говорит о ее вспомогательной роли в регуляции чувствительности никотиновых рецепторов к никотину. Согласно компьютерному моделированию, остатки S435 в $\beta 4$ - и N398 в $\alpha 5$ -субъединице располагаются в амфипатической спирали цитоплазматического домена примерно на одном расстоянии от поверхности мембраны. Это тоже удивительный факт, поскольку считается, что за регуляцию работы канала в основном отвечают остатки трансмембранных фрагментов M2.

Положительное действие никотина

Сегодня надежно доказано, что никотиновые рецепторы регулируют ряд важнейших процессов высшей нервной деятельности. Установлена и четкая зависимость между локализацией конкретного подтипа ацетилхолинового рецептора и выполняемой им функцией. Для нейрональных рецепторов (в отличие от мышечных) наиболее характерна пресинаптическая локализация, где они участвуют в выбросе самых различных нейромедиаторов, в том числе глутамата, дофамина и γ -аминомасляной кислоты (ГАВА). Такая функция особенно ярко выражена у $\alpha 7$ -никотинового рецептора, кальциевая проводимость которого сопоставима с таковой истинных кальциевых

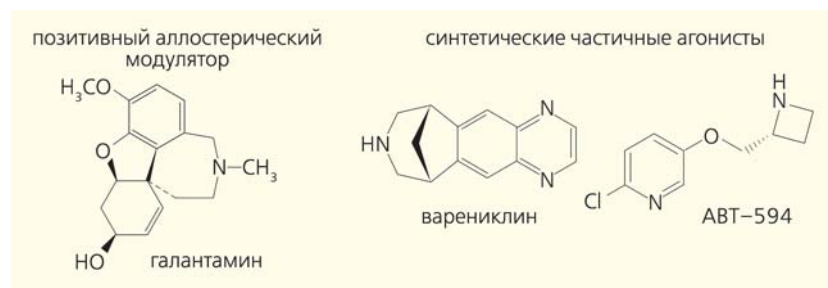


Рис.5. Структуры некоторых лигандов никотиновых АХР, используемых в качестве лекарственных препаратов.

каналов (а роль ионов Ca^{2+} в регуляции выброса медиаторов хорошо известна).

Еще до выяснения детальных механизмов было известно об участии индивидуальных подтипов АХР в конкретных видах нервной деятельности. Так, с использованием «нокаутных» мышей продемонстрирована роль $\beta 2$ -субъединицы в процессах обучаемости и развития памяти, а также необходимость $\alpha 4\beta 2$ -рецепторов для когнитивных процессов [12]. Стали ясны и причины связи между тягой к никотину (никотиновой зависимостью) и получением удовольствия. Это чувство в первую очередь зависит от уровня дофамина и активности дофаминовых рецепторов, а сейчас убедительно показано, что $\alpha 6$ -субъединицы и содержащие ее подтипы АХР располагаются на дофаминовых нейронах. Известно также, что при высоких уровнях $\alpha 4$ -содержащих АХР в дофаминергических пресинаптических окончаниях при хроническом воздействии никотина усиливается высвобождение дофамина. Не менее важные функции выполняют и $\alpha 7$ АХР, которых особенно много в гиппокампе, при этом их содержание и роль меняются в ходе развития организма. Имеются сведения, что $\alpha 7$ -АХР гиппокампа вовлечены в формирование долговременной памяти подобно NMDA- и другим глутаматным рецепторам.

Никотин, никотиновые рецепторы и нейродегенеративные заболевания. Во многих случаях четких представлений о функциях, присущих определенным подтипам АХР, нет, но есть убедительные данные о плохих последствиях, связанных с нарушенным уровнем содержания рецептора. Если количество рецептора при заболевании повышено, то необходимо снизить его и уменьшить соответствующую активность (например, при раке легких). Напротив, при ряде патологий содержание различных рецепторов уменьшается. Так, при шизо-

френии значительно снижается количество $\alpha 7$ АХР в мозге; больные, как правило, все заядлые курильщики, именно этим пытаются улучшить свое состояние [13]. Напомним, что при хроническом введении никотина активность этих рецепторов значительно возрастает (правда, в меньшей степени, чем для $\alpha 4\beta 2$ -рецепторов).

Еще один пример связи между уровнем нейрональных АХР и курением. Известно, что для курильщиков вероятность болезни Паркинсона примерно в два раза ниже, чем для некурящих. К сожалению, назвать какую-либо одну причину этого заболевания невозможно, а проявляется оно только тогда, когда большая часть дофаминовых нейронов уже разрушена [14]. Однако болезнь всегда сопровождается уменьшением числа связывающих центров для никотина. Таким образом, можно осторожно говорить, что у курильщиков проявляется и нейропротекторное действие никотина.

Другое нейродегенеративное заболевание, в которое вовлечены никотиновые рецепторы, — болезнь Альцгеймера. Она приводит к утрате когнитивных способностей, при этом нарушается работа всей холинергической системы (затрагиваются как ацетилхолиновые рецепторы, так и ферменты синтеза и транспорта ацетилхолина). Неслучайно в качестве паллиативных средств, помогающих больным недолго, используют ингибиторы ацетилхолинэстеразы (чтобы не снижать уровень ацетилхолина и активировать оставшиеся АХР). Некоторые из таких препаратов, например галантамин (см. рис.5), — не только ингибиторы ацетилхолинэстераз, но и позитивные аллостерические модуляторы: в их присутствии увеличивается амплитуда тока, вызываемого в $\alpha 7$ -АХР внесением агониста. Как уже отмечалось, фармацевтические фирмы возлагают большие надежды на такие соединения. В какой мере никотиновые рецепторы непо-

средственно участвуют в развитии болезни, пока сказать трудно. Согласно некоторым данным, $\alpha 7$ -АХР взаимодействует с β -амилоидным пептидом, образующим в мозге бляшки — один из наиболее важных критериев диагностики болезни Альцгеймера. Кроме того, это связывание способствует проникновению β -амилоидного пептида в нейроны, а значит, антитела против него могли бы стать одним из способов лечения. В электрофизиологических опытах β -амилоидный пептид ингибирует или усиливает токи в различных подтипах АХР, но до выяснения детального механизма такого действия еще далеко [15].

Никотиновые рецепторы и боль. Среди благотворных эффектов никотина давно известна его способность помогать преодолевать стресс и боль. Анальгетические эффекты привлекли особое внимание, когда в 90-х годах прошлого столетия в коже эквадорской лягушки открыли эпibatидин (см. рис.1). Это соединение очень эффективно снимает боль (блокирует проведение болевых сигналов). Однако его мишенью служат не рецепторы морфина (хорошо известны опиоидные рецепторы), а никотиновые рецепторы. Эпibatидин оказался эффективным агонистом рецепторов $\alpha 4\beta 2$; сегодня его радиоактивные производные широко используются в фармакологических исследованиях. Однако применять эпibatидин в качестве анальгетика нельзя, поскольку он связывается с остальными подтипами АХР и может вызвать нежелательные последствия. Тем не менее «структурную тему» эпibatидина использовала фирма «Abbott» (США), создававшая анальгетический препарат АВТ-594 (см. рис.5). Это средство прошло первые стадии клинических испытаний, но на конечной стадии выявились побочные эффекты. Тем не менее поиск и конструирование новых лекарственных препаратов, дейст-

вующих на никотиновые рецепторы, продолжается, и одним из успешных примеров служит уже упоминавшийся варениклин, помогающий преодолеть никотиновую зависимость.

* * *

Современная и (в еще большей степени) медицина ближайшего будущего должна быть сугубо индивидуальной. Дело в том, что очень многие лекарства не действуют на всех пациентов в равной степени. Сегодня необходимы данные расшифрованных геномов отдельных людей, чтобы в случае некоторых заболеваний однозначно поставить диагноз или увидеть большую или меньшую вероятность их возникновения с годами. По другим характеристикам генома (например, принадлежности к той или иной этнической группе) можно попытаться

предсказать эффективность того или иного лекарства. Однако новое лекарство должно быть придумано и сделано, а для этого необходимы структурные характеристики как самых разных природных или искусственно созданных биологически активных соединений, так и их мишеней в организме — связывающих белков, ферментов, рецепторов и ионных каналов.

Мы рассмотрели главным образом структуры двух взаимодействующих партнеров — никотина и его рецепторов. Слово «партнеры» использовано не случайно — они делают одно или несколько общих дел, но им не обязательно быть друзьями или врагами. Стоявшая перед нами задача — показать многообразие жизненно важных функций никотиновых ацетилхолиновых рецепторов в организме. Мы уделили достаточно

внимания «положительным» связям» никотина и его рецепторов (усилению устойчивости к стрессу и боли, повышению внимания, улучшению памяти) и имеющимся данным о молекулярных основах этих процессов. Соответствующая структурная информация накапливается сегодня и о двух абсолютно отрицательных, вредных и взаимозависимых связях — никотиновой зависимости и раке легких. Хочется надеяться, что информацию о положительных эффектах никотина никто не будет рассматривать как призыв к курению. Его угроза для развития рака легких абсолютно достоверна и печально убедительна, поэтому все усиливающийся запрет на курение в общественных местах безусловно оправдан и хочется надеяться на резкое сокращение числа курящих и в нашей стране. ■

Литература

1. *Changeux J.P., Taly A.* Nicotinic receptors, allosteric proteins and medicine // *Trends Mol. Med.* 2008. V.14. P.93—102.
2. *Unwin N.* Refined structure of the nicotinic acetylcholine receptor at 4 Å resolution // *J. Mol. Biol.* 2005. V.346. P.967—989.
3. *Brejč K., van Dijk W.J., Klaassen R.V. et. al.* Crystal structure of an ACh-binding protein reveals the ligand-binding domain of nicotinic receptors // *Nature.* 2001. V.411. P.269—276.
4. *Tsetlin V., Kuzmin D., Kasheverov I.* Assembly of nicotinic and other Cys-loop receptors // *J. Neurochem.* 2011. V.116. P.734—741.
5. *Hilf R.J., Dutzler R.* Structure of a potentially open state of a proton-activated pentameric ligand-gated ion channel // *Nature.* 2009. V.457. P.115—118.
6. *Nury H., Van Renterghem C., Weng Y. et. al.* X-ray structures of general anesthetics bound to a pentameric ligand-gated ion channel // *Nature.* 2011. V.469. P.428—431.
7. *Brams M., Pandya A., Kuzmin D. et. al.* A structural and mutagenic blueprint for molecular recognition of strychnine and d-tubocurarine by different Cys-loop receptors // *PLoS Biol.* 2011. V.9. №3. P.e1001034.
8. *Alama A., Bruzzo C., Cavaliere Z. et. al.* Inhibition of the nicotinic acetylcholine receptors by cobra venom α -neurotoxins: is there a perspective in lung cancer treatment? // *PLoS One.* 2011. V.6. №6. P.e20695.
9. *Utkin Y.N., Kukbtina V.V., Kryukova E.V. et. al.* Weak toxin from *Naja kaouthia* is a nontoxic antagonist of $\alpha 7$ and muscle-type nicotinic acetylcholine receptors // *J. Biol. Chem.* 2001. V.276. P.15810—15815.
10. *Nashmi R., Xiao C., Deshpande P. et. al.* Chronic nicotine cell specifically upregulates functional $\alpha 4^*$ nicotinic receptors: basis for both tolerance in midbrain and enhanced long-term potentiation in perforant path // *J. Neurosci.* 2007. V.27. P.8202—8218.
11. *Frahm S., Slimak M.A., Ferrarese L. et. al.* Aversion to nicotine is regulated by the balanced activity of $\beta 4$ and $\alpha 5$ nicotinic receptor subunits in the medial habenula // *Neuron.* 2011. V.70. P.522—535.
12. *Picciotto M.R.* Knock-out mouse models used to study neurobiological systems // *Crit. Rev. Neurobiol.* 1999. V.13. P.103—149.
13. *Ischikawa M., Hashimoto K.* $\alpha 7$ Nicotinic acetylcholine receptor as a potential therapeutic target for schizophrenia // *Curr. Pharm. Des.* 2011. V.17. P.121—129.
14. Нейродегенеративные заболевания. Фундаментальные и прикладные аспекты / Под ред. М.В. Угрюмова. М., Наука. 2010. С.447.
15. *Arneric S.P., Holladay M., Williams M.* Neuronal nicotinic receptors: a perspective on two decades of drug discovery research // *Biochem. Pharmacol.* 2007. V.74. P.1092—1101.

Как одна экологическая ниша два рода прокормила

...Описав серию форм как отдельные виды, я рвал свою рукопись и делал из них один вид, снова рвал и делал их отдельными, а затем опять объединял (такие случаи со мной бывали); я скрежетал зубами, проклинал виды и спрашивал, за какие грехи я осужден на такие муки...

Из письма Ч.Дарвина Дж.Д.Гукеру

С.В.Наугольных

Идея эволюции, развития всего сущего, живет с человечеством с Античности, с первых попыток объяснить, как возникло разнообразие органического мира и как появился человек. Вспомним «Протагора» Платона. Рассуждая о возможности научить добродетели, Протагор рассказывает миф:

...Было некогда время, когда боги-то были, а смертных родов не было. Когда же и для них пришло предназначенное время рождения, стали боги создавать их в глубине земли, из земли и огня, примешав еще и того, что вступает в соединение с огнем и землей. Когда же вознамерились боги вывести их на свет, то приказали Прометею и Эпиметею украсить их и распределить способности, подготавливая каждому роду... (перевод Вл.С.Соловьева).

Слово «род» имеет двойственное значение. Это и степень близости, связывающая членов одной общины чуть ли не со времен палеолита, и общность внутреннего сходства. В последнем значении это слово иногда применяется и к неодушевленным предметам. Таковыми были «минеральные виды», «роды» и «семейства» геогностов позапрошлого века.

В современной биологии при обсуждении эволюционных процессов в качестве главной, базовой единицы обычно используется понятие вида. К ро-



Сергей Владимирович Наугольных, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Геологического института РАН. Область научных интересов — палеоэкология, систематика и эволюция высших растений, изучение палеопочв. Постоянный автор «Природы».

дам и, уж конечно, к таксонам более высокого ранга, часто возникает некоторое предубеждение, связанное с договорной основой этих категорий. Многие систематики предусматривают, что такие таксоны — это результат компромисса между специалистами, принимающими данный род (семейство и т.д.) как условное объединение видов по определенной степени родства.

Но и в быту, и в биологической практике люди часто обращаются не к видам, а именно к родам. Мы говорим «клен» (*Acer*), «береза» (*Betula*), «сосна» (*Pinus*), «заяц» (*Lepus*), «медведь» (*Ursus*), не ссылаясь на конкретный вид данного растения или животного.

Как выясняется, это не случайно. В действительности у ро-

дов и даже более высоких таксонов обнаруживают тесно связанные между собой системные свойства [1, 2]. Это заставляет считать «род» вполне естественной категорией. Об одной интересной особенности эволюционных процессов, происходящих на родовом уровне, и пойдет речь.

Феномен парных родов

В систематике ископаемых растений известны случаи, когда два очень близких рода из одних и тех же или смежных по возрасту отложений отличаются на фрагментарном материале весьма небольшим набором признаков (а иногда даже единственным). Эти диагностичес-

кие признаки (или признак), несмотря на сходство анализируемых родов, могут быть настолько важными, что признанные специалисты без сомнения относят данные формы к разным (пусть даже и близкородственным) родам.

Особенно часто такие «парные роды» (назовем их так) встречаются во временной окрестности крупных биосферных перестроек. В чем же может заключаться эволюционная природа этого явления?

Безусловное морфологическое сходство парных родов указывает на то, что, скорее всего, они занимали очень близкие экологические ниши и конкурировали между собой в пределах одного сообщества или группы смежных сообществ.

В процессе выработки приспособлений в какой-либо группе общий уровень организации может и не повышаться (по А.Н.Северцову это идиоадаптация [3]). Обычно считается, что при этом представители рода или близких родов одного семейства, находящиеся примерно в одинаковой степени развития, при освоении различных экологических ниш вырабатывают признаки, наиболее соответствующие конкретной нише. В идеале действие этих процессов по закону Гаузе (принципу конкурентного взаимоисключения) приводит к системе «одна экологическая ниша — один вид».

Что касается парных родов, то имеется в виду эволюция внутри исходно единого сообщества и, как правило, в пределах одной экологической ниши. Далее, в ходе эволюции парные роды (потомки общего рода-предка) могут быть разделены географически или же один из них вымрет (иногда только на какой-то одной территории).

Способно ли появление одного или немногих важных признаков привести к расщеплению экологической ниши (а точнее, адаптивного пространства), к которой был приспособлен

предковый род? Это главный вопрос, возникающий при анализе феномена парных родов.

В случае с высшими растениями большое, вероятно, даже определяющее, значение могли иметь признаки, связанные с процессами размножения: со временем прорастания семян или продолжительностью периода репродуктивной активности. Помимо этого, для расщепления экологической ниши, видимо, важна и длительность сезонной вегетации. Именно это послужило бы материалом для естественного отбора, если в ходе эволюции таксоны разделялись не географически (как это происходит при аллопатрическом видообразовании), а вследствие несовпадения жизненных ритмов или, скажем, благодаря особенностям репродуктивных процессов. Например, растению достаточно перейти на другой тип пыльцы, оплодотворяющей семязачатки, как это тут же скажется на всей его биологии. Разумеется, такой переход уже и сам по себе станет важным структурным преобразованием (парадоксально — но растение может практически сохранить фенотипический архетип, форму роста и т.п.).

Такие эффекты, обусловленные появлением (или исчезновением) тесно связанных единичных признаков и предполагаемых перестроек репродуктивного цикла, мне кажется, можно назвать «*супраидеоадаптивными*». С одной стороны, они не вписываются в классическую северцовскую схему идиоадаптивных преобразований, а с другой — связаны с филогенетической дивергенцией исходного таксона в результате адаптивных процессов. «Супраидеоадаптивные» события и эффекты возникают не как результат прямого приспособления к условиям среды, а, скорее, как следствие оптимизации потребления ресурсов и коэволюции близкородственных таксонов в одном сообществе.

Парные роды высших растений

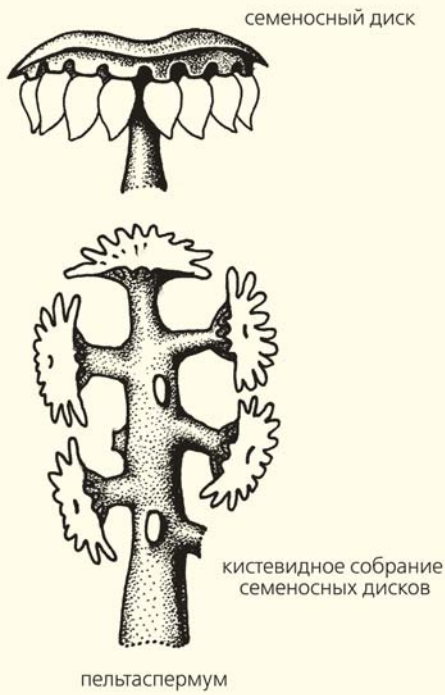
Примеров парных родов, указывающих на эволюционные супраидеоадаптивные эффекты среди ископаемых высших растений можно привести довольно много. Все они объединяются большим морфологическим сходством, а также приуроченностью к одним и тем же или очень близким по возрасту отложениям. Большинство из таких парных родов, имевших единого общего предка, произрастали в одном регионе и в одинаковых фитоценозах.

В качестве таких примеров приведу две пары родов позднепалеозойских голосеменных, относящихся к двум семействам (*Angaropeltaceae* и *Vetlugospermataceae*) порядка пельтаспермовых (*Peltaspermales*). Ископаемые остатки растений одной пары (пермоксилокарпус и сылкокарпус) встречаются в отложениях нижней перми в Среднем Приуралье, а другой — в отложениях верхней перми и/или нижнего триаса (навипельта) и нижнего триаса (ветлугоспермум) Русской платформы.

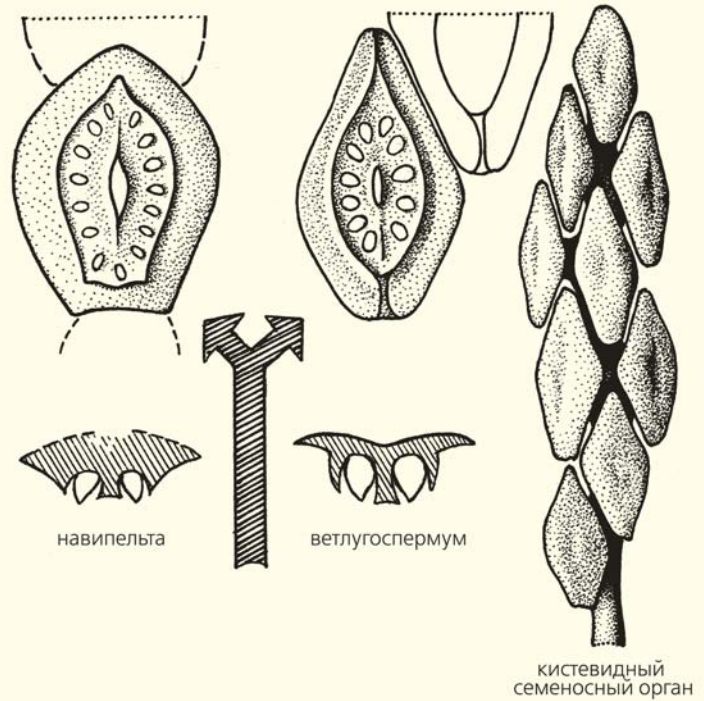
У растений первых двух родов (оба монотипные) — пермоксилокарпуса (*Permoxylocarpus*) и сылкокарпуса (*Sylvocarpus*), — строение женских репродуктивных органов очень сходно. И, тем не менее, есть явные отличия в рельефе поверхности семенных капсул: у сылкокарпуса она гладкая, а у пермоксилокарпуса на ней отчетливо видны хорошо развитые радиальные ребра. Второе отличие — разная степень замкнутости краевых частей семенных капсул, отражающая уровень защищенности семязачатков.

Каждая семенная капсула пермоксилокарпусов, внутри которой созрели от 14 до 16 семян, имела ножку. Сильно загнутые книзу края капсулы (ее средний диаметр 12–14 мм) не доходили до ножки всего на один миллиметр и, следовательно,

пельтаспермовые



ветлугоспермовые



ангаропельтовые

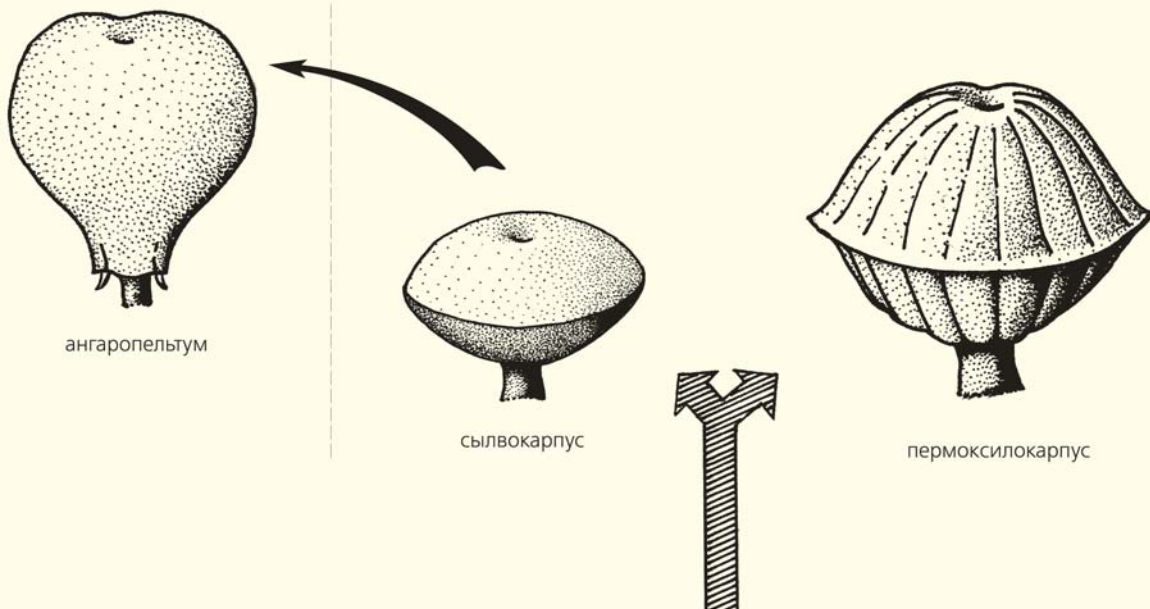


Схема образования парных родов из двух семейств голосеменных за счет супраидиадаптации (расходящиеся стрелки). Слева сверху — одиночный семенной диск и кистевидное собрание семенных дисков, принадлежащих предковому роду пельтаспермовых. На верхней схеме показаны семенные щитки и их поперечные сечения навипельты и ветлугоспермума, справа сверху — реконструкция части кистевидного собрания семенных щитков. Изображение навипельты дано по реконструкции [4, фиг. 1, 2]. Внизу семенные капсулы пермосилокарпуса исылвокарпуса и его предполагаемого потомка ангаропельтума (прежнее название — кардиолепис, рисунок по реконструкции [5, 6]).



Семенная капсула *Permoxylocarpus trojanus* (1 — фотография образца, 2 и 3 — прорисовки по фотографиям) и реконструкция семенной капсулы ангаропельтовых (4). Стрелкой показан путь проникновения насекомых-опылителей к семязачаткам.

но, оставляли семенной орган полузамкнутым.

Растения рода сылкокарпус имели семенные капсулы (их диаметр не превышал 6 мм), края которых практически доходили до ножки фруктификации. Таким образом, внутреннее пространство, где вызревали пять-шесть семязачатков, было почти полностью закрытым.

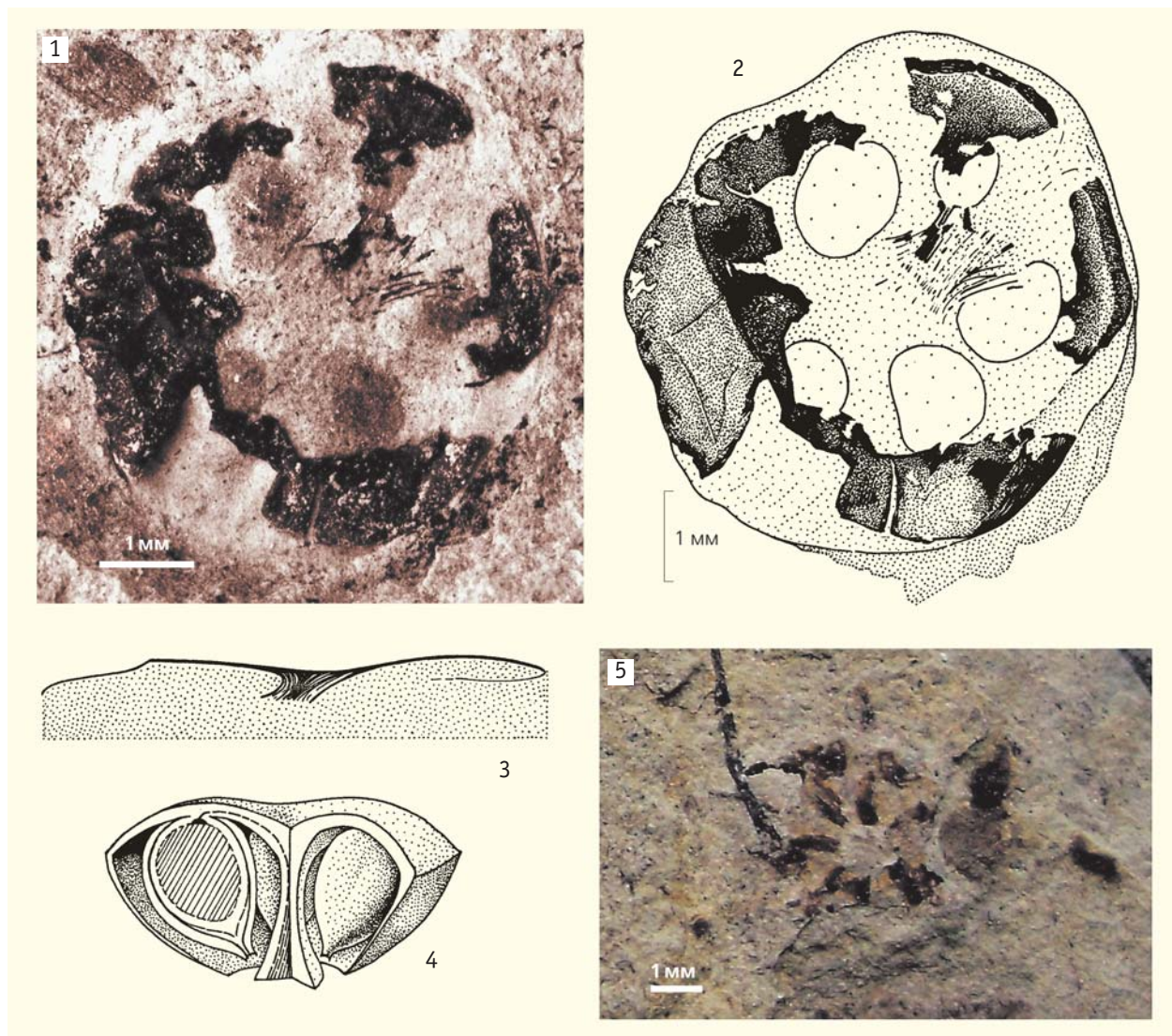
Само по себе появление семенных капсул, произошедших от открытых семенных дисков классических пельгаспермовых [5], было важным ароморфозом (повышением уровня организа-

ции), возможно, связанным с переходом от ветроопыления к опылению насекомыми [7]. Но каким образом пермосилокарпус и сылкокарпус со столь сходным строением семенных органов сосуществовали в одном экологическом пространстве?

Мне думается, что растения двух близких родов могли быть изолированы друг от друга, например, по времени опыления или созревания семян. Так проявился эффект супраидиадаптации.

У представителей второй пары парных родов — навипельты

(*Navipelta*) и ветлугоспермума (*Vetlugospermum*) семенные щитки, в отличие от большинства остальных представителей пельгаспермовых, были билатерально-симметричными, однако на несущих осях они, скорее всего, сидели по-разному. У навипельты предположительно верхний край щитка был заострен, а в середине нижнего края была выемка. Логично предположить, что на фертильном побеге щитки располагались строго один над другим, так что верхний заостренный край одного примыкал к выемке друго-



Семенная капсула *Sylvocarpus armatus* Naug. 1 — фотография голотипа; 2 — прорисовка голотипа, показывающая пять семенных рубцов; 3 — предполагаемое поперечное сечение через центральную часть голотипа; 4 — реконструкция семенной капсулы сывокарпуса; 5 — верхняя часть семенной капсулы сывокарпуса с шестью семенными рубцами.

го. Таким образом, щитки навипельты образовывали плотные, смыкающиеся вертикальные ряды. У ветлугоспермума щитки тоже смыкались, но, судя по их ромбической форме, ряды эти были не вертикальными, а наклонными, и располагались на побеге по спирали.

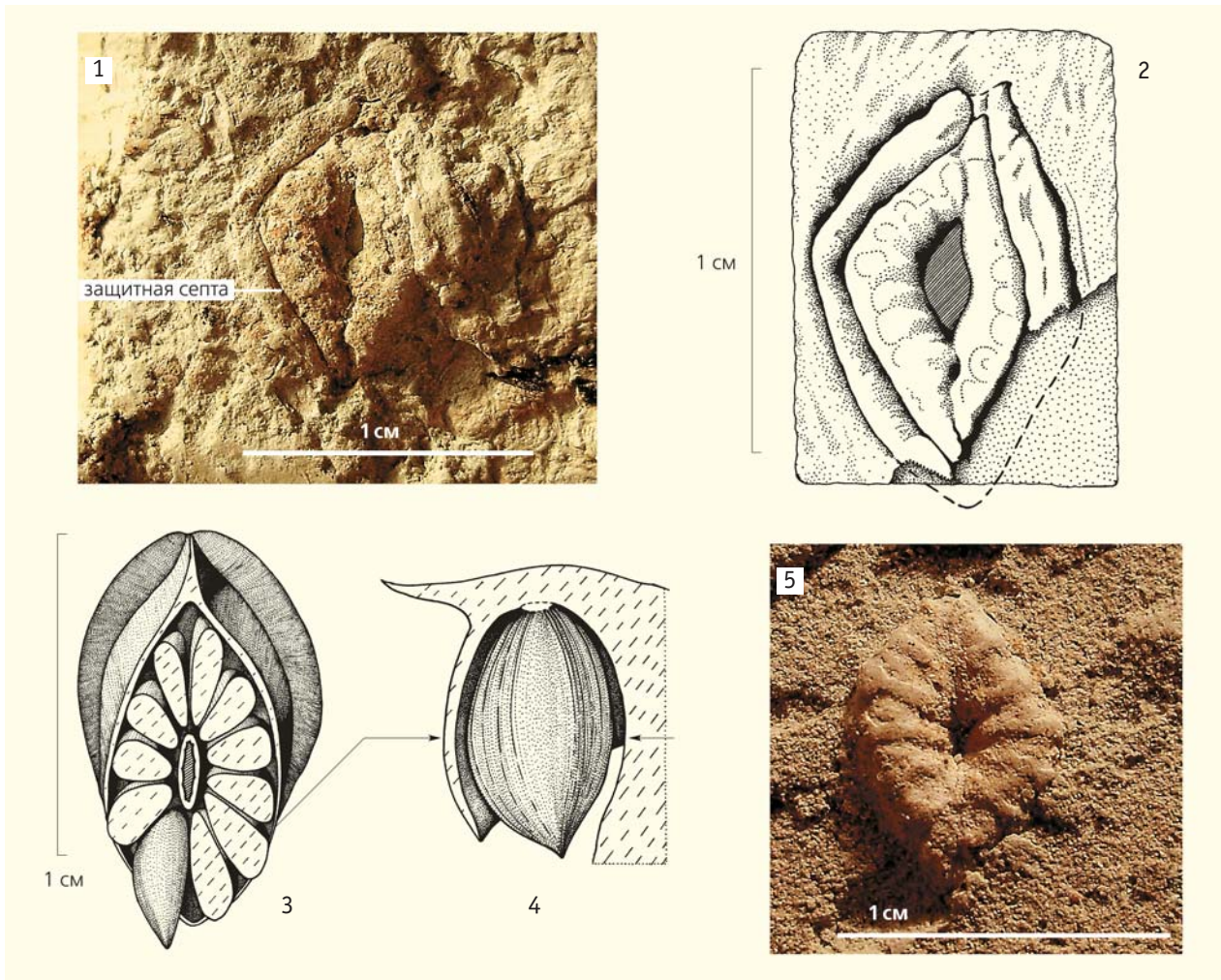
Еще одно исключительно важное различие между навипельтой и ветлугоспермумом — наличие на семенном щитке последнего защитной септы, важного новообразования, способствовавшего защите семязачатков. Защитная септа косвен-

но указывает на иной тип опыления семязачатков. Открытые семенные щитки навипельты вполне могли быть ветроопыляемыми, как и у всех классических представителей пельтаспермовых, однако семязачатки ветлугоспермума, прикрытые защитной септой, были, скорее всего, приспособлены к опылению членистоногими.

Но, несмотря на ряд различий, оба рода очень близки морфологически и, безусловно, происходят от одного общего предка. Следует добавить, что, судя по новейшим стратиграфи-

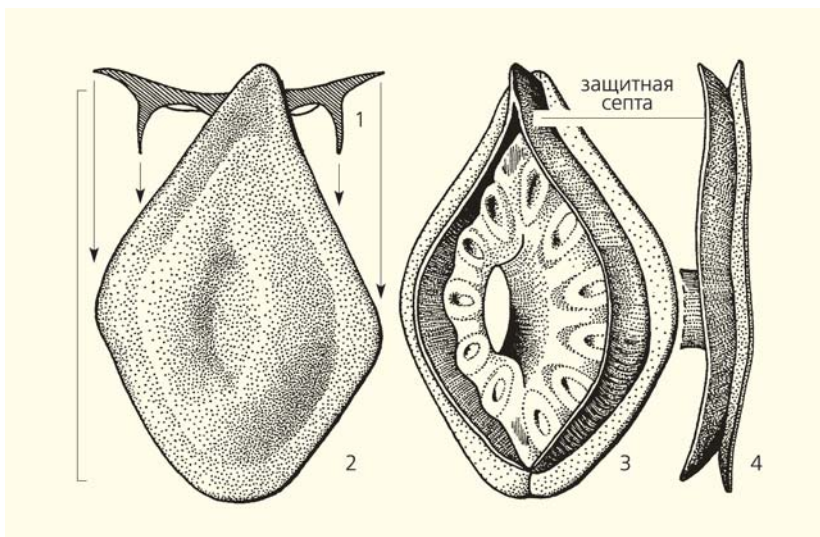
ческим данным, возраст обоих родов был примерно одинаковым. Произрастали эти растения в начале триаса на Русской платформе.

Обе пары парных родов (тавтология неизбежна) — хороший пример супраидоадаптивных процессов в эволюции единой филетической ветви. Морфологически очень близкие роды могли резко обособиться, предположительно, за счет репродуктивной стратегии, благодаря появлению одного-двух важных структурных морфологических признаков. Возможно, проявле-



Строение семенных органов ветлугоспермума. 1 — фотография экземпляра, сохранившегося в виде объемного отпечатка нижней (адаксиальной) поверхности семенного органа, отмечена защитная септа; 2 — детальная прорисовка того же экземпляра, защитная септа сохранилась в виде глубокой щели, окружающей семенной щиток по периметру; 3 — реконструкция семенного органа, поперечное сечение через семена и защитную септу (одно из семян показано целым); 4 — схема прикрепления семени к семенному щитку, слева видна защитная септа; 5 — объемный отпечаток нижней (адаксиальной) поверхности семенного органа, хорошо видны округлые семенные рубцы; защитная септа вместе с внешней каймой репродуктивного органа были оборваны до захоронения остатка.

Реконструкция семенного органа ветлугоспермума. 1 — сечение через семенной щиток (условно показано положение овальных семенных рубцов); 2 — верхняя (абаксиальная) поверхность семенного щитка; 3 — строение нижней (адаксиальной) поверхности семенного щитка (хорошо видны овальные семенные рубцы и защитная септа); 4 — вид на семенной щиток сбоку.



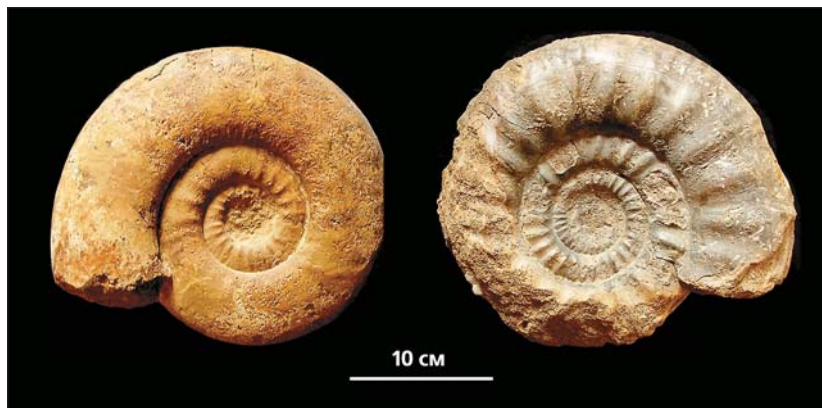
нию супраидиадаптивного эффекта способствовали обострение конкурентной борьбы за ресурсы, стремление к оптимизации их использования с неизбежным, как следствие, расщеплением экологических ниш в условиях биосферной перестройки на рубеже перми и триаса, на которую пришлось время существования этих парных родов.

А нет ли примеров парных родов среди других высших растений позднего палеозоя и мезозоя? Оказалось, что их довольно много. Более того, обратившись к палеозоологам на предмет обсуждения выявленных закономерностей, я с удивлением понял, что среди ископаемых животных примеров парных родов ничуть не меньше.

Парные роды животных

Хорошо известны крупные и эффективные раковины среднеюрских аммонитов очень близких родов *Indosphinctes* и *Choffatia*, различающиеся скульптурой раковин и скоростью навивания оборотов. Их систематическая самостоятельность признается большинством палеонтологов-«аммонитологов». Встречаются аммониты в одном местонахождении (у села Никитино, на правом берегу Оки в Рязанской обл.) и даже в одном слое. Это типичный пример парных родов. А вот еще один — среднеюрские аммониты родов *Lunuloceras* и *Hecticoceras*. Они постоянно встречаются вместе и вообще неотличимы на ранней стадии развития, но раковины взрослых форм, а тем более на геронтической фазе, различаются очень существенно.

Если проанализировать современный органический мир, то без особого труда можно будет найти примеры парных родов с очень близкой морфологией, но серьезно различающиеся своим поведением. Возьмем для примера два рода рыб-бабочек, прекрасно известных всем россиянам, отдыхающим на Крас-



Раковины парных родов среднеюрских аммонитов *Indosphinctes* (слева) и *Choffatia* (экземпляр предоставлен Д.В.Бувевым).



Современные тропические рыбы-бабочки семейства щетинозубовых из Красного моря. Вверху — *Chaetodon* (*Ch. auriga*), длина тела 18 см; внизу — *Heniochus* (*H. intermedius*), длина тела 12 см.

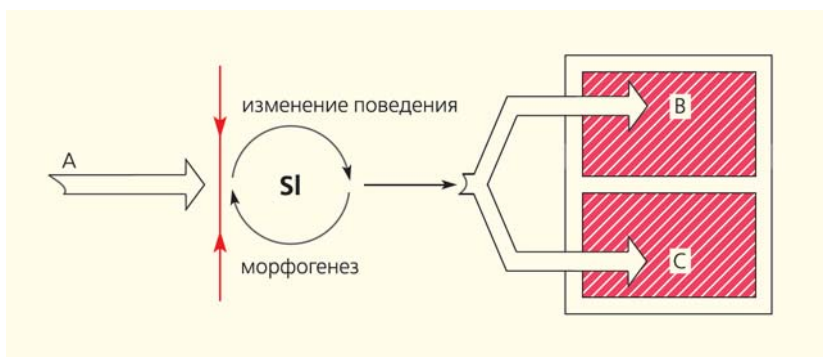


Схема развития супраидеоадаптивных процессов, приводящих к образованию парных родов. А — исходный род, вертикальные стрелки означают обострение борьбы за существование, сокращение ресурсов; SI — супраидеоадаптивный процесс, взаимодополняющие неморфологические и морфогенетические изменения, образующие систему с обратной связью; В, С — парные роды, обитающие в пределах единого экологического пространства (черный прямоугольник), но разделенные по неморфологическим признакам (поведенческое пространство показано диагональной красной штриховкой).

ном море: *Chaetodon* и *Heniochus*. Эти тропические рыбки, относящиеся к одному семейству щетинозубовых (*Chaetodontidae*), сходны по морфологии, общему размеру и расцветке и населяют одни и те же сообщества коралловых рифов в Красном море и в близлежащих акваториях. Но при таком поразительном сходстве и близком соседстве они существенно различаются этологически, о чем, кстати сказать, очень хорошо осведомлены

аквариумисты [8]. Снова супраидеоадаптивный эффект?

По моему глубокому убеждению, отбор по поведенческим признакам не менее важен для эволюционного процесса, чем отбор собственно по морфологическим признакам. Увы, их не удастся наблюдать при работе с палеонтологическим материалом — но зато можно дедуктивно выводить из всего комплекса наблюдений [9]. Именно этологический отбор может обуслови-

вать супраидеоадаптивные явления в эволюции близких родов.

* * *

Попробую кратко обозначить основные составляющие супраидеоадаптивного процесса. Они могут включать:

— эволюционное (идеоадаптивное) развитие исходного рода;

— сокращение ресурсов (не только за счет уменьшения их количества, но и в результате увеличения плотности населения экотопа);

— начало действия взаимодополняющих процессов морфогенеза и разделения адаптаций, представляющих собой систему с обратной связью;

— супраидеоадаптацию — разделение исходного рода на два парных по неморфологическим и морфологическим признакам в рамках единого экологического пространства.

Я вполне отдаю себе отчет в спорности некоторых высказанных мыслей. Но уверен, что эволюционное учение — не догма, принятая раз и навсегда, а потому следует обсуждать его положения, спорить — и в конечном итоге узнаем больше о многообразии окружающего мира и законах его развития. ■

Литература

1. Барсков И.С. Морфофункциональный анализ спирально свернутой раковины головоногих моллюсков // Современная палеонтология. Т.1. М., 1988. С.139—159.
2. Марков А.В., Наймарк Е.Б. Количественные закономерности макроэволюции. Опыт применения системного подхода к анализу развития надвидовых таксонов. М., 1998.
3. Северцов А.Н. Главные направления эволюционного процесса. М., 1967.
4. Karasev E.V. A new genus *Navipelta* (Peltaspermales, Pteridospermae) from the Permian/Triassic Boundary Deposits of the Moscow Syncline // Paleontological Journal. 2009. V.43. №10. P.1262—1271.
5. Meyen S.V. The Carboniferous and Permian floras of Angaraland: a synthesis // Biological Memoirs. 1982. V.7. P.1—109.
6. Meyen S.V. Basic features of gymnosperm systematics and phylogeny as shown by the fossil record // Bot. Rev. 1984. V.50. №1. P.1—111.
7. Naugolnykh S.V., Oskolski A.A. An advanced peltasperm *Permoxylocarpus trojanus* Naug. from the Lower Permian of the Urals (Russia): an ancient case of entomophily in gymnosperms? // Wulfenia. 2010. V.17. P.29—43.
8. Телегин А.В., Судариков А.Ю., Опаленко М.А. // <http://www.aqualogo.ru/book6>
9. Наугольных С.В. Палеоэкологический палимпсест // Природа. 2011. №2. С.69—75.

Какую воду пьют жители юга России?

А.В.Четверикова

Проблема обеспечения населения, промышленности и сельского хозяйства водой необходимого качества сегодня стоит очень остро. Особое внимание уделяется источникам пресной питьевой воды, а именно подземным водам. Как правило, они, в отличие от поверхностных, имеют более высокое качество и лучше защищены от загрязнения, а их характеристики менее подвержены многолетним и сезонным колебаниям. Именно поэтому подземные воды относят к приоритетным источникам чистой питьевой воды как в России, так и в мире. Казалось бы, для хозяйственно-питьевого водоснабжения целесообразно использовать только их. Но, к сожалению, все не так просто.

Подземные источники требуемого масштаба часто находятся довольно далеко от потребителя, и воду приходится транспортировать на значительные расстояния [1]. Кроме того, и это главное, постоянно повышается антропогенная нагрузка на подземные воды, что ведет к ухудшению их качества. Развивается промышленность — растет загрязнение.

Качество подземных вод определяется физическими, химическими и санитарно-бактериологическими показателями*.

* Подробная оценка качества вод суши выполнена А.М.Никаноровым на основании анализа данных наблюдений Росгидромета [2].

© Четверикова А.В., 2012



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

В России эти показатели регламентируются Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» (СанПиН 2.1.4.1074-01) [3].

Химические показатели характеризуют химический состав воды, который нормируется по предельно допустимой концентрации (ПДК). Под ПДК понимается такая концентрация химических элементов и их соединений в окружающей среде, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений. Очевидно, что если содержание отдельных химических веществ в воде не пре-

вышает ПДК, то такая вода считается чистой и ее можно пить.

В качестве примера рассмотрим юг европейской территории России**. Для нашего исследования были выбраны элементы, наиболее опасные с санитарно-эпидемиологической точки зрения, а также вещества, выявленные в подземных водах в наибольшем количестве, — аммиак, аммоний, мышьяк, общее железо, нефтепродукты и металлы второго и третьего классов опасности. Металлы второго класса опасности в подземных водах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования на юге России представлены барием, свинцом, стронцием, кадмием, литием и алюминием [3], а металлы третьего класса — марганцем и никелем.

** Удельное потребление подземных вод здесь составляет 122,92 л/сут на человека, в то время как поверхностных — значительно меньше, всего 94,40 л/сут [4].



Схематическая карта превышения в подземных водах ПДК металлов II и III классов опасности.

Согласно медико-экологическим данным, повышение концентраций всех перечисленных веществ в воде может приводить к различным по степени тяжести заболеваниям.

Мышьяк вызывает поражение нервной системы, кожи и органов зрения, а в совокупности с другими загрязняющими веществами увеличивает риск развития раковой патологии [5].

Постоянный прием внутрь воды с повышенным содержанием аммония приводит к хроническому ацидозу.

Железо вызывает раздражение кожи и слизистых, аллергические реакции, болезни крови.

Нефтепродукты (из-за входящих в их состав низкомолекулярных алифатических, нефтяных и особенно ароматических углеводородов) оказывают токсическое и в некоторой сте-

пени наркотическое воздействие на организм, поражая сердечно-сосудистую и нервную системы.

Барий относят к токсичным ультрамикрорелементам, однако сам этот элемент не считается мутагенным или канцерогенным. Токсичны его соединения (за исключением сульфата бария, применяемого в рентгенологии). Они негативно влияют на нервную, сердечно-сосудистую и кровеносную системы.

Свинец поражает органы кроветворения, почки, нервную систему, вызывает сердечно-сосудистые заболевания, авитаминозы С и В. Избыток свинца в организме женщины может приводить к бесплодию [6].

Стронций вызывает поражение костного аппарата (стронциевый рахит). Этот элемент с большой скоростью накапливается в организме ребенка до четырехлетнего возраста, в период активного формирования костной ткани. Обмен стронция изменяется при некоторых заболеваниях органов пищеварения и сердечно-сосудистой системы.

Кадмий относят к токсичным (иммунотоксичным) элементам. Многие его соединения ядовиты. Высокая концентрация кадмия в воде ведет к онкологическим и сердечно-сосудистым заболеваниям, к поражениям костного аппарата (болезнь «итай-итай») и почек. Кадмий нарушает течение беременности и родов.

Механизм токсического действия лития на организм человека остается малоизученным. Возможно, литий влияет на механизмы поддержания гомеостаза натрия, калия, магния и кальция. При длительном воздействии лития обычно развиваются гиперкалиемия и дисбаланс Na/K [5].

Токсичность алюминия проявляется в нарушениях обмена веществ (в особенности минерального) функций нервной системы, памяти, двигательной активности. В некоторых исследованиях алюминий связывают с поражениями мозга, характер-

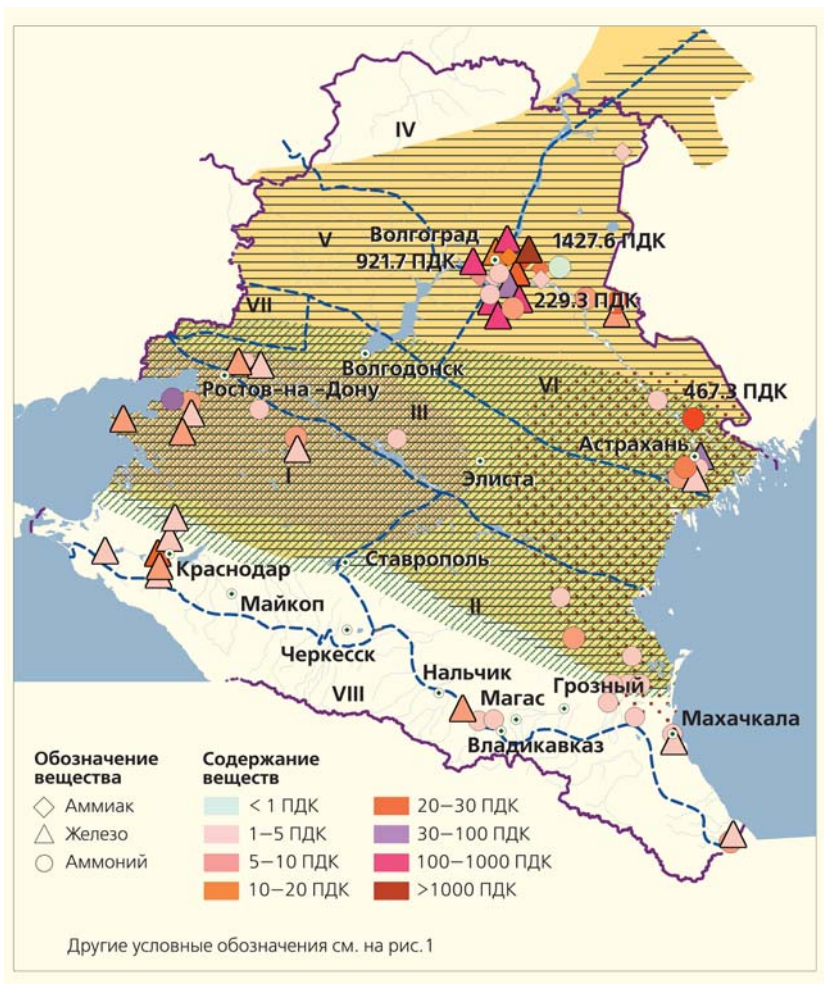
ными для болезни Альцгеймера (при этом повышенное содержание алюминия отмечается в волосах) [7].

Никель вызывает поражение сердца, печени, органов зрения (кератиты).

Марганец снижает проводимость нервного импульса. В результате повышается утомляемость, возникает сонливость, снижаются быстрота реакции, работоспособность, появляются головокружение, депрессивные и подавленные состояния. Особенно опасны отравления марганцем для детей и беременных женщин.

Попробуем разобраться, воду какого качества пьют жители юга европейской территории России. На схематических картах, составленных по данным ФГУП «Гидроспецгеология» за 2009 г., показано превышение ПДК различных веществ и элементов в подземных водах основного эксплуатируемого водоносного комплекса (т.е. нескольких водоносных «слоев», из которых производится добыча подземных вод) — четвертичного. На картах приведены как площадные данные, так и превышения ПДК веществ и элементов в отдельных точках. Необходимо отметить, что отмеченные на карте области превышения ПДК бора, стронция, сульфатов, хлоридов и фтора [8] указывают не на повышенное содержание этих элементов по всей территории, а лишь на большую вероятность обнаружения высоких концентраций рассматриваемых веществ в обозначенной области.

Очевидно, что превышение ПДК аммиака, аммония, мышьяка, общего железа, нефтепродуктов, бария, свинца, стронция, кадмия, лития, алюминия, марганца и никеля приурочено в основном к крупным городам и промышленным центрам, а также к участкам недр, испытывающим влияние хозяйственной деятельности. В целом же на юге европейской территории России региональных изменений



Схематическая карта превышения в подземных водах ПДК аммония, аммиака и общего железа.

гидрогеохимического состояния подземных вод не выявлено [4]. Таким образом, мы можем говорить не о площадном, а лишь о точечном загрязнении источников, которое и рассмотрим подробнее.

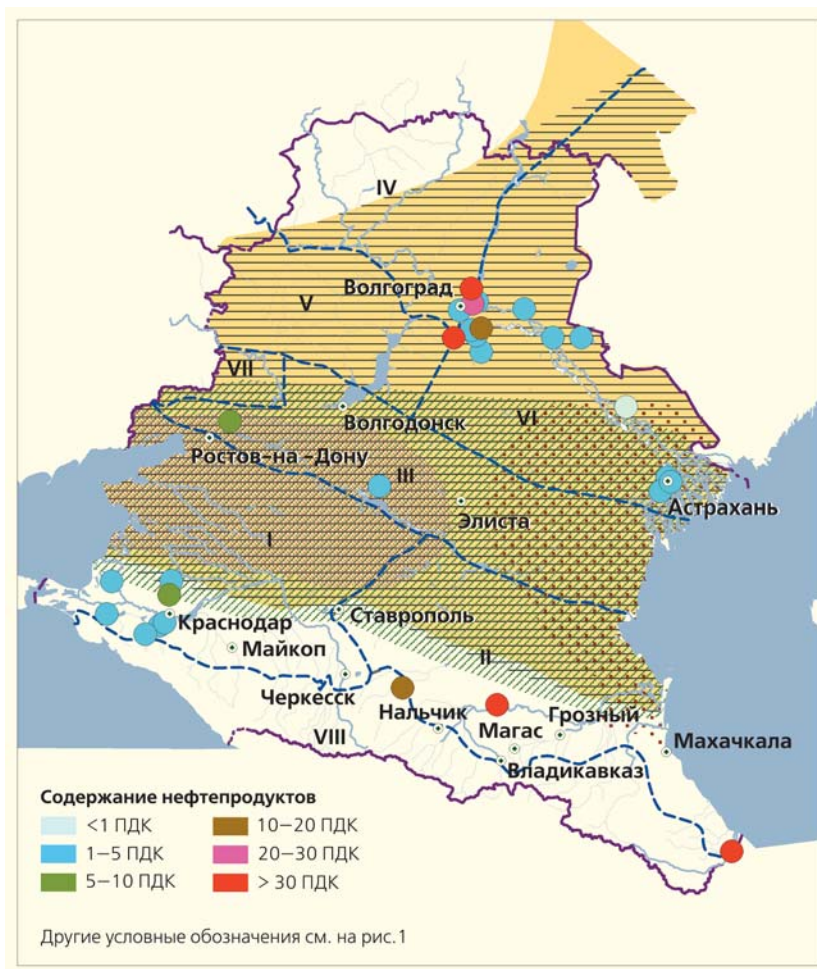
На территории юга России выделяются восемь артезианских бассейнов*. К ним относятся: Азово-Кубанский, Восточно-Предкавказский, Ергенинский, Приволжско-Хоперский, Донецко-Донской и Прикаспийский бассейны, а также Донецкая

и Кавказская гидрогеологическая складчатые области [9].

Азово-Кубанский артезианский бассейн расположен в пределах Краснодарского края, южной части Ростовской обл. и западной части Ставропольского края. Подземные источники здесь загрязнены литием, аммонием и его солями, общим железом, нефтепродуктами и марганцем. Повышенное содержание лития выявлено на нескольких водозаборах Ростовской обл. (1.3–3.3**) и в г.Новочеркасске (7.3). Содержание аммония и его солей на водозаборах Краснодарского, Ленинградского и Красногвардейского место-

* Под артезианским бассейном в гидрогеологии понимается подземный резервуар пресных вод, отличающийся условиями их формирования (питания, накопления, разгрузки), залегания и распространения.

** Здесь и далее: значения в скобках указаны в долях ПДК.



Схематическая карта превышения в подземных водах ПДК нефтепродуктов.

рождений подземных вод (МПВ) варьирует от 1.1 до 2.8 ПДК, а в Азовском р-не Ростовской обл. — от 2.6 до 33.1 ПДК. Содержание общего железа превышает на водозаборах Краснодарского МПВ (1.3–7.5) и в Ростовской обл. (2.3–8.3), нефтепродуктов — в Северском (1.2) и Динском (до 10) районах Краснодарского края и в г.Новочеркасске (6.6). Концентрация марганца выше допустимой на водозаборах Краснодарского МПВ (1.1–7.2), в г.Новочеркасске (8.7), а также в Крымском (8.7) и Северском (13) районах Краснодарского края.

В Ростовской обл. загрязнение вызвано в основном сточными водами и близостью шламонакопителей. В Краснодарском крае оно обусловлено под-

током в подземные источники некондиционных вод. Кроме того, на качестве воды здесь негативно сказывается близость федеральной автотрассы М-4 и обширных сельскохозяйственных полей.

Восточно-Предкавказский артезианский бассейн включает в себя территорию Ставропольского края и республик Дагестан, Кабардино-Балкария, Северная Осетия — Алания, Ингушетия, Чечня и Калмыкия. Подземные источники на значительной части бассейна загрязнены мышьяком. Он обнаружен на водозаборах Нефтекумского МПВ (10.1), пос.Зимняя Ставка (6–10), на территории Ставропольского края (до 2), а также в ряде районов Республики Дагестан (2.3–17.7). В Дагестане зафикси-

ровано также повышенное содержание кадмия (до 3) и марганца (1.1). Никель обнаружен в воде в г.Ставрополе (2). Нефтепродуктами загрязнены водозаборы Дербентского МПВ (81), г.Пятигорска (17.8) и г.Моздока (49.6). Значительное превышение допустимого содержания аммония обнаружено главным образом в городах: Нальчике (666), Ставрополе (39.9), Буденновске (5.65), Пятигорске (5.25), Ардоне (4) и Беслане (1.3), а также на водозаборах Северо-Левокумского и Нефтекумского МПВ Ставропольского края.

Это загрязнение вызвано влиянием рудничных отвалов, штолен и шламонакопителей, утечками из канализационного коллектора и подземных трубопроводов, а также сточными водами. Повышенное содержание аммония в воде, с одной стороны, объясняется антропогенной нагрузкой на питьевые источники, а с другой — характерно для подземных вод восточной части Ставропольского края и считается здесь фоновым [10].

На территории **Ергенинского артезианского бассейна** (Ростовская, Волгоградская и Астраханская области и Республика Калмыкия), на хуторе Курганый Орловский р-на Ростовской обл. выявлено загрязнение воды никелем (164), общим железом (26), аммонием (4.1), литием (2.3) и нефтепродуктами (1.3).

Подземные воды **Донецкой складчатой области**, находящейся на территории Ростовской обл., загрязнены литием (от 1.7 до 3) и марганцем (1.5–3.2). Здесь они испытывают значительную нагрузку от некондиционных глубинных шахтных вод, которые поступают в подземные источники в результате ликвидации старых шахт путем их затопления.

Приволжско-Хоперский артезианский бассейн находится на территории Ростовской и Волгоградской областей, простираясь к западу в Воро-

нежскую, а к северу — в Саратовскую обл. Здесь выявлено повышенное содержание в воде общего железа (1.7–24.7).

На территории **Донецко-Донского артезианского бассейна** (Ростовская и Волгоградская области) повышены концентрации лития — на водозаборах Малокаменский-II (2.7), Донецкий (4.3) и Миллеровский (2) Ростовской обл. Содержание нефтепродуктов превышает допустимое на Бородиновском (1.4) и Донецком (3.9), а общего железа — на Донецком и Миллеровском водозаборах Ростовской обл. (2.6–6), а также в Волгоградской обл. (5.7–13.6). Однако повышенное содержание железа здесь может быть связано с сильной изношенностью труб наблюдательных скважин [4].

В воде **Прикаспийского артезианского бассейна** (Республика Калмыкия, Волгоградская и Астраханская области) обнаружен целый ряд загрязнителей. Кадмий (3–8.6) и алюминий (1.7–9) отмечены в Волгоградской обл., свинец (2.7–5) — в населенных пунктах Ахтубинского р-на Астраханской обл., барий (1.4–3.9) — в Ахтубинском и Харабалинском районах. Также

в Астраханской обл. обнаружен литий (1.3–2.2). Марганцем загрязнена вода Волгоградской и Астраханской областей (2.8–243), никель (2.5–3) отмечен в с.Трудолюбие и пос.Светлый Яр Волгоградской обл. Аммоний и аммиак присутствуют в водозаборах городов Палласовка и Волжский Волгоградской обл. (1.1–66.2) и в Ахтубинском и Красноярском районах Астраханской обл. (0.1–149.1). Содержание железа повышено в водозаборах крупнейших городов Волгоградской (14–1426.7) и Астраханской (1.5–467.3) областей, а нефтепродуктов — в п.Светлый Яр (2.5) и с.Большие Чапурники (41) Волгоградской обл. и с.Ашулук Астраханской обл. (0.3–4.3).

Здесь источниками загрязнения выступают пруды-накопители и пруды-испарители Волгоградской ТЭЦ, золоотвал Астраханской ГРЭС, Ахтубинская нефтебаза, военные полигоны, поля фильтрации ЖКХ, полигон заправки сточных вод и свалка промышленных отходов.

Кавказская гидрогеологическая складчатая область расположена на территории Краснодарского края и республик Карачаево-Черкессия, Ка-

бардино-Балкария, Северная Осетия — Алания и Адыгея. Этот район загрязнен в основном нефтепродуктами. Они поступают в подземные источники из-за неудовлетворительного состояния емкостей, насосных станций, колодцев, промышленной канализации, нефтеловушек и нефтепроводов, а также в результате потерь при заполнении емкостей и на эстакадах при сливе нефтепродуктов.

Таким образом, в непосредственной близости от промышленных объектов, золоотвалов, военных полигонов, свалок и т.п. подземные воды не соответствуют необходимым нормативам. Использовать эту воду для питьевых целей нельзя. Снизить загрязнение подземных вод может специальная водоподготовка (очистка), способ которой на сегодняшний день существует в большом количестве. Среди них аэрация, отстаивание, скорое фильтрование, предварительная фильтрация, хлорирование и многие другие. Разумеется, все они подразумевают дополнительные экономические затраты. Но чистая питьевая вода того стоит, ведь она — залог здоровья населения. ■

Литература

1. Боровский Б.В., Данилов-Данильян В.И., Зекцер И.С., Палкин С.В. Использование пресных подземных вод для улучшения водообеспеченности городского населения // Сб. научных трудов Всероссийской научной конференции. Калининград, 2011.
2. Никаноров А.М., Емельянова В.Л. Комплексная оценка качества поверхностных вод суши // Водные ресурсы. 2005. Т.32. №1. С.61–69.
3. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».
4. Информационный бюллетень о состоянии недр территории Южного федерального округа Российской Федерации за 2009 год. Вып.6. Ессентуки, 2010.
5. Эльпинер Л.И. Использование подземных вод и здоровье населения // Подземные воды как компонент окружающей среды. М., 2001.
6. <http://med-stud.narod.ru/med/hygiene/lead.html>
7. <http://www.water.ru/bz/param/aluminium.shtml>
8. Карта распространения подземных вод с природным несоответствием качества требованиям нормативов к питьевым водам по Южному федеральному округу. М., 2008.
9. Куренной В.В., Куренная Л.М., Соколовский Л.Г. Общее гидрогеологическое районирование. Концепции и реализации // Разведка и охрана недр. 2009. №9. С.42–48.
10. Информационный бюллетень о состоянии недр территории Ставропольского края за 2009 год. Вып.14. Ставрополь, 2010.

Газель и агамово яблоко



И.А.Володин, Е.В.Володина, Р.Фрай,
Н.В.Солдатова, Э.Т.Юлдашев



Чтобы стало понятно, насколько удивителен джейран, рассказ придется начать, как говорится, от Адама. Если он был первым человеком на Земле, то сотворенная из его ребра Ева — первым на свете ученым. Как настоящая ученый, она была неленива и любопытна. Результатами ее первого исследования (познания добра и зла) стали изгнание из рая и появление адамова яблока в горле мужа.

История с адамовым яблоком, можно сказать, продолжилась в 1778 г., когда член Санкт-Петербургской Императорской академии наук А.И.Пюльденштедт, возвратившись из своей экспедиции в Среднюю Азию, описал необычную зобатую газель, или джейрана (*Gazella subgutturosa*), с огромным кадыком у самца и маленьким — у самки [1]. Спустя два с половиной столетия нашу небольшую исследовательскую группу заинтересовало странное сходство анатомического строения гортани у газелей и людей. Гипотеза, объясняющая появление кадыка у газелей глотанием яблок казалась невероятной, к тому же в этом случае самцы газелей должны были глотать большие яблоки, а самки — маленькие! Правдоподобнее выглядела гипотеза о параллельной эволюции увеличенной гортани у джейранов и людей. Чтобы узнать, как же газель получила свой огромный зоб, мы решили исследовать поведение диких джейранов в природе.

Экоцентр «Джейран» и его газели

Местом исследования был выбран экоцентр «Джейран», раскинувшийся на 5126 га огороженной территории полупустыни в Бухарской обл. Узбекистана. На этой территории в разные годы обитало от 600 до



Илья Александрович Володин, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории поведения животных кафедры зоологии позвоночных МГУ им.М.В.Ломоносова. Изучает социальное поведение млекопитающих и птиц, методы компьютерного анализа звукового и двигательного поведения, механизмы звукопродукции, биоакустический мониторинг популяций.



Елена Владимировна Володина, кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела научных исследований Московского зоопарка. Область научных интересов — структура и функция звуков, индивидуальная и половая специфика криков.



Роланд Фрай, PhD, сотрудник Института биологии животных в природе и в неволе (Institut für Zoo- und Wildtierforschung, Берлин, Германия). Специалист в области эволюционной морфологии и сравнительной анатомии, занимается изучением адаптаций вокального тракта млекопитающих под влиянием полового отбора, анатомии головы у копытных.

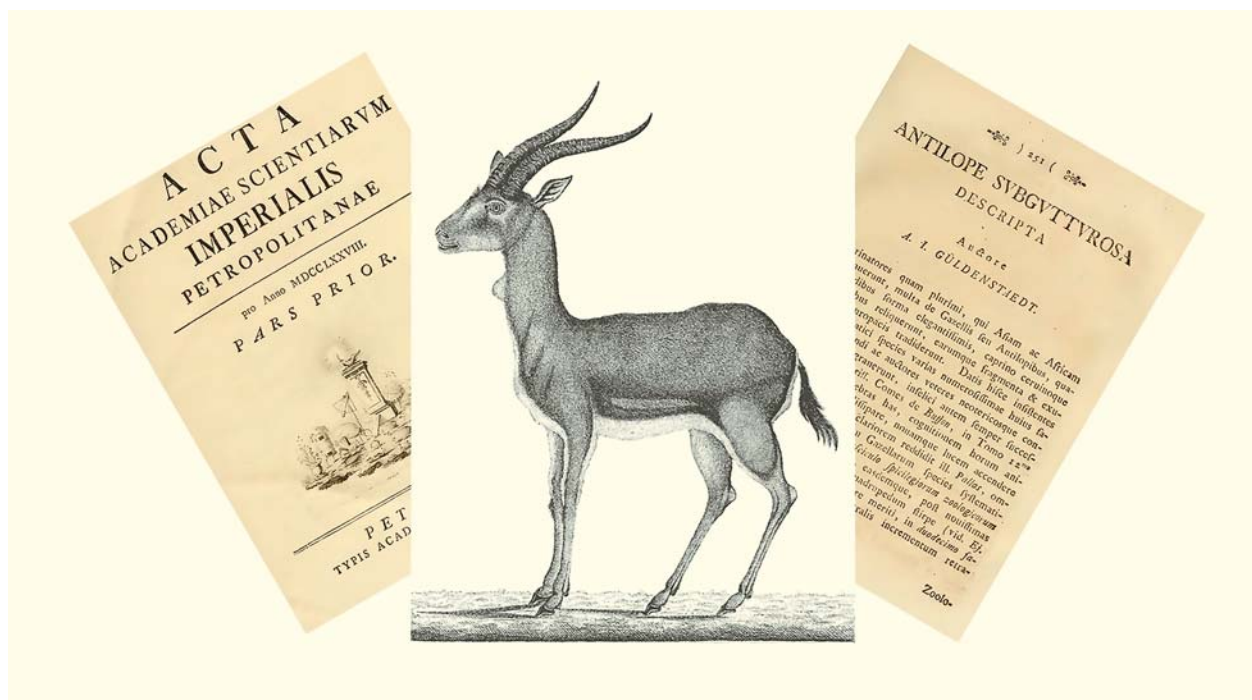


Наталья Васильевна Солдатова, заместитель директора по науке экоцентра «Джейран» (Узбекистан). Область научных интересов — поведение животных, биология размножения, сохранение редких видов.



Эркин Турабович Юлдашев, ветеринарный врач, директор экоцентра «Джейран» (Узбекистан). Занимается природоохранным менеджментом, ветеринарией копытных.

© Володин И.А., Володина Е.В., Фрай Р., Солдатова Н.В., Юлдашев Э.Т., 2012



Титульный лист, рисунок самца джейрана и первая страница первоописания вида *Gazella subgutturosa* [1].

1200 джейранов. Климат здесь аридный, с очень жарким летом и довольно холодной зимой. В связи с этим джейраны, в отличие от своих африканских сородичей [2], не могут размножаться круглый год и вынужде-

ны делать это только в определенный сезон.

Сроки рождения детенышей определяются появлением весенней зелени, так как летом большая часть травянистой растительности засыхает. Детены-

ши появляются на свет в первой половине мая, когда есть свежая трава [3]. А гонное поведение самцов приурочено к осени, чтобы детеныши родились весной, примерно через 5,5–6 мес после спаривания. В это время территория эоцентра закрывается для посещений, кроме тех, которые необходимы для контроля за прохождением гона и для научных наблюдений. Сигналом для начала гона осенью джейранам служит снижение ночных температур ниже нуля. Гон проходит ранним утром, на рассвете, когда негромкие, но басистые голоса джейранов становятся хорошо слышны. Большая часть демонстративного гонного поведения самцов приходится на октябрь–ноябрь, а спаривания начинаются с середины ноября [3]. В период гона прежде молчаливые самцы очень много кричат [4]. В это время дождей мало, безветренно, и в некоторые дни можно видеть, как облако пара вырывается изо рта джейрана во время крика.



Волнистые пески. Здесь и далее фото из архива авторов.



Самец (слева) и самка джейрана на территории экоцентра «Джейран».

Утра под занавеской

Для изучения поведения джейранов нам понадобилось собрать специальное экспедиционное оборудование: видеокамеру высокого разрешения, позволяющую проводить съемку на дальней дистанции, бинокли и полевые дневники, чувствительные микрофоны и рекордеры. Рекордеры — это цифровые аналоги прежних пленочных и кассетных магнитофонов, записывающие звуки на карту памяти. Важное достоинство современных рекордеров — так называемый пререкординг, который позволяет записать не только те крики, что звучали после включения кнопки «запись», но и те, которые были до этого. Для записи звуков джейранов такой пререкординг длительностью хотя бы несколько секунд — вещь совершенно необходимая.

Джейраны чрезвычайно осторожны, и на открытых местах к ним не подобраться. Сделать видео- и аудиозаписи можно только на гонных участках, окруженных кустами. Приходить

надо было заранее, еще глубокой ночью, и дожидаться утра в полной тишине и неподвижности. Поэтому одним из важнейших компонентов экипировки наблюдателей стали маскировочные занавески. Такие занавески были закуплены для всех участников экспедиции в отделе неликвидов большого магазина тканей. Невозмутимо выслушав пожелание купить занавески из ткани грязно-болотного цвета, из синтетики и самые дешевые,

ски были закуплены для всех участников экспедиции в отделе неликвидов большого магазина тканей. Невозмутимо выслушав пожелание купить занавески из ткани грязно-болотного цвета, из синтетики и самые дешевые,



Засохшие прошлогодние ферулы.



Маки в саксауловой роще.

продавщица принесла именно то, что было нам нужно.

Для записей звуков или видео очень важно изначально комфортно расположиться. Усесться удобно на стуле в заранее найденных подходящих зарослях кустов, как следует укрыться с головой и накрыть рюкзак. Сохранять неудобную позу в течение многих часов невозможно, а любые шевеления при попытке ее сменить приводят к тому, что включенные на запись суперчувствительные микрофоны задевают об одежду, создавая ужасный треск. Необходимо также быть очень тепло одетым. Пригодятся и рукавицы, и шапка типа «гангстер», закрывающая лицо. Иначе, ожидая пока газели закричат, можно замерзнуть и в результате демаскироваться.

Газели такжестораживают, если заметят устремленные на них глаза наблюдателя, и тогда для спасения ситуации приходится по много минут сохра-

нять полнейшую неподвижность, превратившись в немигающую статую. Если это не помогает, бывает ужасно досадно, что проведенные перед этим часы ночного замерзания были напрасны: ничего не удалось записать, и еще один драгоценный экспедиционный день, которых всегда по счету, прошел зря.

То, что звери заметили наблюдателя, становится понятно сразу, даже когда запись ведется из-под занавески на слух, чтобы не дать животным увидеть ваш взгляд. Потревоженное животное сразу не убегает, а останавливается и пристально смотрит на потенциальный источник опасности, издавая длинные серии фырков*.

Страшный враг охотника за голосами джейрана — фоновый

* Все видео- и аудиозаписи, сделанные во время наблюдений, можно найти на сайте http://www.bioacoustica.org/gallery/gallery_rus.html.

шум. Территория экоцентра обширна, но располагается между оживленным шоссе Каган—Караулбазар и железной дорогой. Сезон гона у джейранов — это как раз период уборки хлопка. На рассвете, когда джейраны начинают кричать, караваны тракторов с прицепами хлопка начинают свое движение по шоссе. В тихую безветренную погоду, которая, как правило, стоит в это время, шум от них разносится очень далеко и практически полностью перекрывает довольно тихие звуки джейранов. В результате для акустического анализа остается пригодным только то, что самцы прокричали в промежутках между проходом машин и поездов. Все записи делались при полном молчании наблюдателя, поскольку любой комментарий голосом мог испугать джейранов. А шум транспорта был для животных привычным и их не пугал.

Гон в богатые кормами годы

Как у многих видов африканских газелей, гонное поведение самцов джейрана может различаться от года к году в зависимости от доступности кормовых ресурсов. В удачные годы с многоснежной зимой и обильными весенними осадками выросшие весной травы служат пищей для джейранов в течение всего лета и осени. В такие годы гон проходит бурно. Взрослые самцы занимают богатые кормами участки и метят их гонными уборными (неглубокими ямками с пометом) и секретом предглазничной железы [3, 5]. В вольерах экоцентра самец Галамус, молчаливый и спокойный в мае, к осени начинал яростно бодать кусты и издавать раскатистые крики, которые адресовал самкам, самцам джейранов из соседней вольеры и заодно бухарскому барану, которого также считал своим соперником.

В период нашего исследования урожайным на растительность был 2009 г. Приехав в экоцентр в середине октября, мы прежде всего решили осмотреться и для этого еще затемно отправились на наблюдательную вышку, находящуюся в южной части экоцентра. Газелей видели много, они приходили со стороны горы на севере территории. Мимо вышки проходили одиночные самки, самки с детенышами, а также группы самцов и самок. Самцы часто преследовали самок, а те от них убегали. Всего за утро мы видели более 20 преследований с криками: самцы преследовали других самцов, а также самок. Через два часа после рассвета вокруг вышки бродило от 50 до 100 газелей, разрозненными группами от трех до семи-восьми животных. Одна из групп, из одного самца и примерно 20 самок, вероятно, представляла собой гарем, поскольку самец отгонял других самцов, когда они появлялись рядом. С вышки мы выбрали те участки, которые



Преследование самки территориальным самцом джейрана во время гона. Сверху вниз: самец преследует самку на близкой дистанции; затем начинает оттягивать гортань вниз и, оттянув ее, открывает рот и кричит (гонный рев).

предположительно были гонными территориями джейранов и где можно было попытаться записать звуки гонных самцов.

Территориальный самец, которого мы назвали его Джеком,

начинал кричать еще затемно и заканчивал примерно через час после рассвета. Джек часто перемещался по своей территории, так что нужно было некоторое возение, чтобы он закрыл



На границе своих гонных территорий два взрослых самца джейрана выясняют, кто из них сильнее.

чал не слишком далеко от наблюдателя, хотя бы метрах в 50. Дистанцию до животных оценивали уже после выхода из укрытия, по расстоянию до гонной группы. Неожиданно увидев перед собой человека, животные не убегали, а удивленно стояли и смотрели, как он медленно снимает с себя кучу одежды, делает записи в дневник и, наконец, пакует все в огромный рюкзак. Только при подъеме в полный рост и передвижении человека газели начинали отбегать.

Иногда запись проводили на границе двух территориальных самцов. Соседом Джека был самец Джон. Серии криков были слышны то справа от одного самца, то слева от другого, но между собой они не взаимодействовали, гоня самок каждый на своей территории. Серии криков включали по 3—5 звуков и были разделены временными промежутками минут по 10. За утро от одного самца удавалось услышать около 10 серий криков. Однако самец мог кричать и вдали от наблюдателя, у противоположной границы своей территории, так что в целом его вокальная активность за утро была довольно высокой.

Из дневника наблюдателя за гонным поведением джейранов в богатом кормами 2009 году: «22 октября — первый день очень активного гона. Вокруг вышки все в гонных ямках. Справа от дороги гоняются сразу несколько самцов; каждый на своей территории со своим гаремом. Людей боятся мало. В основном гоняют самок, а не дерутся друг с другом. Вокруг вышки стоит гул гонных звуков. Активные крики начинаются в предрассветных сумерках. Стихает гон примерно в 7:00, когда джейраны отходят подальше от территорий, где гоняют самок, где все изрыто от их пробежек и нет еды, к тем местам, где есть кормовые растения».

Гонные участки территориальных самцов были довольно большими и занимали по меньшей мере несколько гектаров. Богатые кормом участки привлекали самок и нетерриториальных самцов. Территориальные самцы были нетерпимы к присутствию других взрослых самцов и выясняли, кто из них сильнее с помощью визуальных и звуковых демонстраций.

Демонстративное поведение самцов записывали на видеокка-

меру, позволяющую снимать джейранов крупным планом на расстоянии до 200 м. Подбегая к сопернику или к самке, самец принимал угрожающую позу, которая включала подъем головы, вытягивание шеи и закладывание ушей назад. Самец преследовал самок, стараясь не позволить им покинуть его территорию, а самцов — чтобы выгнать их. При этом он издавал звуки, сильно оттягивая гортань вниз, до самой грудины. На границах своих территорий самцы принимали взаимно угрожающие позы: медленно прохаживались боком друг к другу на жестких, негнувшихся ногах с поднятыми головами и иногда вступали в схватку. Непосредственно перед схваткой оппоненты опускали голову и отступали на шаг-два, разойдясь при этом на 5—6 м. Атакующий самец насккивал на защищающегося, который парировал удар, так что самцы сталкивались рогами. В этот момент задние ноги атакующего могли даже оторваться от земли. Затем дерущиеся яростно толкали друг друга, сцепившись рогами, упиравшись в землю всеми четырьмя ногами, иногда расцепляя рога и ударяя ими снова [4].

Поскольку сначала было непонятно, насколько рано с утра самцы начинают свои гонные демонстрации, несколько раз мы приходили на наблюдения заранее, в середине ночи. Оказалось, что территориальные самцы и ночью могут оставаться на своих гонных участках, в то время как самки приходят туда только с рассветом. Выяснилось это случайно, поскольку иногда было необходимо пересечь гонную территорию ночью, чтобы занять облюбованное накануне днем «перспективное» для записи место. Дважды самец встречал наблюдателя короткой серией из трех криков. Обнаружив, что это не другой джейран, а человек, самец больше не кричал до прихода самок.

Помимо гонных территорий были такие, по которым джей-



Самка джейрана с двумя детенышами месячного возраста.

раны только проходили. На них мы записывали крики от нетерриториальных взрослых и молодых самцов. Иногда молодые самцы (судя по размерам рогов, от полутора до двух с половиной лет), оттягивали гортань, направляя эти демонстрации самкам, но при этом не кричали.

Гон в средние и бедные корма года

В 2008 г., среднем по урожайности трав, самцы осенью не занимали гонных территорий и охраняли скорее не территории, а самок, отгоняя самцов-соперников криками и угрожающими позами. С вышек экоцентра мы наблюдали, как самцы медленно следовали за самкой и кричали в ее сторону либо на ходу, либо

стоя. Также видели, как два или несколько самцов следовали один за другим на дистанции примерно в 30 м друг от друга; при этом один из самцов издавал крики примерно каждые 10–15 с. Один самец гонял группу самок, крича на бегу.

Очень холодный март и очень сухой апрель 2010 г. привели к тому, что основные кормовые растения не выросли и состояние пищевой базы резко ухудшилось. В этот год наблюдения проводили в начале ноября на той же территории, что и в прошлом, обильном корма году. Наблюдали проход через эту территорию многих самок и самцов и видели, как самцы иногда подходили к группам самок и кричали. Однако территории самцы не охраняли, а ходили по местам кон-

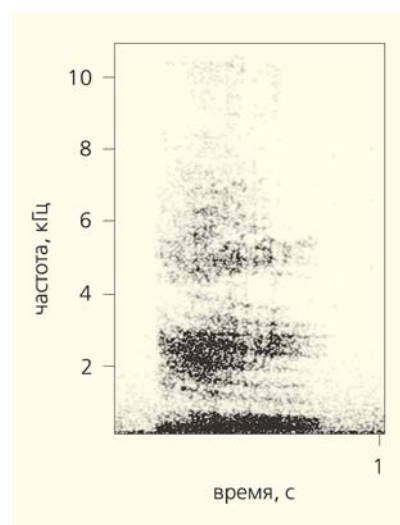
центрации самок или просто следовали за ними. Часто это были места подкормок вдоль дорог или места отдыха в кустарнике вокруг озер. Именно там мы слышали гонные крики и видели кричащих самцов. Но в конце ноября самки еще не были готовы к спариваниям и уходили от самцов. Возможно, это было следствием сочетания ограниченности пищи и слишком теплой для гона плюсовой погоды, которая стояла в тот год в ноябре.

Однако гонное поведение происходило и в этот сухой год. Наблюдения мы вели в конце ноября с огромного стога сена. Джейранам опасность сверху не угрожает, поэтому они вели себя совершенно естественно. Впечатления от гонного поведения джейранов в бедном кор-

мами 2010 году, из дневника наблюдателя: «Самец сделал гонную уборную, потом поставил метку на кусте с помощью предглазничной железы. Затем примерно в 30 м от него появилась самка. Через некоторое время самец подошел к самке, закричал и с криками погнался. Она не убежала, а, скорее, ухидила, они обошли стог, перешли пустошь и ушли в кусты у озера. Самец все время держался в 20–30 м от самки, они оба кормились и перемещались синхронно».

Зачем джейран оттягивает гортань при крике?

Оттягивание гортани во время крика известно не только для джейрана, но и для самцов благородного оленя, лани и дзерена [6–8]. Все это гаремные виды копытных. С помощью трансляции записей было обнаружено, что гонные крики, которые производятся с оттянутой гортанью, более эффективно привлекают на гонные участки самок и отпугивают сам-



Спектрограмма, графически изображающая наиболее громкий гонный звук джейрана — рев, показывает, как черные полосы акустических резонансов снижаются, следуя за опусканием гортани и удлинением вокального тракта во время крика.

цов-соперников. Почему так происходит?

Дело в том, что опускание гортани значительно увеличивает длину вокального тракта. Вокальный тракт — это воздушные полости глотки и рта, через которые звук, созданный голосовыми связками, проходит перед тем, как выйти изо рта. Чем длиннее вокальный тракт, тем меньше расстояние между его резонансами и тем глубже и басистее голос.

Результат оттягивания гортани во время крика заметен на графическом изображении крика — спектрограмме. Джейран начинает кричать, когда гортань еще опускается. На рисунке видно, как черные полосы акустических резонансов снижаются, следуя за опусканием гортани и удлинением вокального тракта. Когда гортань уже оттянута полностью, до грудины, полосы становятся горизонтальными. Грудина физически ограничивает дальнейшее оттягивание гортани вниз [4].

Чем крупнее (и, стало быть, сильнее) самец, тем длиннее его вокальный тракт, тем дальше он способен оттянуть свою гортань. Соответственно, тем глубже и басистее будут его гонные крики. Такие крики могут служить сигналами «качества» самца для самок и для самцов-соперников. Более сильный самец более привлекателен для самок, и их будет больше задерживаться на его территории. В то же время другие самцы могут по голосу оценить, насколько соперник их сильнее, и не станут вторгаться на его территорию, чтобы избежать драк и возможных ранений.

У самцов джейрана выступ гортани посреди шеи хорошо заметен в течение всего года. От животных с такой огромной гортанью мы ожидали услышать далеко разносящиеся громкие звуки. Однако на самом деле звуки оказались очень тихими! Звуки были трех разных типов: ревы, рычания и хорки, и все они уже на расстоянии 100 м

были едва слышны [4]. Это объясняло, почему самцы джейрана в период гона всегда кричали на очень близкой дистанции от тех, к кому были обращены их демонстрации. Именно из-за того, что звуки были очень тихими, сделанные нами попытки записать звуки джейранов с 15-метровой наблюдательной вышки эоцентра оказались безуспешными. Если бы вместо криков джейранов нам нужно было записать рев благородных оленей, который разносится на километр-полтора, то это можно было бы сделать и с вышки, и тогда наши ночные затаивания на границах гонных территорий были бы не нужны.

Исследовав анатомию вокального аппарата джейрана, мы выяснили, что голосовые связки в его огромной гортани не только очень большие, но и дополнительно утяжелены подушечками из соединительной ткани. Некрупному, чуть за 30 кг весом, самцу джейрана, по видимому, просто не хватало мощности легких, чтобы как следует раскатать такие огромные связки и заставить их вибрировать с высокой амплитудой, производя громкие звуки.

Зачем джейрану адамово яблоко?

Зачем же самцу джейрана такая огромная гортань, если она не годится даже на то, чтобы как следует крикнуть? К примеру, самцы благородного оленя с их относительно небольшой гортанью способны производить очень громкие ревы. А у самца джейрана его сильно увеличенная гортань способна только на шумные выдохи, да еще и мешает, раскачиваясь на бегу из стороны в сторону.

Наиболее благоразумное объяснение вновь возвращает нас к человеку и адамову яблоку. При том что резонансы в звуках несут информацию о длине вокального тракта и, стало быть, о размерах кричащего животно-

го потенциальным соперникам и самкам, частота, с которой вибрируют голосовые связки и сами размеры гортани, в которой связки расположены, может свидетельствовать о гормональном статусе самца, точнее, о его уровне тестостерона. И в этом, по-видимому, джейран также похож на человека.

Для человека известно, что хрящи гортани и голосовые связки избирательно аккумулируют тестостерон [9]. Тестостерон способствует увеличению мышечной массы, повышает агрессивность и конкурентноспособность самца. Если уровень тестостерона у подростка, а затем мужчины низкий, адамово яблоко вырастает маленьким, плохо заметным на шее, а голос сохраняется по-детски

высоким [10]. А вот слишком высокий уровень тестостерона подавляет иммунитет и даже может вызвать рак гортани [11]. В результате за высокий уровень тестостерона самцу человека (а возможно, и самцу джейрана) приходится расплачиваться повышенной уязвимостью к болезням. Но вдобавок он получает... большое адамово яблоко.

Какие преимущества дает увеличенная гортань ее обладателю? В большой гортани могут разместиться более длинные голосовые связки, которые могут производить более низкочастотные звуки. Такие мужские голоса привлекательнее для женщин и служат сигналом высокого доминантного статуса для других мужчин. Это было обна-

ружено в экспериментах с мужчинами и женщинами, живущими в больших городах [12, 13]. А в сохранившемся до нашего времени африканском племени охотников-собираателей хадза мужчины с низким голосом имели в среднем больше детей, что также косвенно свидетельствовало об их большем успехе у женщин [14].

У наших джейранов в период гона гортань еще сильнее увеличивалась в размерах, вероятно, под действием сезонного подъема тестостерона. Вполне возможно, что самкам джейрана нравились не только звуки, но и мужественный внешний вид, который приобретали самцы благодаря такой огромной гортани. Это уж, как говорится, дело вкуса. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 09-04-00416.

Литература

1. *Güldenstaedt I.A. Antilope subgutturosa descripta* // Acta Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae. 1780. T.11. Part 1 (1778). P.251—274.
2. *Walther F.R., Mungall E.C., Grau G.A. Gazelles and their Relatives. A Study in Territorial Behaviour.* Park Ride, 1983.
3. *Мармазинская Н.В.* Размножение джейрана *Gazella subgutturosa* (Artiodactyla, Bovidae) в экоцентре «Джейран» // Тр. заповед. Узбекистана. Вып. 1. Ташкент, 1996. С.53—62.
4. *Frey R., Volodin I., Volodina E. et al.* Descended and mobile larynx, vocal tract elongation and rutting roars in male goitred gazelles (*Gazella subgutturosa* Güldenstaedt, 1780) // J. of Anatomy. 2011. V.218. P.566—585.
5. *Мармазинская Н.В.* Территориальное и маркировочное поведение джейрана *Gazella subgutturosa* (Artiodactyla, Bovidae) в Бухарском экоцентре // Зоол. журн. 1996. Т.75. Вып. 11. С.1737—1751.
6. *Fitch W.T., Reby D.* The descended larynx is not uniquely human // Proc. R. Soc. Lond. B. 2001. V.268. P.1669—1675.
7. *McElligott A.G., Birrer M., Vannoni E.* Retraction of the mobile descended larynx during groaning enables fallow bucks (*Dama dama*) to lower their formant frequencies // J. Zool. 2006. V.270. P.340—345.
8. *Frey R., Gebler A., Olson K.A. et al.* Mobile larynx in Mongolian gazelle: retraction of the larynx during rutting barks in male Mongolian gazelle (*Procapra gutturosa* Pallas, 1777) // J. Morphol. 2008. V.269. P.1223—1237.
9. *Newman S.-R., Butler J., Hammond E.H. et al.* Preliminary report on hormone receptors in the human vocal fold // J. Voice. 2000. V.14. P.72—81.
10. *King A., Asbby J., Nelson C.* Effects of testosterone replacement on a male professional singer // J. Voice. 2001. V.15. P.553—557.
11. *Tuohimaa P.T., Kallio S., Heinijoki J. et al.* Androgen receptors in laryngeal carcinoma // Acta Oto-laryngol. 1981. V.91. P.149—154.
12. *Collins S.A.* Men's voices and women's choices // Anim. Behav. 2000. V.60. P.773—780.
13. *Puts D.A., Gaulin S.J.C., Verdolini K.* Dominance and the evolution of sexual dimorphism in human voice pitch // Evol. Hum. Behav. 2006. V.27. P.283—296.
14. *Apicella C.L., Feinberg D.R., Marlowe F.W.* Voice pitch predicts reproductive success in male hunter-gatherers // Biol. Lett. 2007. V.3. P.682—684.

Ганс, Тур и современная наука

А.Л.Пухальский,

доктор медицинских наук

Медико-генетический научный центр РАМН

Москва

Мы сидели в нашей лабораторной комнате, каждый возле своего компьютера и молча изучали письмо масти того ученого, главного редактора известного европейского медицинского журнала. Он благодарил нас за внимание к изданию и писал, что наша статья не будет послана рецензентам, поскольку отвергнута им лично. Видимо, полагая, что в далекой России содержательная часть его письма вряд ли получит широкую огласку, профессор не затруднил себя поисками серьезных аргументов. Нам оставалось лишь строить гипотезы о том, что послужило причиной столь решительного отказа и плохо скрытого раздражения.

Нам в очередной раз повезло. При анализе материалов базы данных, которую мы терпеливо создавали по меньшей мере 20 лет, был обнаружен феномен, показавшийся нам достойным внимания. Сразу оговорюсь, что речь пойдет о больных муковисцидозом. Это наследственное заболевание дыхательных путей, связанное с дефектом гена, продукт которого формирует канал, обеспечивающий ионный поток через клеточную мембрану. Оказалось, что у больных, которых лечили макролидным антибиотиком азитромицином, частота такого нередкого осложнения болезни, как цирроз печени, была существенно ниже, чем у больных без противовоспалительной терапии. Статистическая проверка этого наблюдения показала высокую значимость различий между группами.

При этом мы не просто обнаружили новый феномен (мало ли фактов, подтвержденных статистически, но не выходящих за рамки медицинского курьеза), но и смогли объяснить механизмы профилактического действия данной группы препаратов. Это сразу же вывело нас за рамки отдельного заболевания, показывая, что наши рассуждения справедливы в отношении широкого спектра внутренних болезней. Чтобы прийти к подобному заключению, нам пришлось сопоставить известные факты, полученные в таких областях, как эндокринология, иммунология, биохимия, физиология, неврология, фармакология и генетика.

Разнообразные поисковые системы, широко развившиеся в эпоху Интернета, позволяют быстро получать информацию, ранее доступную только узким специалистам. Однако такие уникальные возможности используются явно недостаточно. Более того, привлечение данных из соседних областей науки, особенно из нескольких, часто вызывает раздражение ученого мира. С этим мы, видимо, и столкнулись при попытке опубликовать наши результаты в специальном медицинском журнале.

Многолетняя привычка сопоставлять факты из совершенно разных научных областей позволила нам взглянуть на описанную выше ситуацию под несколько иным углом зрения. Этот, казалось бы, частный случай хорошо вписывается в общую тенденцию развития науки, которую, наверное, можно проследить с того момента, как еди-

ное тело науки распалось на отдельные области, слабо связанные между собой, а те, в свою очередь, на разнообразные научные дисциплины. И мы пока не видим пределов подобной атомизации. Попытка противостоять этому центростремительному потоку требует не только эрудиции, увлеченности научной идеей и самоотверженного повседневного труда, но и незаурядного личного мужества.

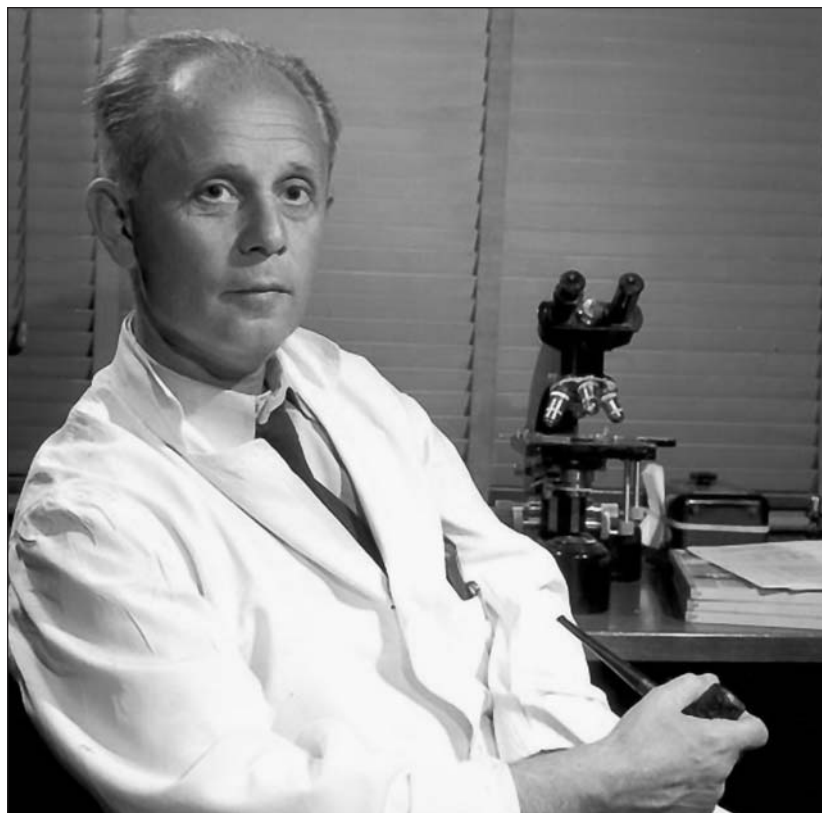
Из недавнего прошлого

Среди представителей нашего поколения еще свежи воспоминания о научном подвиге двух великих мыслителей XX в. — Ганса Селье и Тура Хейердала. Казалось бы, что может быть общего у этих людей, которых занимали совершенно различные проблемы? Однако при более близком знакомстве с их творчеством, с тем, как они пытались продвинуть и популяризовать свои идеи, и, наконец, с их необыкновенными личными качествами, становится очевидным, что общего между ними гораздо больше, чем различий.

Если бы Плутарх создавал свои Βίοι Παράλληλοι («Сравнительные жизнеописания») сегодня, он, несомненно, должен был поместить Селье и Хейердала рядом. В разделе «Синкрисис», который у Плутарха включает каждую парную биографию, прежде всего следовало бы отметить, что ни в отношении Селье, ни в отношении Хейердала нельзя указать точную научную специальность, нельзя сказать, какой же области науки они посвятили свою

жизнь. Один из них по образованию был врачом, другой — недоучившимся зоологом, но сегодня такая характеристика может восприниматься только как насмешка. Действительно, трудно представить себе словосочетания: «известный зоолог Хейердал» или «эти пилюли мне прописал доктор Селье». Общее также и то, что труды этих замечательных ученых не были отмечены Нобелевскими премиями. Это ни в коей мере не умаляет значения их исследований, но автоматически снижает ценность премий, полученных другими. И, наконец, оба они были гражданами мира. То обстоятельство, что один из них был наполовину венгр, наполовину австриец, а другой — норвежец, воспринимается сегодня как нечто совершенно второстепенное, точно так же, как мы не задумываемся о национальности Роджера Бэкона или Леонардо да Винчи.

Ганс Селье (1907—1982) более всего известен своим открытием общего адаптационного синдрома, который сегодня чаще называют теорией стресса. Главным практическим результатом этих исследований стало широкое использование в медицине глюкокортикостероидов, которые спасли или существенно продлили жизнь сотням тысяч больных. Нельзя сказать, что работы Селье сегодня забыты, они, скорее, не поняты или, вернее, поняты, но в высшей степени вульгарно. Современные исследователи время от времени вспоминают его теорию и используют в своих рассуждениях такие термины, как «стресс» или «гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая ось». Они пытаются приспособить идеи Селье для своих узкоспециальных нужд, часто забывая, что в живом организме одновременно с той реакцией, детали которой они исследуют с помощью виртуозной экспериментальной техники и весьма сложных приборов, протекают миллионы других реакций.



Ганс Селье у себя в лаборатории. 60-е годы.

Над входом в свой институт Селье поместил надпись, которая должна была служить своеобразным напутствием всем, кому выпало счастье работать с ним вместе или просто разделять его идеи. Я позволю себе привести этот текст целиком: *«Ни знание предмета твоего исследования и мощь твоих инструментов, ни обширность твоих знаний и точность твоих планов никогда не смогут заменить оригинальность твоей мысли и зоркость твоего наблюдения»*. Это кредо, которое он пронес через всю свою жизнь и пропагандировал всюду, где ему доводилось выступать, не могло не снискать ему множество скрытых недоброжелателей. Действительно, чего только стоят его слова, сказанные о конструкторе электронных микроскопов Умберто Моране: «Подумать только, этот гениальный человек употребил весь свой громадный интеллект и знания для того, чтобы скон-

струировать инструмент, который уменьшит поле его зрения в два миллиона раз!». Будучи не в состоянии оппонировать открытию, обиженные его взглядами коллеги создали образ постепенно выживающего из ума старого чудака, спорить с которым — пустая трата времени.

Автор данной статьи не ставил себе целью провести полноценное исследование в области истории науки. Скорее, это попытка заглянуть в будущее с того плацдарма, на который первым ступил Селье. Именно благодаря его исследованиям мы сегодня отчетливо понимаем, что адаптационные возможности млекопитающих обеспечиваются триадой, образованной центральной нервной, иммунной и эндокринной системами. Эти системы надежно защищают организм от воздействий стресса, химических и инфекционных агентов до тех пор, пока их деятельность достаточно хорошо сбалансирована. Одна-



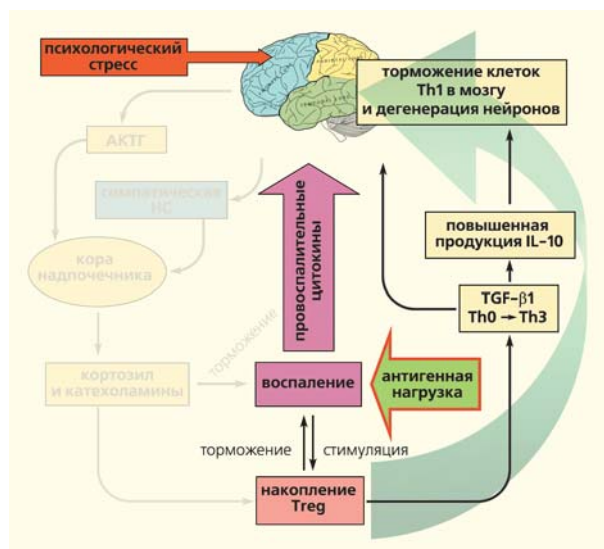
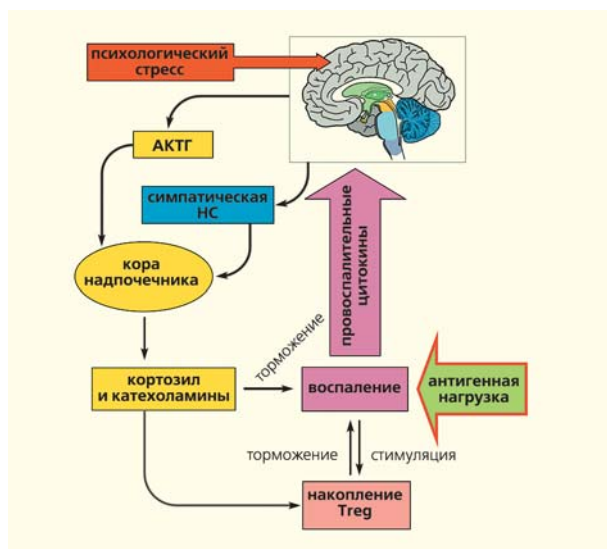
Медаль, учрежденная фондом Ганса Селье.

ко равновесие нарушается из-за повторных стрессов и гиперактивации гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси. Постепенно наступает истощение адаптационных систем, последствия которого можно наблюдать при синдроме хронической усталости, а также практически у всех больных, страдающих тяжелой хронической патологией. Ту же природу имеет и физиологическое старение,

что позволяет рассматривать старость как нарушение способности к адаптации. Итак, если признать, что жизнь есть такая способность к адаптации, то потеря ее неизбежно ведет к смерти. Мы не можем полностью восстановить адаптационные возможности пожилых людей, но мишени, воздействие на которые позволяет замедлить истощение таких систем, сегодня уже известны.

Тур Хейердал (1914–2002) прочно вошел в сознание современников после того, как в 1947 г. вместе с пятью единомышленниками пересек на бальзовом плоту «Кон-Тики» Тихий океан, доказав принципиальную возможность культурных контактов между Южной Америкой и Полинезией. Хейердал совершил много удивительных и рискованных путешествий, в том числе и на тщательно реконструированных им древних папирусных и тростниковых судах. Норвегию, давшую миру великих путешественников Нансена и Амундсена, трудно удивить такого рода подвигами. Однако именно Тура Хейердала соотечественники объявили самым знаменитым норвежцем XX в.

Конечно же, Хейердал не только путешественник, он, прежде всего, великий ученый. Кроме удивительных открытий в области истории древнего человека, сделанных им лично, он постоянно стремился объединить усилия разных специалистов и разных стран, пытался



Развитие представлений Ганса Селье об общем адаптационном синдроме, стресс (слева) и дистресс (справа). Сочетание психогенного стресса и антигенной нагрузки (инфекции, вакцинации) активируется гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой осью. Гормоны стресса (прежде всего кортизол) в сочетании с регуляторными Т-клетками (Treg), которые раньше называли Т-супрессорами, после короткой активации защитных сил организма гасят реакцию воспаления. При хронических стрессовых нагрузках и/или хроническом воспалении гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая ось постепенно истощается, кортизола в крови становится меньше и он не может контролировать воспаление. Единственный инструмент, способный ограничить воспаление, — регуляторные Т-клетки. В результате развиваются иммуносупрессия и очаговая дегенерация нейронов в головном мозге.

преодолеть как корпоративную, так и национальную замкнутость, к сожалению, характерную для современного научного мира. Хейердал представлял себе историю человечества как непрерывное движение, где отсутствует исходная точка, от которой следует начинать отсчет. Человечество едино по своей сути, и процесс взаимопроникновения культур происходит непрерывно даже в условиях весьма несовершенных средств коммуникаций. Используя традиционные для историков методы, а также с помощью прямого исторического эксперимента он показал, что океаны, которые изоляционисты считали непреодолимой преградой для миграционных процессов, на самом деле служили объединяющим фактором. Желающим более подробно ознакомиться с оценкой вклада Хейердала в историческую науку рекомендую блестящую статью Бзарова «Последний поход великого искателя»*.

Для Хейердала не было ничего важнее, чем научная истина, в поисках которой он смело вторгался в соседние области, посягая на заповедные луга, где уже много лет мирно паслись тучные и самодостаточные ученые мужи. Реакция на такое вторжение была вполне предсказуемой. В наши дни в ученых кругах избегают резко высказываться о трудах своих коллег, даже в тех случаях, когда их работа заслуживает самой уничижительной оценки, поскольку никогда не известно, кто будет рецензентом вашего очередного научного проекта, претендующего на поддержку какого-либо фонда. Однако и здесь Хейердал резко выделялся на фоне традиционного научного сообщества. Думаю, что на протяжении всего XX в. никто из его коллег не подвергался столь массивным атакам. Беспрецедентная популярность его имени заста-



Перед выходом в море на «Кон-Тики» (апрель 1947 г.). Слева направо: Кнут Хаугланд, Бенгдт Даниельсен, Тур Хейердал, Эрик Хессельберг, Торсейн Робю, Герман Ватцингер.

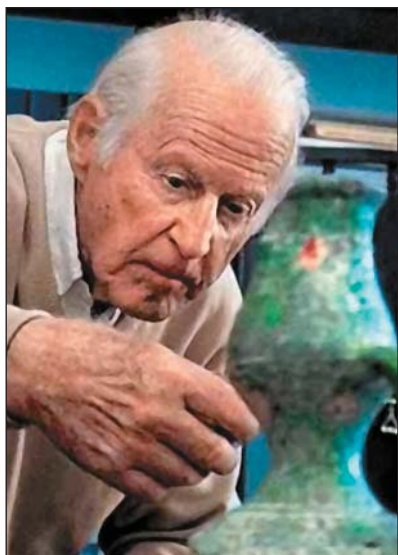
вила оппонентов перенести дискуссию со страниц научных изданий в массмедиа и отказаться от обычных в научных спорах стандартов корректности. Заголовок статьи в газете «Афтенпостен» от 18 апреля 2001 г. «Неужели Хейердал совсем спятил?» говорит сам за себя. Не следует думать, что взгляды Хейердала на историю — истина в последней инстанции. В своих рассуждениях он наверняка допускал неточности, а возможно, и ошибки. Однако ему были чужды амбиции и догматизм. Он был готов принять любую точку зрения оппонента, если считал, что она достаточно аргументирована. Главное состоит в том, что высказанные Хейердалом идеи, поставленные им вопросы, а также подходы, предложенные для их решения, составляют гигантское по масштабам поле, возделывать которое он постоянно призывал всех, кому не безразлична научная истина.

Подведем некоторые итоги нашего краткого очерка. Мы вправе задать вопрос, почему два выдающихся ученых нашего времени так и не смогли вписаться в структуру современной науки. Почему эта сложная са-

морегулирующая система воспринимала их как нечто чужеродное и пыталась отторгнуть? В чем причина, в них самих или в несовершенстве системы? В истории науки можно найти немало примеров, когда новые теории с трудом пробивали себе дорогу в жизнь. Вполне естественно, что науке, как и любой системе, стремящейся к самосохранению, должен быть присущ определенный консерватизм, защищающий ее от фальсификаторов и шарлатанов.

Однако если мы попытаемся проанализировать тенденции в развитии науки за последние 60—70 лет, то прежде всего увидим, что в наше время наука развивается экстенсивно. Инвестиции в науку неуклонно увеличиваются и, соответственно, увеличивается количество людей, имеющих отношение к научным исследованиям. Не ученых, а именно людей, занятых в науке, ведь их число — величина относительно постоянная, которая может расти только пропорционально общему приросту населения. Из сказанного нетрудно сделать вывод: процент ученых в среде научных работников должен неуклонно снижаться. В результате так называ-

* Предисловие к русскому изданию книги Т.Хейердала и П.Лиллиестрёма «В погоне за Одином» (М., 2008).



Последняя археологическая экспедиция, которой руководил Хейердал, работала в Азове в 2000 и 2001 гг. Отсюда немногим более 2000 лет назад асы под предводительством Одина двинулись на север и достигли Скандинавии.

емя научная элита (руководители кафедр и лабораторий, главные редакторы научных журналов, председатели советов различных фондов) все в большей степени состоит из успешных карьеристов и все в меньшей степени — из ученых по призванию.

Такому положению вещей не в последнюю очередь способствует грантовая система финансирования научных исследований. При этом чем больше грант, тем труднее контролировать эффективность расходования средств. Ни у кого не хватит мужества заявить, что направление научных исследований выбрано ошибочно и деньги налогоплательщиков, выделенные на очередной мегапроект, потрачены зря. В близкой мне области могу сослаться на международную программу «Геном человека» и исследования в области генотерапии наследственных заболеваний. Хотя в обоих случаях были получены новые знания, в целом результаты многочисленных и дорогостоящих исследований ни в какой мере

не соответствовали ожиданиям и обещаниям, которые щедро раздавались перед началом проекта. Естественно, в такой ситуации при распределении грантов включается система распознавания объектов по принципу «свой-чужой», и исследователи, не соответствующие определенным стандартам, оказываются оттесненными на обочину.

Как Селье, так и Хейердал в полной мере испытали на себе такого рода дискриминацию: работы первого финансировались непосредственно правительством Канады, а исследования второго — главным образом частными пожертвованиями. Впрочем, не стоит особенно сокрушаться по этому поводу. Человечеству вообще свойственно крайне нерационально использовать имеющиеся в его распоряжении ресурсы, так что перечисленные выше факторы можно отнести к разряду объективных. Однако наряду с объективными факторами существует целый ряд обстоятельств, зависящих чаще от чисто субъективного восприятия окружающего мира. Для обозначения одного из таких факторов я бы использовал термин «европоцентризм», когда все ученые включены научной элитой в своеобразную «табель о рангах», на положение в которой существенное влияние оказывают географические и языковые факторы. О языке в науке следует сказать особо. Ни для кого не секрет, что сегодня язык научного общения — английский, позволяющий относительно свободно обмениваться научной информацией и избегать терминологических неточностей. С другой стороны, если статья или книга не опубликована по-английски, научное сообщество ее, как правило, игнорирует. Например, последняя книга Хейердала вышла на норвежском языке в 2001 г., через семь лет появился ее русский перевод, но на английском она не издана до сих пор.

Ни для Хейердала, ни тем более для Селье не существовало

проблемы донести свои воззрения до англоязычного читателя. Однако оба они отчетливо понимали, что мир науки отнюдь не исчерпывается этой аудиторией. Ганс Селье пытался решить эту проблему, разъезжая по миру с лекциями, которые он, будучи полиглотом, читал на разных языках, включая русский. Тур Хейердал активно общался со своими коллегами во многих странах Европы, Азии и Америки, используя переводчиков в тех случаях, когда общение по-английски вызывало затруднения. В то же время обоим преследовала мысль о том, что наука, заключенная в узкие национальные и языковые рамки, в сегодняшнем многоликом мире обречена на стагнацию.

Как Ганс Селье, так и Тур Хейердал отчетливо понимали, что стремление к проведению все более и более углубленных исследований без адекватного синтеза полученных новых знаний — дорога в никуда. Еще в 1942 г. Хейердал написал короткое эссе, выдержка из которого приведена ниже. «Науке требуется новая кровь, новые организаторы. Она как народ без вождя, как армия без офицеров. У нас есть тысячи людей, которые копают и копают. Они достают тысячи фрагментов, но где те, кто составит их в единое целое? Где те, кто направит свою работу вширь вместо глубины, те, кто свяжет все воедино и получит результат? Таких людей у нас нет. Потому что сейчас нужно быть членом священного клана, идти своей дорогой, быть специалистом. Моя цель — в первую очередь подорвать веру в клан. Нам нужна новая форма науки, нужны ученые, идущие поперек, строящие и связующие воедино...»*. Приходится признать, что сегодня, ровно через 70 лет после написания этих строк, эти идеи по-прежнему более чем актуальны. ■

* Цит. по: Рагнар Квам мл. «Тур Хейердал. Биография. Книга I. Человек и океан». М., 2008. С.268.

Дроздовые: известные и неизвестные

В.А.Колбин,
кандидат биологических наук
Государственный заповедник «Вишерский»
Пермский край

Птиц семейства дроздовых (Turdidae) трудно не заметить, поскольку многие из них обладают прекрасными вокальными данными. Вспомним хотя бы некоторых: обыкновенный соловей (*Luscinia luscinia*), певчий дрозд (*Turdus philomelos*), синяя птица (*Myophonus caeruleus*). Кроме них в Евразии и по всему земному шару обитает множество других выдающихся певцов, относящихся к этому семейству, в котором насчитывается свыше 300 видов, из них в фауне России — 53 вида [1]. Птицы отличаются изящным обликом, при этом окраска оперения одних — самая скромная, другие же одеты очень нарядно.

Самый известный певец и своеобразный символ России — соловей. Чудные песни этой скромно окрашенной птицы всегда находили отклик в душе русского человека. Воздействие его песни на человека XIX в. описано в рассказе И.С.Тургенева «Соловьи», где великий писатель сохраняет колоритную речь рассказчика: «Начинают они обыкновенно с пленкания... так жалобно, нежно: плень... плень... не громко — а по всей комнате слышно. Так звенит приятно, как стеклышко, душу всю переворачивает. Как долго не слышу — всякий раз тронет, по животу так и пробежит, волосики на голове трогаются. Сейчас слезы — вот они. Выйдешь, поплачешь, постоишь». Невольно задумаешься, насколько тугоухи и бесчувственны большинство наших современников, которые, даже выезжая на природу, глушат звуки леса автомобильной магнитолой.

О соловьях написано очень много. Перечень писателей, в той или иной степени уделивших внимание этой птице, возглавляют Тургенев, Аксаков, Достоевский...

Менее известен, но ни в чем не уступает соловью певчий дрозд, недаром Карл Линней, давший сотням животных и растений латинские названия, окрестил его — *Turdus philomelos* (дрозд, любящий музыку). Если соловей ассоциируется с тихими речными поймами средней полосы России, то певчий дрозд распространен гораздо шире. Его можно встретить в дремучей уральской «парме», в горных редколесьях, в долинных лесах.



Певчий дрозд с птенцами.

Здесь и далее фото автора

Опознать певца легко по ключевому приглашению, которое он неизменно включает в свои песни; словами оно легко передается так: «Филипп-Филипп, приди-приди, чай-пить, чай-пить». Знарок певчих птиц конца XIX в. И.К.Шамов сообщал, что некоторые крики в обыкновенной песне дрозда весьма близко можно имитировать словами, например: «деньги есть!», «выпьем!», «Василий!», «кто велит!» [2].

Многие дрозды рода *Turdus* при строительстве гнезд для придания прочности используют грязь и глину. Певчий дрозд отличается особенным пристрастием к «штукатурным» работам, поэтому лоток его гнезда выглядит очень своеобразно, и хозяин строения определяется безошибочно.

Крупные (настоящие) дрозды, обитающие в европейской части России, обычно носят непритязательное крапчатое оперение, а вот среди мелких немало франтов. Например, ближайший родственник европейского соловья (из того же рода *Luscinia*) щеголяет в манишке небесной голубизны. Линней, возможно, из любви к родине (где этот вид совершенно обычен), назвал красочную птицу соловьем шведским (*L. svecica*), хотя ее ареал охва-



Варакушка.



Соловей-красношейка.

тывает весь север Евразии. Русское название птицы — варакушка — подчеркивает характерный, но не особо мелодичный элемент в ее песне — «варак». Варакушка, как и маститые певцы, перенимает элементы песен других пернатых. Еще один яркий представитель соловьиного рода, заселивший всю Сибирь и Дальний Восток, — соловей-красношейка (*L. calliope*). Красочные пятна в оперении этого певца распределены как у варакушки, недаром в немецком языке оба вида называются «blaukehlchen» и «rubinkehlchen» — «голубая» и «рубиновая грудки» [3]. В Европу соловей-красношейка «заглядывает» только в одном месте — на севере Пермского края, в районе хребта Кваркуш.

В Европе есть и другой обладатель яркой машишки — зарянка (*Eritbacus rubecula*). Рыжая грудь этой птички под пологом темнохвойного леса кажется маленьким лепестком пламени. Самцы и самки зарянок окрашены одинаково. Они, как и другие дроздовые, предпочитают искать корм среди лесной подстилки, поэтому отличаются необыкновенной «глазастостью». Кстати, большие выразительные глаза характерны для всех дроздовых. В Сибири экологическую нишу зарянки занимает синехвостка (*Tarsiger cyanurus*). В Европу по зоне темнохвойной тайги она проникает до Норвегии. Старые самцы (третьего года жизни) щеголяют в синем фраке, молодые и самки довольству-



Зарянка.



Синехвостка.



Сизый дрозд.



Дрозд белогорлый.

ются синим хвостом. Некоторые же самцы до конца жизни так и не получают полноценные синие одежды (оливковая морфа) [4].

В Сибири обыкновенного соловья сменяют три других вида: уже упомянутый соловей-красношейка, синий соловей (*L. cyane*) и соловей-свистун (*L. sibilans*). Однако даже если сибирские соловьи будут исполнять трио, они не смогут затмить среднерусского тезку. Но может, слабый вокал компенсируется внешностью? Действительно, синий соловей блистает среди сумрачного подлеска бархатисто-синим фраком и белым жилетом. Кого ослепляет в таежном полумраке этот «светский лев»? Неужели вся эта роскошь ради скромной серенькой самки? Песня синего соловья во многом походит на песню западного собрата, но все время кажется, что певцу лень петь. Солист исполнит трель и замолкнет, исполнит следующее незамысловатое коленце, и снова все стихло. Впрочем, зачем вокальные усилия при такой внешности!

Соловей-свистун яркого оперения не имеет и сердца пернатых красавиц трогает залихватской руладой, которую многие авторы сравнивают с ржанием жеребенка. По мне, так сходство невелико, но жизнерадостность у этой песни не отнять. Утомленному таежнику трель свистуна нередко силы прибавляет.

Вероятно, самая красивая песня на Дальнем Востоке России у сизого дрозда (*T. hortullorum*). В долинных лесах Приамурья он с успехом заменяет исчезающего еще в Средней Сибири певчего дрозда. А уж если взять сочетание красивой песни и яркой внешности, то здесь он наверняка станет лидером. Правда, живет в Приамурье и Восточной Сибири еще один загадочный дрозд, который может оспорить пальму первенства у сизого дрозда. За маленькое белое пятнышко на зобу его называли белогорлым (*Petrophyla gularis*). Внешность у пти-

цы очень броская: темя и крылья голубые, а низ тела рыжий. Этот некрупный дрозд любит жить на склонах сопок. Когда звучит его песня, кажется, что какой-то человек сидит на скале и виртуозно насвистывает минорную мелодию. Но еще более печальную песню поет самый крупный дрозд России — пестрый, или земляной (*Zoothera dauma*). Всю ночь напролет он исполняет свои монотонные свисты, наполненные неизбывной грустью. Если поблизости нет более жизнерадостных певцов, то невольный слушатель может погрузиться в меланхолию. В Европе сибирский вид встречается только на Урале, а если удастся сфотографировать таинственную птицу, то это великая удача.

Кроме пестрого дрозда в Европу из Сибири проник и чернозобый дрозд (*T. atrogularis*), причем западнее Урала оба вида не продвигаются. На Северном и Приполярном Урале чернозобый дрозд по численности, вероятно, доминирует над всеми европейскими сородичами. На Урале это самый молчаливый дрозд — его незатейливую песню можно услышать очень редко, в самом начале гнездового периода. А вот возмущенные крики родителей, беспокоящихся о своих чадах, в горной тайге летом звучат очень часто. Этим они резко отличаются от певчих дроздов, которые у гнезда и даже со слетками ведут себя удивительно молчаливо. Птенцы дроздов (как и всех других птиц отряда воробьинообразных) появляются на свет голыми и слепыми. Они нуждаются в постоянном обогреве, особенно если случается возврат холодов. В это время самка большую часть времени находится с детьми, а добычей корма для всего семейства занимается самец. Птенцы выделяют экскременты в виде пакетиков, поэтому родители легко забирают продукты детского метаболизма и уносят прочь. Так поддерживается чистота и соблюдается маскировка от хищников. Чернозобые

дрозды, как показала длительная фотосъемка, не мудрствуя лукаво, съедают детские пакетики. Дрозды других видов иногда тоже так поступают.

Хочется еще раз подчеркнуть, что дикие певчие птицы в русском обществе XIX — начала XX в. имели неизмеримо большую значимость, чем в современной техногенной цивилизации. Даже жители городов были ближе к природе, тонко чувствовали и ценили красоту птичьего пения. В те времена простые русские люди ходили в трактиры, чтобы наслаждаться дивной музыкой того или иного пернатого маэстро. Вот как описывал Шамов в книге «Наши певчие птицы» прослушивание знаменитого соловья: «Курская “каменовская птица”, как она называлась, удивляла своими дробями и привлекала к себе весь тогдашний охотничий мир; со всех концов Москвы, как будто на храмовой праздник, шли и ехали охотники послушать эту чудную птицу. Большая зала трактира, где она висела (у Малого Каменного моста, трактир Выгодчиково), день и ночь была набита народом. Тихо, не произнося громко слова, сидели охотники за чайными столиками по двое, по трое и с замиранием сердца ожидали того часа, когда запоет знаменитая птица. И лишь только клетка начинала слегка колыхаться, т.е. птица начинала беспокойно бегать по жердочкам, “злиться”, перед тем как запеть, — взоры всех слушателей обращались на клетку. И при первом звуке, когда птица произносила прием и за ним песню, каждый охотник как бы застывал на месте, весь обращался в слух... Невыразимо чудные песни оглашали всю залу... Охотники млели и тряслись от восторга».

В этой же книге Шамов приводит очень показательную и печальную историю о молодом человеке, который для того чтобы получить деньги на



Самец чернозобого дрозда с птенцами.

покупку соловья, женился по расчету. В первую же брачную ночь клетку с драгоценным соловьем по неосторожности сломала сваха, которой он мешал спать своим пением. Птица улетела на свободу, а безутешный жених, узнав о пропаже, запил горькую и вскоре умер...

На переднем крае эволюции

Некоторые дрозды Сибири и Дальнего Востока остаются малоизученными. Даже их видовая систематика пребывает в состоянии перманентного изменения. В прошлом веке два «современных» вида дроздов — бурый (*T. eunomus*) и дрозд Наумана (*T. naumanni*) — во многих публикациях считались подвидами одного вида [5—7] дрозда Наумана. А темнозобый дрозд объединял современных краснозобого (*T. ruficollis*) и уже упоминавшегося чернозобого. У Л.А.Портенко темнозобый дрозд даже включал все четыре формы [8]. Хотя внешне рассматриваемые виды различаются весьма заметно, в зонах совместного обитания (зонах симпатрии) эпизодически или регулярно обнаруживаются смешанные пары и гибриды. Это и послужило в свое время причиной сомнений в их видовом статусе, высказанных Хартертом [9, 10]. К тому же он считал этих птиц аллопатричными, хотя позднее были выявлены зоны симпатрии, где возникающие гибриды, как правило, элиминируются, и преобладают исходные формы. Тем не менее точка зрения Хартерта была принята подавляющим большинством орнитологов в XX в. и лишь к концу столетия птицы снова получили видовой статус [11, 12]. Получилось, что в конце XX в. произошел возврат к точке зрения века XIX [13, 14], когда видовая систематика строилась в первую очередь на морфологических признаках.

Еще три вида дроздов (по современной номенклатуре) в свое время были объединены Портенко в один вид: оливковый дрозд [8]. В «Кратком определителе птиц СССР» 1978 г. издания эти же виды (в качестве подвидов) скрывались под вывеской бледного дрозда. В настоящее время все три формы имеют видовой статус: бледный дрозд (*T. pallidus*), оливковый дрозд (*T. obscurus*) и золотистый дрозд (*T. chrysolaus*) [1, 12, 15]. Если в первой группе дроздов (краснозобый, чернозобый, бурый и Наумана), как уже упоминалось, довольно обычна гибридизация, то для этих дроздов гибриды неизвестны. В один вид они объединялись на основании морфологического сходства и вследствие недостатка данных. В Северном Приамурье у бледного и оливкового дроздов имеется достаточно обширная зона симпатрии, при этом очевидна полная репродуктивная изоляция. В Норском заповеднике оба вида гнездятся [16], и различия в экологии и вокализации так велики, что образование смешанных пар между этими видами



Дрозд Наумана.



Бурый дрозд.

трудно представить. Что касается золотистого дрозда, то он, обитая на островах (Сахалин, Курилы, Япония), географически изолирован от двух материковых форм.

Относительную эволюционную молодость этих семи видов дроздов можно предположить достаточно уверенно. Они прекрасно вписываются в концепцию надвида, предложенную Э.Майром [17, 18]. Развивая его воззрения, Д.Амадон дал весьма удачную определение надвида: «Надвид — группа полностью или почти полностью аллопатрических таксонов, которые были когда-то расами одного вида, но которые сейчас достигли ви-

дового статуса» [19]. Достаточно очевидно, что среди рассматриваемых дроздов представители надвида, объединяющего оливкового, бледного и золотистого дроздов, продвинулись на эволюционном пути к «хорошим» видам значительно дальше, чем представители надвидов чернозобый — краснозобый и бурый — дрозд Наумана. О последних четырех видах можно сказать, что они находятся между подвидом (расой) и видом [12], но в целом вполне достигли статуса вида. Не вызывает никаких сомнений необходимость и большая значимость дальнейшего изучения биологии рассмотренных дроздов. ■

Литература

1. Коблик Е.А., Редькин Я.А., Архипов В.Ю. Список птиц Российской федерации. М., 2006.
2. Шамов И.К. Наши певчие птицы. М., 1910.
3. Svensson L., Grant P.J., Mullarney K., Zetterström D. Der neue Kosmos-Vogelführer. Stuttgart. 1999.
4. Рябицев В.К. Птицы Урала, Приуралья и Западной Сибири. Екатеринбург, 2008.
5. Дементьев Г.П. Полный определитель птиц СССР: Воробьиные. М.; Л., 1937. Т.4.
6. Шнитников В.Н. Птицы Семиречья. М.; Л., 1949.
7. Иванов А.И., Штегман Б.К. Краткий определитель птиц СССР. Л., 1978.
8. Портенко Л.А. Птицы СССР М.; Л., 1954. Ч.3.
9. Hartert E. Die Vögel der Poläarktischen Fauna. В., 1910. Bd.1. S.I—XLIX, 1—832.
10. Hartert E., Steinbacher F. Die Vögel der Poläarktischen Fauna. В., 1935. S.289—384.
11. Назаренко А.А. Краткий обзор птиц заповедника «Кедровая падь» // Тр. Биол.-почв. ин-та ДВНЦ АН СССР. Владивосток, 1971. С.12—51.
12. Степанян Л.С. Надвиды и виды-двойники в авифауне СССР. М., 1983.
13. Плеске Ф.Д. Научные результаты путешествий Н.М.Пржевальского по Центральной Азии: Отд. зоол. СПб., 1889. Т.2. Вып.1: Птицы.
14. Taczanowski L. Faune ornithologique de la Sibirie orientale. Pt.1-2-Mém. Acad. Sci. St.-Petersb. 1891—1893. Sér.7. V.39.
15. Степанян Л.С. Конспект орнитологической фауны СССР. М., 1990.
16. Колбин В.А. Авифауна Норского заповедника // Русский орнитологический журнал. 2005. №277. С.39—48.
17. Майр Э. Систематика и происхождение видов. М., 1947.
18. Майр Э. Зоологический вид и эволюция. М., 1968.
19. Amadon D. The superspecies concept // Syst. Zool. 1966. №15. P.245—249.

«Была бы прочна палатка...»

Ко дню геолога

Г.Ф.Конюшенко,

главный геолог партии №3 Александровской опытно-методической экспедиции
г.Александров (Владимирская область)

В этом году мы работали «с размахом». Я имею в виду, что один участок у нас был на самом юге Амурской обл. (до моего любимого Хабаровска уже рукой подать), в 12 км от Кундура на р.Мутной, а второй — на северо-востоке в бассейне р.Арги (мы там работали в 2007 г., а сейчас проводили более детальные работы). В обоих случаях экстрима и приключений хватало. На первом участке донимала жара и тьма мокреца. Я, честно говоря, с таким сталкиваюсь впервые: пока двигаясь, еще ничего, можно отмахнуться, но как только остановишься пробу отобрать, все открытые участки тела покрываются ровным слоем этих «акул» и начинают гореть огнем. От них же никакие сетки и накомарники не спасают и мази никакие не помогают. Плюс к этому жара, непроходимые джунгли (мало того что все переплетено, так еще и колючее), влажность — все 200% (у нас все позеленело от плесени, сами пропахли ею). Ну и в довершение ко всему прошли дожди, и наш лагерь превратился в грязевую площадку: чавкало везде. В палатке пришлось проложить следи, чтобы ходить хотя бы в кирзовых сапогах, а к ручью — только в болотниках. Для костра делали сруб высотой почти полметра, на него положили лист железа, а потом уже разводили огонь. А когда выезжали с участка (а это до Зеи больше 700 км), у нас на федеральной трассе, недалеко от Тыгды, лопнуло ко-



Наш очаг после того, как его переоборудовали. До этого во время дождей он был полностью в воде.

Здесь и далее фото автора

лесу на «Урале». Заменяли, потом проехали немного, и одновременно лопнули еще два колеса. Водитель еле удержал машину, нас чуть не стянуло в кювет (мы же на прицепе вездеход тащили). Хорошо, что это случилось ранним утром и машин на трассе практически не было. Ну в итоге привезли нам два колеса, машину сделали, и мы благополучно добрались до базы.

На базе просидели дней десять. Перед этим шли дожди, дороги размыло, вода в реках поднялась. На следующий участок (Ягодный) сначала должны бы-

ли ехать по дороге, которая большей частью идет вдоль речек, а потом вверх около 30 км по руслу р.Уркан (это еще пока на машине). До Уркана доехали благополучно. На берегу заночевали. На следующий день доехали до того места, где должны пересаживаться на вездеход. Ну а дальше — вдоль р.Уньи. Вездеходом до участка ехать около 150 км. Сначала по дороге, которую когда-то проложили охотники, рыболовы, да и, наверное, геологи к этому руку приложили, ну а потом по бездорожью, в основном по мари. Причем до-

рога шесть раз переходила с одной стороны речки на другую, а еще выше по течению вода в реке мутная и ничего не видно. Еще раз заночевали. Утром выехали, более-менее благополучно пересекли Унью. У меня при каждой переправе сердце сжималось, ничего же не видно, а река довольно широкая, и вода стояла немаленькая. Еще проехали километров десять.

А потом сломался вездеход. Полетела какая-то деталь в двигателе, причем капитально. Хорошо, что это случилось на ровной дороге и всего в 500 м от ручья. Мы тут же раскинули лагерь. Одну палатку поставили прямо на дороге, перед вездеходом, а другую — сзади, натянули антенну. Вечером сообщили по радиации на базу о поломке. А там начались поиски вездехода (два наших были далеко, на другом конце Амурской обл.). У кого-то был вездеход, но не было вездеходчика, у кого-то все было, но сам вездеход сломан. Все-таки нашли и вездеход, и вездеходчика (у местных геологов). Но там начальник заартачился, мол, далеко ехать. В итоге они к нам приехали. Тайно. У себя сказали, что в маршруте, благо местный геолог оказался хорошим знакомым нашего вездеходчика. Еще два дня занимались ремонтом. Когда поставили ту деталь, которая у нас сломалась, выяснилась еще одна поломка. Полетела какая-то шпонка, а запасной у нас не было, вот и пришлось нашим мужикам вытаскивать ее из гаечного ключа. Сначала отпилили ножовкой кусочек, потом долго его обрабатывали подручными средствами. Сережа* сказал: «У нас кружок “Умелые руки”». Это надо было видеть: сидят четыре мужика, выпиливают из железа маленькие детальки и самозабвенно их обтачивают. Руки у них при этом по локоть в мазуте, так как постоянно эти детальки примеряют. У нас кроме той шпонки еще

* Сергей Леонидович Конюшенко, геолог II категории. — *Прим. ред.*



Ремонт на дороге (время где-то часа четыре-пять утра).

каких-то деталей не хватало, вот они их и вытаскивали. Потом тронулись в путь, но я каждый раз вздрагивала, когда наш вездеходчик останавливал машину. Все никак не могла поверить, что с этими самодельными детальками мы благополучно доедем. Ехали два дня, ну а на третий приехали. Последняя ночевка была уже недалеко от участка.

Немного не дотянули — не хватило светового дня. Это был только первый рейс. Отряд же состоял из семи человек, да еще продукты, да шмотки — одним рейсом все равно не увезти. Предстоял еще один.

Вездеход ушел за остальными членами нашего отряда, а я — скорей в маршрут. Здесь, конечно, уже не было такого безобра-



На пути на участок Ягодный. Кипятим чай.



Устраиваемся на ночлег. Утром поедem вверх по этой речке, прямо по руслу.

зия с насекомыми, все-таки конец августа. Тем не менее, ходить все равно было трудновато. На первом участке хоть твердая почва была под ногами, а здесь либо заросли карликовой березки (но не по колено, а практически в человеческий рост), либо болотного багульника, который

по пояс, и стреножит он не хуже лиан, да еще под ногами то вода, то полусгнившие деревья, замаскированные мхом, а если нет этих зарослей, значит или частокол из горельника (совсем молодые засохшие лиственки стоят на расстоянии 10–20 см друг от друга), или марь. Через частокол



Так студенты носили воду. Ручей в 500 м от нашего вынужденного лагеря.

продираешься так, что иногда ключья одежды оставляешь на деревьях, а по мари делаешь шаг и не знаешь куда попадешь — то ли на кочку, то ли между, провалишься то ли по колено, то ли по пояс. В общем покувыркались, особенно я (все-таки возраст, да еще сапоги болотные на ногах как кандалы, так и тянут к земле). Студент наш все веселился, когда я в очередной раз куда-нибудь заваливалась и меня приходилось поднимать. А я ему говорила: «Посмотрю, как будешь ходить в моем возрасте». Но самое обидное, что с пробоотбором были проблемы: иногда идешь (вернее ползешь) километр, а то и больше, а проб нет (мы отбирали металлку* по сети 200×40 м, ну и собственно маршруты и отбор коренных). Но в конце концов и этот участок закончили и выехали благополучно, уже без поломок.

Приехали на базу и через три дня отправились на следующий участок, последний в этом сезоне. К нашей радости, ехать было недалеко: без ночевки и машинной практически до места. Участок находился в 30 км от Талдына, что по Транссибу. Там мы отбирали только металлку по сети 200×20 м (это были договорные работы). Проходимость здесь тоже не ахти какая (завалы, горельник, трава в человеческий рост). Но уже стояла осень, трава пожухла, и потихоньку можно было ходить, не опасаясь подвоха. С насекомыми тоже все в норме: мокрец иногда донимал да клещи энцефалитные. Но, если на первом участке (где их тоже было много) они впивались и приходилось каждый вечер себя осматривать, то тут клещи — уже осенние, толстые, сытые. Только противно в волосах ползали, а у меня сейчас волосы длинные.

* Отбор проб суглинка через каждые 40 м с глубины 0,3–0,5 м, в которых спектральным полуколичественным анализом определяется содержание 28 элементов (в основном металлов). — *Прим. ред.*



Такая природа на участке Ягодном (ну и на пути к нему).

На этом участке доработали уже до морозов. Снега вроде бы и не было, а мороз стоял не только ночью, но и днем. За ночь ведра с водой промерзли до дна. 4 октября вернулись на базу. С заготовками в этом году было худо. Только в одном месте (как раз, где «поломались») набрали и насолили ведро грибов, да съели несколько ленков, ну и еще по пути на второй участок немного птичек постреляли — и все.

Вот так мы работаем каждый сезон. Иногда бывает лучше, иногда хуже, но каждый год примерно одинаково. Наверное, так уже никто не работает. Тут на последнем участке приезжали наши заказчики, так они ужаснулись, увидев, в каких условиях мы живем и работаем. А работали мы на Покровский рудник, что добывает золото, а он богатый. Все звали нас к себе, сманивали высокой зарплатой, говорили, что такие большие объемы за такой короткий период, да еще в таких жутких условиях у них никто не делает.



Конец сезона. Ручей уже и днем не оттаивал, приходилось пробивать лед, чтобы набрать воды.

А для нас условия обычные: те же палатки, что и 30 лет назад (с одним только отличием, что раньше они начинали протекать после трех-четырех сезонов, а сейчас текут сразу, хотя и новые, приходится закупать пленку и накрывать их сразу же), та же рабочая одежда (только раньше энцефалиткам сносил не

было, а сейчас иногда на сезон не хватает), те же болотники, те же печки. Да и сами мы из прошлого века. ■

*Из письма Г.В.Ботрякову, сокурснику (выпуск 1974 г.) по геологическому факультету Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова
Ноябрь 2010 г.*

Нанократия, или 20 лет спустя

К 120-летию со дня рождения академика Н.В.Белова

Р.К.Расцветаева,

доктор геолого-минералогических наук
Институт кристаллографии им.А.В.Шубникова
Москва

Многие природные силикаты состоят из трехслойных пакетов. Известный советский ученый академик Н.В.Белов интересовался семейством так называемых «титаносиликатных слюд» и вместе со своими учениками исследовал их рентгеноструктурными методами. В предыдущей сказке* описаны минералы этого семейства, а в новой — продолжается рассказ о них и родственных им минералах.

Пролог

Каждый знает, что новую жизнь лучше всего начинать с чистого листа. Ничто не должно напоминать о прошлом. Потому все надо изменить или переименовать. Второе проще. Тотальное переименование охватило страну. Мир минералов решил идти в ногу со временем и тоже подключился к этому процессу. Началось с того, что *Всесоюзное минералогическое общество* переименовали в *Российское*, а все институты, как один, стали называться «Федеральное государственное бюджетное учреждение науки». Например, *Институт кристаллографии РАН* превратился в *ФГБУН ИКРАН*. А еще взялись за минералы. **Дашкесанит** стал **хлоркалийгастингситом**, чтобы никто не догадался о его азербайджанском происхождении. Хотели также таджикский **сурхобит** превратить в китайский **цзиньшацзянит**, но не получилось. Тогда решили, что поштучное переименование 4 тыс. минералов дело долгое и хлопотное, и перешли на оптовый метод. Поступило предложение 25 минералов называть одним именем **эвдиалит**. Но общественность засомневалась и не поддержала смелое начинание. Чтобы не мелочиться и ускорить процесс, стали переименовывать целые семейства. Все слюды и глинистые минералы стали на западный манер называть **филлосиликатами**,

а титаносиликатные слюды — **гетерофиллосиликатами**. Трехслойные пакеты, на которых держатся эти филло- и гетерофиллосиликаты, по примеру ООО, ОАО и МММ преобразовали в *ТОТ*, *НОН***, а некоторые и в *(ТН)О(ТН)*. Группу бафертисита назвали **мероплезиотипной полисоматической серией**, которую бафертисит сам основал и сам же возглавил.

Процесс пошел, но как-то вяло. Главное, что количество переименований никак не переходило в качество жизни. Нужны были радикальные меры. И тут вспомнили про *нано*. Вот где спасение для всего минерального (и не только!) мира. *Демократию*, которая давно пробуксовывала и превратилась в *бюрократию*, переименовали в *нанократию*. Двигателем прогресса отныне стал лозунг: «Кто не с нано, тот не с нами. Крупные кристаллы вышли из моды, теперь красивыми и полезными стали считать мелкие. И чем мельче, тем лучше. Некоторые дошли до такой степени самоизмельчения, что вовсе исчезли. Они как бы есть, но их нет. Во всяком случае увидеть их невозможно ни простым глазом, ни вооруженным. Поговаривают, что они совсем потеряли кристаллический облик и перешли в какое-то наносостояние. Однако в этом состоянии они неплохо зарбатывают в нанотехнологиях.

А кто не смог (или не захотел) измельчиться, включили в свой лексикон несколько модных словечек — «инновация», «нанотехнологии», «когнитивные технологии» — и продолжают жить прежней жизнью.

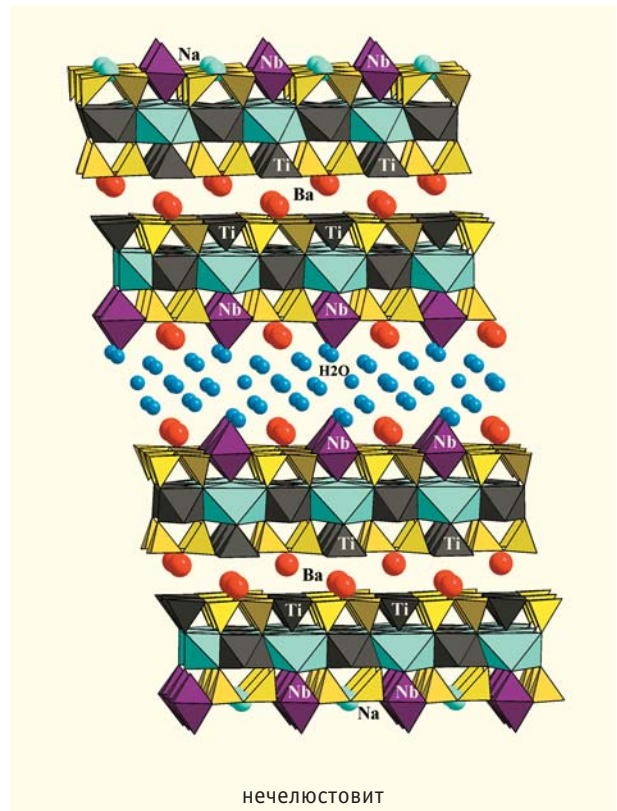
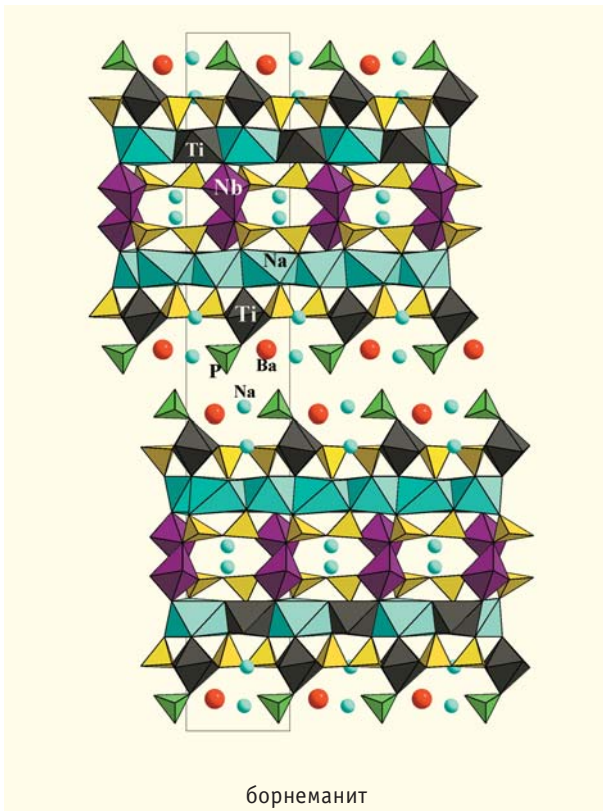
Серия первая

Борнеманит получил SMS-сообщение от своего друга **нечелюстовита**: «Союз Ломоносовитских Республик больше не существует».

Как не существует? — всполошился борнеманит и помчался из Ловозерской тундры в соседнюю Хибинскую. Нечелюстовит уже поджидал его.

* См.: *Расцветаева Р.К.* Союз Ломоносовитских Республик // Природа. 2003. №4. С.14—17.

** Т — тетраэдры, О — октаэдры, Н — гетеро (hetero).



— Что случилось, объясни толком? — запыхался борнеманит.

— Да я же сказал: распался Союз. Все захотели самостоятельности. Теперь Ломоносовития отдельно, Борнеманития отдельно и т.д.

— Как отдельно? Я же состою наполовину из ломоносовита, а наполовину из накарениобсита. **Камарант** — наполовину бафертисит, а наполовину сурхобит. Да ты и сам частично баритолампрофиллит, а частично вуоннемит. Правда, после того, как цунами смыло фонари (по-научному, фосфорные тетраэдры) и затопило территорию. Недаром ты вытянулся аж на 48 Å в длину. А взять моего соседа **быковайта**: да при его длине в 51 Å чего только в нем не намешано...

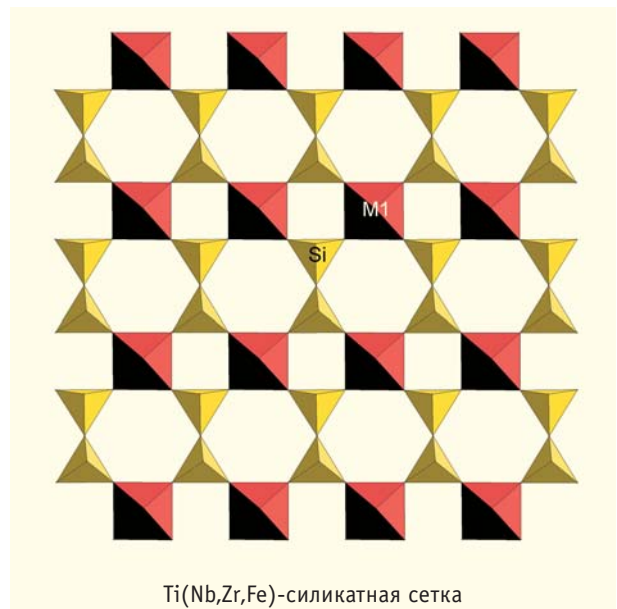
— Знаю-знаю, — прервал его нечелюстовит. — Но мы осколки прошлого, скоро нас в музее будут показывать.

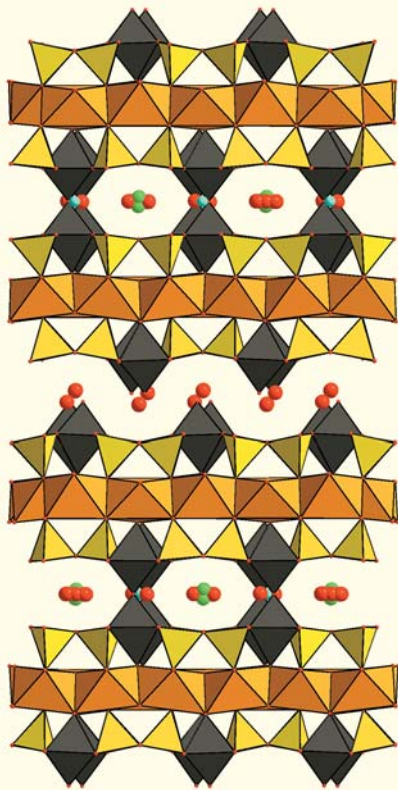
— Не может быть, — бормотал борнеманит. — У нас же крыша одна на всех — титаносиликатная. Ну хорошо, у некоторых ниобосиликатная или цирконосиликатная, а у **эриксонита** даже железосиликатная. Но это сути дела не меняет. Главное, что они изготовлены по одному рецепту: на одну башню или полбашни (октаэдр и полуоктаэдр) приходится два силикатных кирпича (кремнекислородных тетраэдра).

— Увы, — вздохнул нечелюстовит, — отстал ты от жизни. Сидишь в своей тундре на горе Карнасурт и ничего не замечаешь. Кто сейчас соблюдает рецепты? Нас теперь называют *гетеро* — разные,

значит. Вот и живет каждый под своей крышей. У одних на одну башню приходится два кирпича, у других четыре или шесть, а то и восемь. А у большинства и вовсе башен не осталось, одни кирпичи кругом... Да ты и сам можешь все увидеть, если составишь мне компанию. Я как раз собираюсь путешествовать по Ломоносовитии.

Борнеманит не отказался от заманчивого предложения и отправился упаковывать рюкзак.

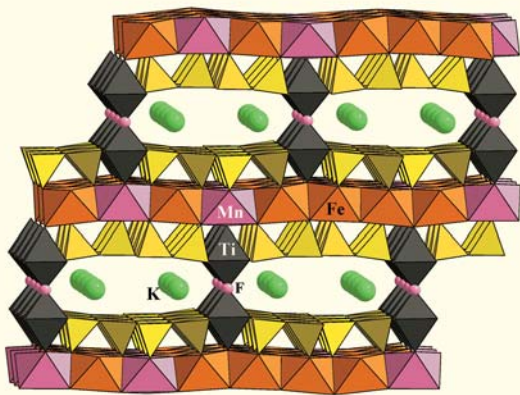




камараит

Серия вторая

Астрофиллит сокрушенно подсчитывал убытки. Землетрясения вроде бы не было. И цунами тоже. Но половина башен куда-то подевалась. А у брата **магнезиоастрофиллита** и того хуже: те, что остались, уполовинились. Оказалось, власти конфисковали титан. Он — стратегическое сырье, и его надо экономить. А чтобы сырье было сохраннее, его переправили за границу.

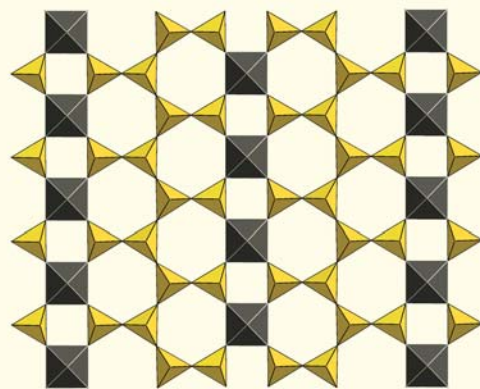


астрофиллит

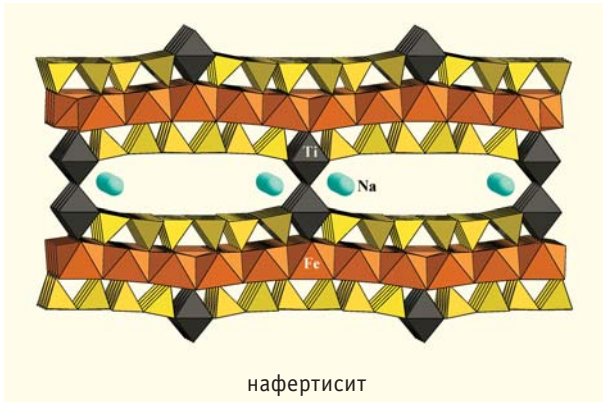
Делать нечего, дыры от башен залатали диортогруппами из силикатных кирпичей, которых в Ломоносовитии всегда в достатке.

Башен стало меньше, и на каждую теперь приходилось четыре кирпича. Но зато поле между башнями расширилось. Теперь жители К и Na могли гонять в футбол и готовиться к олимпиаде в Сочи. Все равно никакого дела нет и не предвидится, а приторговывать можно и между матчами. В **гидроастрофиллит** добавили оксоний, чтобы жители могли осваивать и водное поло. Суровый **свейнбергит** (родом из Швеции) заменил слабосильных Na и K на Ca. **Наливкинит** из Дара-и-Пиеза, что в северном Таджикистане, наоборот, подселил к Na и K крохотный Li. Правда, в футбольную команду его не взяли по причине маленького роста, но записали в болельщики. Еще один выходец из Казахстана, **тарбагатаит**, заменил на стыке двух башен F на OH, но это не стало сенсацией. А вот когда в очередном **куплетските** появился цезий, все стали завидовать такому крупному вратарю, который не пропустит ни одного мяча. Ему присвоили титул **куплетскита-(Cs)**. Основатель династии куплетскитов получил свое название в честь сразу двух геологов — мужа и жены Куплетских. Появился в семействе и четвертый член — **ниобокуплетскит**. Как ему удалось раздобыть дорогостоящую ниобиевую башню, никто не знает, но по его примеру **циркофиллит** и его родственник **железодоминантный циркофиллит** обзавелись циркониевыми башнями. А еще один родственник (но менее удачливый) смог подмешать в титановую башню олово, и его стали величать **высокооловянным астрофиллитом**.

Тем временем дефицит титана становился все ощутимее. Для экономии ценного металла добавили еще кремния. Теперь на каждую башню приходилось шесть тетраэдров, и простор для футболистов стал еще больший. Одна часть народа всю гоняла в футбол, а другая болела за свои команды. И все при деле. Вот что значит здоровая национальная идея!

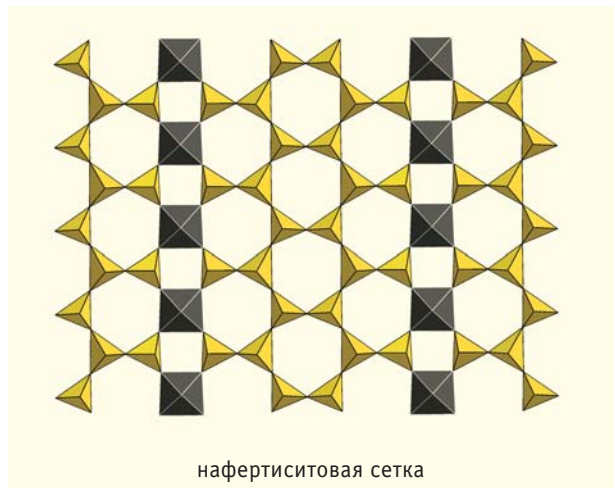


астрофиллитовая сетка



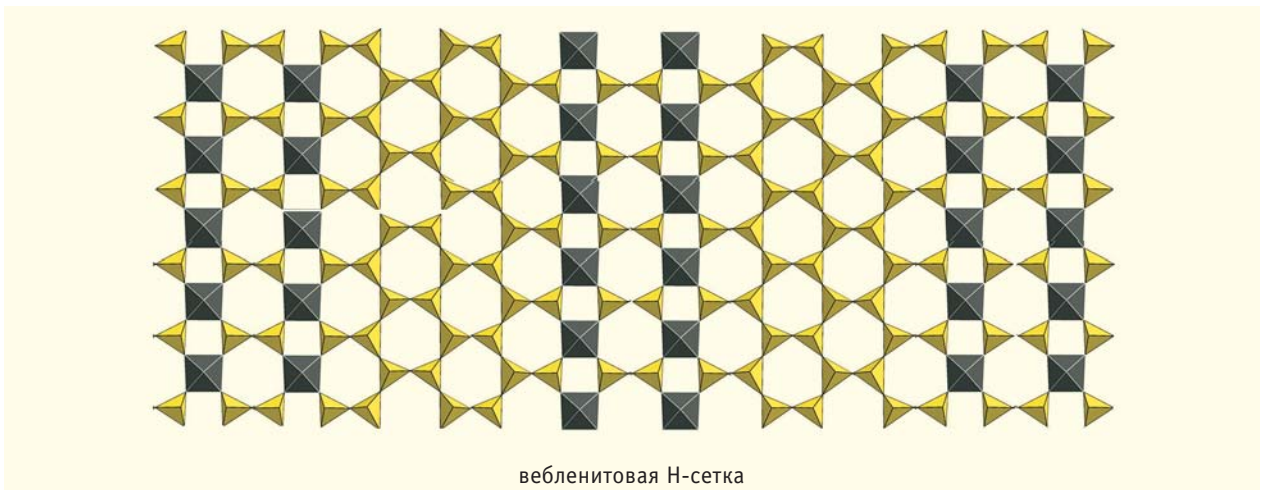
Нафертисит (Na-Fe-Ti-Si) из Хибинского массива и **кариохроит** из Ловозерского стали образцами «экономной экономики». Они продемонстрировали свои шесть тетраэдров при каждом удобном случае. Но их переплюнул **магнезиоастрофиллит**, который добровольно-принудительно взял обязательство сэкономить еще больше титана и перешел, как вы помните, на титановые полубашни. Теперь *НОН*-пакеты вообще перестали общаться. Железные и марганцевые магнаты жили в своих октаэдрах за сплошными заборами, а владельцы ваучеров натрия и калий свободно расположились под заборами, как и подобает свободным гражданам свободной страны.

Но настоящее чудо изворотливости продемонстрировал никому доселе не известный **вебленит**. Он прикупил ниобиевые башни, а чтобы не платить налогов, предъявил декларацию, по которой на одну башню приходится аж восемь (!!!) силикатных кирпичей. Как только налоговая полиция удалась, он пристроил с боков по одной полоске с ниобиевыми башнями и двумя силикатными кирпичами между ними. Теперь на одну ниобиевую башню приходилось пять кирпичей. Однако при очередной ревизии вебленит предъявлял только ту половину своих владений, где кирпичей больше. И ни у кого никаких претензий не возникало...



Серия третья

Когда все башни (титановые, ниобиевые, циркониевые) и даже железные полубашни закончились, а вместо них вмонтировали диортогруппы из силикатных кирпичей, экономить стало нечего. Получилась обыкновенная слюда — диоктаэдрическая или триоктаэдрическая. Самая знаменитая диоктаэдрическая слюда мусковит получила



свое название от Московии. **Фукситы, марипозиты** и **лейкофиллит** кичились тем, что кроме магния, железа и прочего добра у них есть и благородный хром. Одна диоктаэдрическая слюда из Слюдянки, что в Иркутской обл., запасла столько хрома, что октаэдр раздулся, а ее устойчивость к температуре достигла 1180°C и превзошла даже мусковитовую. Эту слюду так и назвали **хромфиллит**.

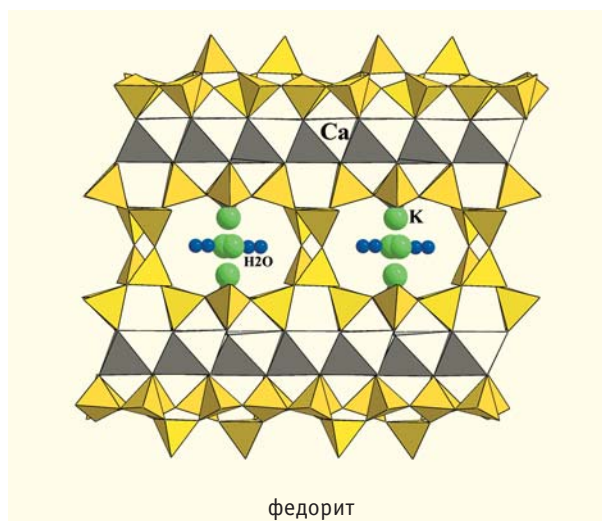
Конечно, все слюды красивые. Они умеют расщепляться на тончайшие листочки — прозрачные и блестящие, окрашенные в зеленые, красные, бурые, желтые цвета. Флогопит гордится своим красноватым оттенком и греческим именем «огнеподобный». Биотит, напротив, зеленоватый, назван в честь французского физика Био. Но внутри и флогопит, и биотит, как и все остальные триоктаэдрические слюды, однообразные и скучные — *TOT*, одним словом. Даже астрофиллит с его редкими титановыми башнями и магнезиоастрофиллит с полубашнями выглядят наряднее. Да и нафертисит смотрится неплохо, хотя его башни почти затерялись среди силикатных кирпичей.

И некоторые стали придумывать способы выделиться из общей толпы.

Обычные слюды запасались ОН-группами. **Воданит** не стал исключением. Он назван не в честь воды, а в честь языческого бога Водана и слывет высокотитановым биотитом. Но кому нужен титан не в башнях, а в октаэдрах, замурованных в О-слое из натрия, железа, марганца и магния (попробуйте выковырять его оттуда!). Таких триоктаэдрических воданитов немало раскидано по всему свету — и в Западной Австралии, и на о.Триндади в Бразилии, и на оз.Онтарио в Канаде, и на о.Оаху на Гавайях, и в Аним-Атласе в Марокко, и в западной Гренландии, и на о.Кюсю в Японии, и в жарких степях Монголии, и на вулкане Катценбукель, что в Германии. И всюду в его составе ОН-группы. Но на горе Ротенберг, что по соседству с палеовулканом Айфель, один высококальциевый и высокомагнезиальный воданит достиг наибольшей степени окисления и стал **оксифлогопитом** — новым самостоятельным членом семейства, признанным мировым сообществом. Теперь он не хуже других окислюдов — **оксианнита, ферриоксианнита** и **оксикиношталита** (и не догадаешься, что японского геолога звали просто Киносит).

Но некоторые слюды пошли дальше и устроили переворот в прямом и переносном смысле слова.

Федорит гордился тем, что его назвали в честь самого Евграфа Степановича, великого русского кристаллографа. Проживая на Турьем мысу на Кольском п-ове, он по скайпу связался со своим другом из Малого Муруна в Республике Саха. Вместе они придумали, как устроить нечто оригинальное из подручного материала, то бишь силикатных кирпичей. Развернули несколько тетраэдров в обратную сторону — наподобие Ti-полуба-

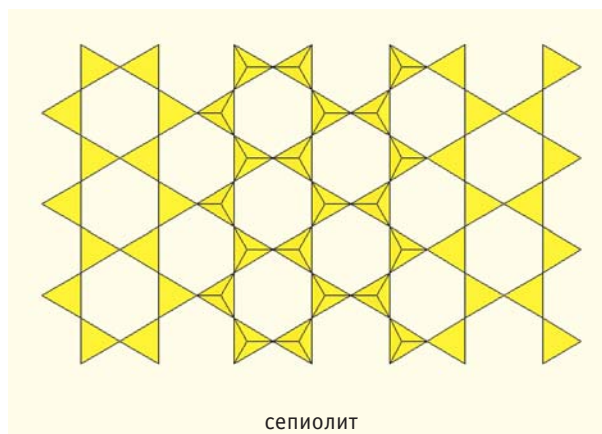


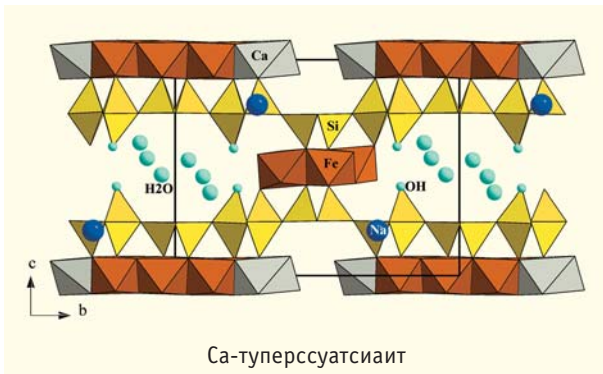
шен. Аккуратно состыковали их с такими же вывернутыми тетраэдрами соседнего *TOT*-пакета. Каналы, заполненные Na, Ca, K, Ba и водой, получились не хуже, чем в *HOH*-постройках.

Рейерит и **трускоттит**, хотя и названы в честь разных геологов (австрийского Рейера и английского Трускотта), оба позаимствовали у федорита его идею и украсили свои постройки федоритовыми фрагментами, перемежая их двухслойными слюдяными пакетами. А вот **гиролит** (по-гречески — «круглый») и **тунгусит** (по названию реки Нижняя Тунгуска), как ни старались состыковать вывернутые тетраэдры, сделать это не смогли.

Серия четвертая

По примеру федорита **пальгорскит** и **сепиолит** соблюдали равенство между количеством разноориентированных тетраэдров в цепочках кремнекислородной сетки. В пальгорските две цепочки повернуты в одну сторону и две — в другую. В сепиолите три в одну и столько же — в другую. Пальгорскит назван в честь станции Пальгорская, что





на Урале, но и сепиолиту повезло не больше — обозвали какой-то греческой каракатицей. Несмотря на это, с древних времен и до нынешних дней они самые популярные среди глинистых минералов.

Остальные же принялись выворачивать все подряд — и как попало, и каждый на свой лад. Не поймешь, где палыгорскит, а где сепиолит? Профессор Феррарис махнул рукой и свалил всех в кучу под общим названием — **палысепиолы**. И каждый палысепиол рад переплюнуть соседа в своих фантазиях. Один новичок, высококальциевый родственник **туперссуатсиаита**, проживающий в карьере Арис, что в Намибии, по забывчивости дважды повернул несколько тетраэдров, так что они одновременно «смотрят» в противоположные стороны. При укладке кирпичей в **калиферсите** (имя по К, Fe, Si) тетраэдрическая сетка еще и покосилась. Но самое ужасное произошло в **интерсилите**. Народ накидал силикатные кирпичи как попало — и наряду с шестиугольными в сетке появились пятиугольные и даже восьмиугольные кольца. А об ориентации вообще говорить не приходится.

Палысепиолы экспериментировали не только с Т-слоями, но и с О-лентами. Содержание октаэдров не блещет разнообразием: в палыгорските, сепиолите, **лохлините** и **йофортъерите** преобладает Mg; в туперссуатсиаите и калиферсите — Fe; а в **раите** — Mn.

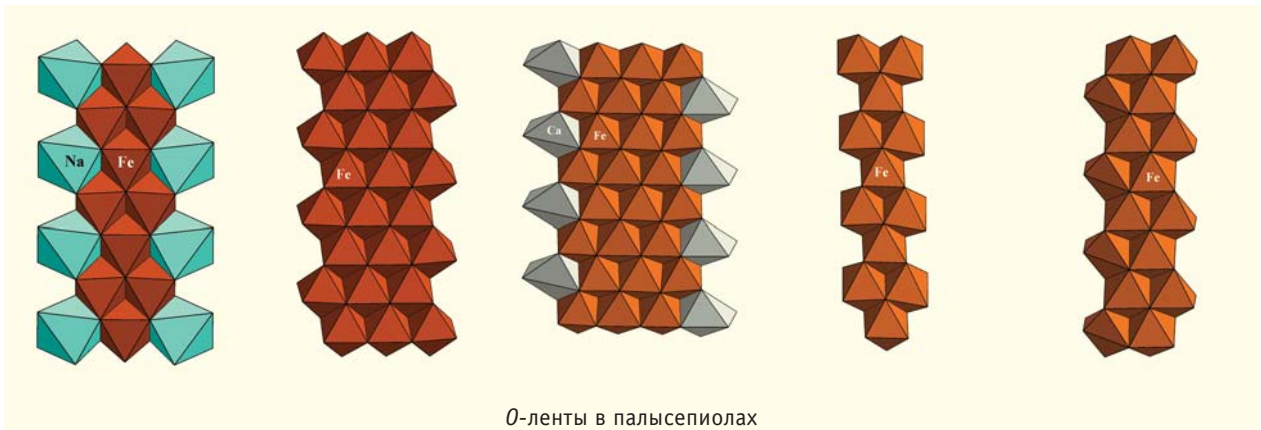
Однако О-ленты различаются по ширине и форме. Самые широкие — в сепиолите (аж четы-

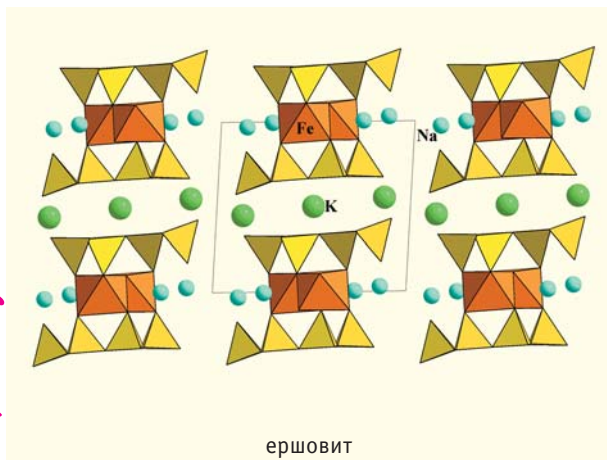
ре октаэдра), а в палыгорските чередуются строенные и сдвоенные октаэдры (3×2). В **керсутите** (тоже 3×2) один магниевый октаэдр заменили на железный. У туперссуатсиаита (даже не пытайтесь выговорить) ленты на обоих этажах узкие (2×1). Правда, на одном этаже он расширил ленту (до 3×2), присоединив к ней с боков два натриевых октаэдра, но это сути не меняет — железные ленты остаются узкими. Не то что в калиферсите: ленты на одном этаже 3×3, а на другом — 2×1, и все железные. Но «железнее» всех новенький кальциевый родственник туперссуатсиаита из вулкана Айфель. У него и ленты пошире — на одном этаже 3×3, а на другом — 2×2, и все, как одна, железные. А если каждые три октаэдра нарастить до четырех за счет Ca, то по ширине лент (4×4) он бесспорный чемпион. В интерсилите ленты выглядят вполне респектабельно (4×3), но почти все октаэдры натриевые, и лишь сиротливые пары — титановые и марганцевые. То же и в раите: при ширине лент 4×3 только четыре октаэдра можно считать ценными — два марганцевых и два титановых, а остальные натриевые. Раиту, конечно, обидно, ведь он назван в честь лодки «Ра», на которой путешествовал сам легендарный Тур Хейердал.

В каналах лохлинита — калий, натрий и много воды (и эту сырость назвали в честь главного геолога США — Лохлина!). Утешает, что есть случаи и похуже, где в каналах одна вода. Это палыгорскит, сепиолит, йофортъерит, а также просыревший **фалкондоит**, носящий имя не какой-то персоны (хотя бы и важной), а целой горнодобывающей компании в Доминиканской Республике.

Серия пятая

Но вот разразился мировой кризис. Правда, на банкирах и олигархах он никак не отразился (если не считать тот факт, что они стали еще богаче). Ну а простой народ, чтобы выжить, стал потихоньку разбирать силикатную стенку и приторговывать силикатными кирпичами.





В **ершовите**, проживающем в Хибинах, от стенки остались лишь ленты из шестичленных тетраэдрических колец. Ему не повезло, что он произошел из остаточных силикатно-солевых жидкостей, когда все ценное уже расхватили и на его долю осталось лишь немного натрия, калия и кремния. Как ни ершилсся ершовит, ему пришлось расстаться и с октаэдрическим слоем. Сохранилась лишь узкая однорядная ленточка из октаэдров, в которых разместились вперемежку Fe, Mn, Ti, Mg. Ершовит и сам не знал, кто он такой — то ли слюда, то ли амфибол. С виду похож на амфибол (такой же зелененький), но его *TOT*-стержни находятся на одном уровне, а не в шахматном порядке, как в настоящих амфиболах. И вот результат — твердости амфиболовой у него нет, и кислотами он разлагается уже при комнатной температуре. Ну, а со слюдами его роднит только то, что его *TOT*-стержни объединяются через атомы К. Одно утешение — он индивидуален, а это, согласитесь, немало. Слюд много и амфиболов тоже, а вот ершовит один (не считая его родственника параершовита, который Fe²⁺ сменил на Fe³⁺).

Амфиболы приспособились и не только выжили в условиях кризиса (недаром с греческого они переводятся как «двойственный минерал»), но и распространились повсюду, уступая только полевым шпатам, кварцу и пироксенам. Их октаэдр-



рические катионы (Mg, Fe²⁺, Fe³⁺, Mn, Zn, Ti, Li) оккупировали *O*-ленты из чередующихся сдвоенных и строенных октаэдров. К тому же каждая пара октаэдров с двух сторон наращивается до четырех более крупными полиэдрами Na, Ca и Mn, как будто в ленте чередуются счетверенные и строенные полиэдры. А между лентами располагаются остальные жители — Na, K, Li, Ca.

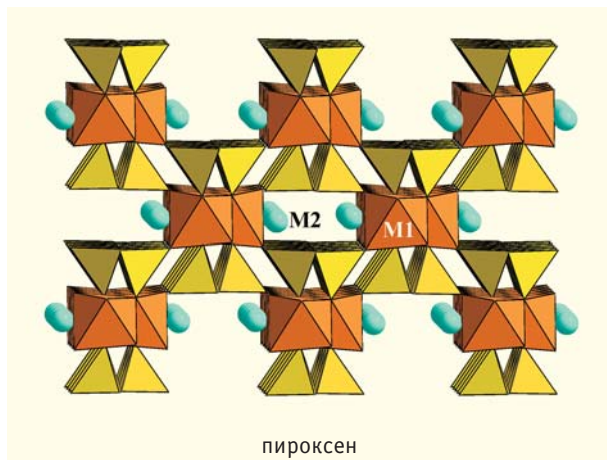
По отношению к катионам амфиболы всеядны, зато в выборе анионов капризны и чаще всего предпочитают OH-группы. Амфибол из Дашкесана запасся хлором, почти полностью вытеснившем OH. Ячейка раздулась, зато крупный калий с комфортом устроился между Si-лентами. Как мы уже рассказывали, сначала этот высокохлористый и высококалиевый минерал назвали дашкесанитом. Однако его родственник гастингсит подал на него в суд в Международную комиссию, и дашкесанит стал хлоркалийгастингситом. Имя получилось длинное и трудновывоговариваемое, но с Комиссией не поспоришь. Со фтором куда спокойнее. Вот в **К, F-эдениите** F, O и OH дружно живут вместе. Еще один амфибол с палеовулкана Ротенберг — родственник **оксикерсутита**, проживающего в Керсуте, что в северной Гренландии, — тоже запасся фтором, и у него проблем с размещением не возникло, потому как фтор мирно уживается с кислородом. Однако новичок на этом не остановился, расселил натрий с кальцием по разные стороны от Si-ленты и понизил симметрию до триклинной. Это вызвало большой переполох среди минералогов, так как в моноклинном семействе амфиболов такого отродья не бывало.

Серия шестая

Но особенно преуспели пироксены, быстро сориентировавшиеся в новой рыночной экономике. И в этом их стимулировало специальное распоряжение Президиума от 2006 г., которое объявило nanoисследования основным направлением фундаментальных работ Ломоносовитской академии наук. Отныне все должно быть «наной». В наноструктурах наноминералов отыскивались нанослои, наноцепочки, нанокольца и много чего нанодругого. А каналы, все как один, называли наноканалами (и неважно, что раньше ценились каналы пошире).

Приверженцы nanoархитектуры достигли небывалого совершенства в истончении лент из октаэдров и тетраэдров, но пироксены превзошли всех. Предельно узкие октаэдрические цепочки поражали воображение разнообразием жильцов — Al³⁺, Fe²⁺, Ti⁴⁺, Cr³⁺, V³⁺, Ti³⁺, Zr⁴⁺, Sc³⁺, Zn²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺, Mn²⁺. Пироксены оказались повсюду, кроме изверженных пород, чем ввели в заблуждение ученых, назвавших их по-гречески «чуждыми огню». Многочисленные пироксеновый и пироксеноидный народы понимали, что их наноцепочки из тетраэдр-

Древнейший фундамент

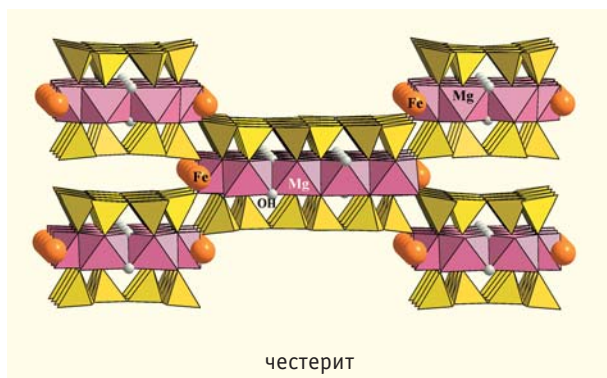


ров еле держатся за наноленточки из октаэдров — и затянуть пояс еще туже не получится...

Когда доведенное до предела истончение грозило перейти в исчезновение, неожиданно появился указ вернуть все кирпичи на место. Как выяснилось, истонченное состояние еще не наносостояние, а нечто другое. Бестелесность вышла из моды, и все принялись наращивать свои габариты. Производство кирпичей на душу населения резко возросло, о чем чиновники бодро рапортовали верхним эшелонам власти.

Серия седьмая

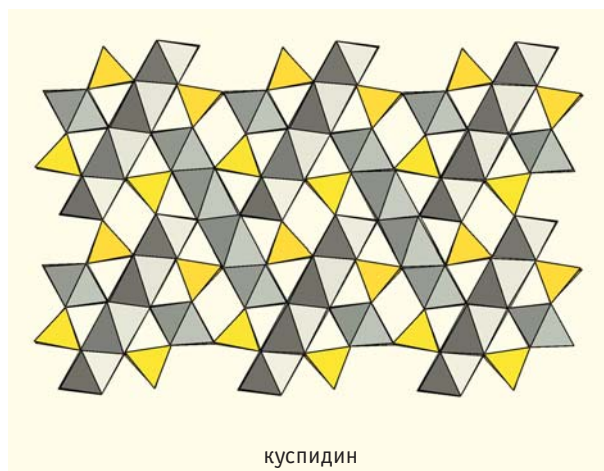
Но настоящее «китайское чудо» продемонстрировали **пириболы** и биопириболы. Сначала никто не понимал, что это такое. Поползли слухи про какие-то новомодные технологии наподобие «Нано-Био-Инфо-Когнитивных». Потом вспомнили, что когда-то, в самом начале прошлого века, Йогансен (а вслед за ним и Томпсон) объединили в одно название биотит, пироксен и амфибол, потому как пироксен — их общий предок и все они составлены из пироксеновых цепочек в разной пропорции. В Честере близ Вермонта, что в США, проживают сразу три биопирибола — трехцепочечные **джимтомпсонит**, **клиноджимтомпсонит**, а также одновременно трех- и двухцепочечный **честерит**.



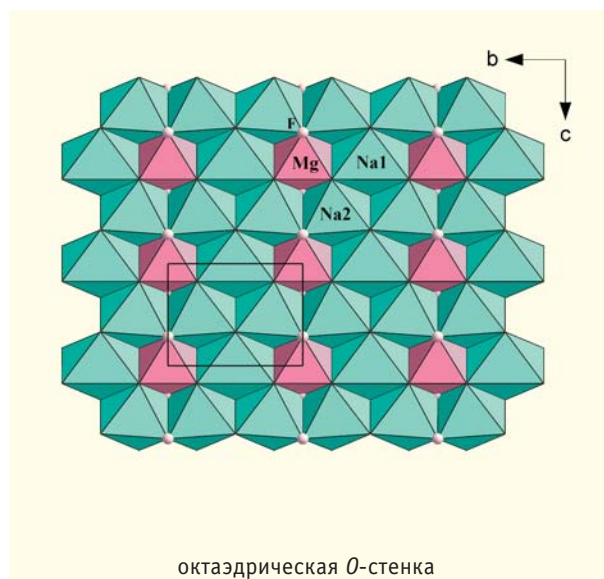
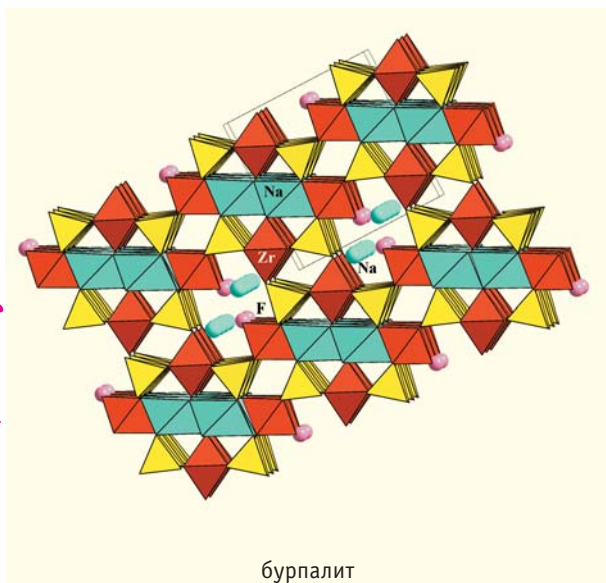
Если не приглядываться и не придирааться, то честерит вполне может сойти за добропорядочный магниевый амфибол. Ведь его Si-ленты состоят из двух пироксеновых цепочек и неотличимы от типичных амфиболовых лент. К тому же между ними такие же родные амфиболовому сердцу октаэдрические ленты, в которых чередуются три Mg-октаэдра с такими же двумя октаэдрами (3×2). Но это только на одном этаже. А этажом выше (или ниже — как посмотреть) совсем другая картина — широкие ленты из трех пироксеновых цепочек с двух сторон прикрывают широкую ленту (4×4) из октаэдров Mg.

Джимтомпсонит и клиноджимтомпсонит тоже состоят из широких (4×4) лент Mg-октаэдров, но с добавлением с двух сторон Fe²⁺-восьмигранников. А дополнительная пироксеновая цепочка нарастила амфиболовую ленту до трехрядной — как на одном из этажей честерита.

Но сенсацией в мире минералов стало семейство **куспидина**. Академик Белов с почтением относился к куспидину, считая его главным кальциевым силикатом и основателем семейства. Сам



куспидин отличался бережливостью и, кроме кальция и кремния, ничего себе не позволял. Другие же члены семейства не ограничивали себя в удовольствии иметь не только Ca, но и Na, Ti, Zr, Nb, Mg, Mn, Fe, Y, REE. На первый взгляд, жилище куспидина выглядело скромно — кроме колонн из Ca-октаэдров да зажатых между ними силикатных кирпичей в нем ничего не было. Но простой студент Сережа Аксенов разгадал тайну этого жилища и увидел скрытое сходство с НОН-строениями. Ведь в куспидине кальциевые башни объединяют силикатные диортогруппы в ленты, которые тоже вырезки из H-сетки. Правда, вырезки не продольные, а поперечные. Ну и какая разница? Поперечные Ca, Si-ленты также построены из шестичленных колец. В **янхаугите** и **нормандите** такие ленты состоят из титана и кремния; в **велерите**, **гиордалите**, **ловените** (с о.Ловен, что в южной Норвегии) и **бурпалите** (из Бурпалин-



ского массива в северном Забайкалье) — из циркония и кремния. И у всех четырехрядная октаэдрическая лента — тоже поперечная вырезка из O-слоя, поэтому не зигзагообразная, а ровная по всей ширине. Вот что значит народная смекалка: из одной и той же H-сетки и одного и того же O-слоя придумали двумя способами строить дома и тем самым решили жилищную проблему.

В постройках куспидинов тройные ленты настолько плотно упакованы и по горизонтали, и по вертикали, что между ними остаются лишь узкие каналы. В них и уютятся жильцы, которые не поместились в O-лентах. Циркониевые и даже ниобиевые коммуналки (**ниокалит** назван по жильцам Nb и Ca) — самые перенаселенные дома, но никто не в обиде и на тесноту не жалуется. И только ученые недоумевают, как эти постройки существуют, ведь в них нарушается четвертое правило Полинга.

Семейство куспидина озадачивает ученых еще и тем, что все его члены очень любят фтор, за исключением **багдадита**, проживающего на вулкане

Фука в Японии. В вершинах его Zr- и Ca-октаэдров нет F (как, впрочем, и OH), один лишь кислород.

Эпилог

Прошло 20 лет. Борнеманит и нечелюстовит, вернувшись из поездки по Ломоносовитии, решили обменяться впечатлениями. Все увиденное потрясло их настолько, что они сидели молча, не в силах произнести ни слова. Борнеманит начал что-то бормотать, но вскоре снова замолк. И тогда инициативу взял в свои руки нечелюстовит. Он был немногословен.

«Никогда еще я не был так горд за свой народ. Как бы ни старались чиновники его уничтожить, им никогда это не удастся — народные умельцы всегда придумают способы выживания. Можно быть уверенным, что с такой смекалкой и юмором ломоносовитские народы преодолеют любые трудности, а страна Ломоносовития возродится вновь».

И борнеманит с ним согласился... ■

«Употреблять вместе с деревом»

Из научных трактатов

Директский факкультатив

...больным он помогает также в виде пара, если его употреблять вместе с кедровым деревом.

Патогенность бактерий контролируется чувством кворума...

...проводился анализ крови на липидограмму...

...степень отличий между группами бактерий, наиболее часто обнаруживаемыми в образцах стула...

В школе, а затем и в университете, восхищаясь телами Платона, Архимеда, Каталани, Залгаллера, мы так и не выходим за пределы детского очарования симметричными формами.

Корреляция профиля бактерий...

...для обеих щелочных солей вместе с Плинием употребляется латинское название «nitrit».

...условные рефлексy Павлова не объясняют всего в человеческой психике.

...хиральный катализ Шарплесса...

29 января в Москве учреждено жидкокристаллическое общество СНГ.

Обзор исторического полотна — часть И.Я.Павлинова.

Наиболее активные исследования **ископаемых насекомых среди сотрудников** Зоомузея проводил Петров.

Некоторыми **исследователями** было даже выдвинуто предположение о том, что **их** коммуникативная система принципиально отличается от обычных коммуникативных систем животных, функционально и структурно являясь, возможно, неким аналогом человеческой речи.

Дитиониты являются очень интересными объектами для кристаллохимиков, поскольку их строение в твердой фазе обусловлено влиянием катиона.

...нам хочется думать, что *M. trossulus* прибыли в Мурманск во время войны с героически союзными конвоями.

Сначала мы выпускали для профессионалов, а потом решили и для людей.



Борьба за создание Института цитологии и генетики в 1940–х годах

Э.А.Жебрак,
М.П.Солнцева,
доктор биологических наук
Нюрнберг (Германия)

В истории биологических наук в СССР 1940-е годы воспринимаются как торжество лысенковщины, апофеозом чего стала печально знаменитая сессия ВАСХНИЛ (31 июля – 7 августа 1948 г.). Однако и в это тяжелое время не прекращалась борьба на подлинную науку. Попытка создания Института цитологии и генетики, о которой и пойдет речь, пусть и неудавшаяся, – яркий пример такой борьбы. Возглавил ее известный генетик, заведующий кафедрой цитологии и генетики Сельскохозяйственной академии им. К.А.Тимирязева доктор биологических наук Антон Романович Жебрак, действительный член и президент АН БССР.

О его жизни можно прочитать в целом ряде изданий [1–4], но, как ни печально, иногда информация о его усилиях по утверждению и развитию научной генетики сводится к сообщению о том, что Жебрак «подвергся так называемому “Суду чести” и снят с поста президента АН БССР».

27 декабря 2011 г. исполнилось 110 лет со дня рождения Антона Романовича, этот юбилей отмечался как Российской академией наук, так и Московской аграрной академией им. К.А.Тимирязева. Его сын, Эдуард Антонович*, в 90-х годах прошлого столетия, когда открылись архивы ЦК КПСС, пытался понять, почему так сурово сложилась судьба отца, беззаветно преданного как науке, так и Коммунистической партии большевиков, в ряды которой он вступил по убеждениям в возрасте 18 лет, чем очень дорожил и гордился.

В результате архивных поисков Э.А.Жебрак подготовил все материалы для этой статьи (которую из-за тяжелой болезни завершить не смог) и попросил меня довести все до печати.

М.П.Солнцева

На юбилее Юрия Ивановича Полянского, которому больно досталось в годы лысенковщины, выступил Владимир Яковлевич Александров. Он начал так: Ныне историкам говорят: «Не будем ворошить прошлое, сколько можно». Представьте себе, что будет с историей, если они исполнят эту просьбу?

Даниил Гранин
Причуды моей памяти



Антон Романович Жебрак — президент Академии наук БССР. Май 1947 г.

* Эдуард Антонович Жебрак (1930–2008), кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Всесоюзного института прикладной молекулярной биологии и генетики ВАСХНИЛ, занимался исследованиями ионизирующей радиации, воздействия Чернобыльской аварии на злаковые культуры. Автор более 50 трудов по полиплоидии у растений, проблемам биохимии и др.

Лысенковская генетика

Став в 1939 г. академиком АН СССР, Т.Д.Лысенко спустя год, после ареста академика Н.И.Вавилова, возглавил Институт генетики и был введен в состав Президиума АН СССР. Руководимый Лысенко Институт генетики замкнулся в узком кругу мелких агробриологических вопросов, интересующих только его директора и не имеющих никакого отношения к генетике. Коллектив научных сотрудников, работавших при Вавилове и не разделявших идей Лысенко, оказался не у дел. Постепенно их сменили единомышленники «народного академика», готовые выполнить любые его указания и подвести под них научное обоснование в духе мичуринской биологии. Институт потерял свой высокий международный авторитет и контакты со многими научными учреждениями — как в стране, так и за рубежом. Президиум Академии наук не рассматривал его в качестве головного научно-исследовательского учреждения страны по генетике.

Летом 1945 г. в Москве торжественно отмечали 220-летие Академии наук. На юбилейную сессию (15 июня — 3 июля) были приглашены иностранные гости, в том числе известные биологи. В заранее утвержденные списки учреждений для их посещения и знакомства с исследовательской работой Институт генетики включен не был. Однако Лысенко сумел настоять, и по распоряжению президента АН СССР В.Л.Комарова институт попал в план показа иностранцам [5. Оп.125. Д.359. Л.93].

Доклад Лысенко «Теоретические основы управления наследственностью у растений» был заслушан на третий день работы сессии (в сборнике, опубликованном в 1947 г., этот текст отсутствует). В переполненном зале присутствовали известные иностранные биологи: Д.Хаксли, Д.Нидхэм, М.Эшби, Д.Бернал и др. [6].

Об этом вспоминает Э.Д.Маневич [7], сотрудник Биологического музея им.К.А.Тимирязева, которая синхронно переводила этот доклад вышеназванным ученым. «Рассказывая о направлении исследований, ведущихся под его руководством в Институте генетики, Лысенко подробно остановился на своей теории оплодотворения у растений, согласно которой лучшая яйцеклетка выбирает лучший сперматозоид, происходит «брак по любви», причем сам процесс происходит в «пожирании» одной клетки другой. Наследование признаков в первом поколении зависит от того, какая именно клетка «сожрала» другую. На вопрос одного из слушателей, как объяснить наследование признаков во втором поколении, Лысенко невозмутимо ответил: «Это отрыжка» [7. С.120]. Такое упрощенное антропоморфное объяснение процесса оплодотворения у растений вызвало большое недоумение у иностранных гостей, но из уважения к пригласившей стороне они никак не прокомментировали



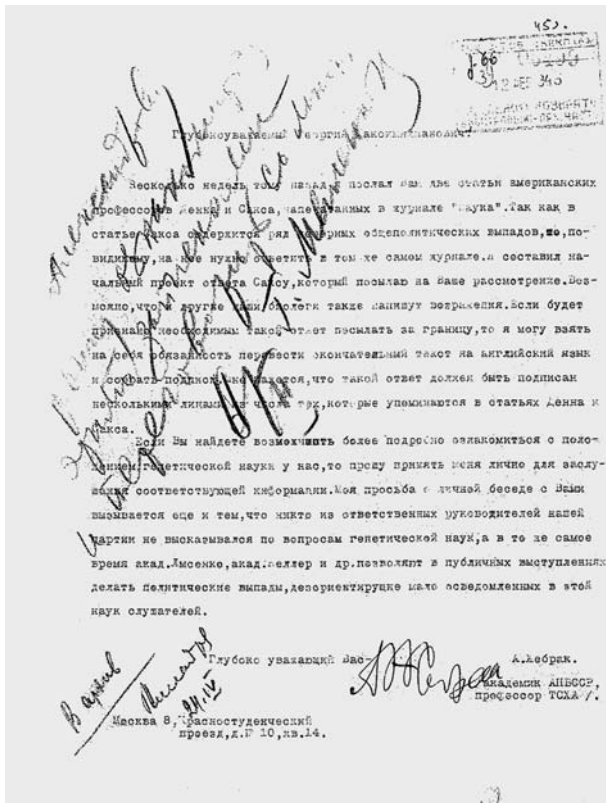
Главное здание Сельскохозяйственной академии им. К.А.Тимирязева (ныне — Московская аграрная академия), где А.Р.Жебрak заведовал кафедрой цитологии и генетики до 1 сентября 1948 г.

выступление «народного академика», а только многозначительно переглянулись между собой.

После завершения сессии ряд крупных зарубежных ученых опубликовали в международных изданиях статьи с высокой оценкой биологических исследований в нашей стране, в том числе и Дж.Хаксли [8]. Работы Лысенко в его статье не рассматривались, но при этом автор упомянул, что «научные оппоненты Лысенко плодотворно работают, <...> опровергая заявления некоторых нерусских ученых, что в СССР научная теория всегда подчиняется политическим соображениям» [8. С.254]. Вероятно, имелась в виду статья К.Сакса, американского генетика, опубликованная в апреле 1944 г. [9].

Инициатива Жебрaka

Состояние генетических исследований в СССР, несмотря на положительную оценку иностранными учеными, осложнялось постоянными нападками Лысенко и его сторонников на генетику как на «буржуазную» и вредную науку, что поддерживалось руководством страны. Добавила проблем и упомянутая статья Сакса, в которой говорилось, что «генетика в Советском Союзе находится в подавленном состоянии, что она не свободна, так как она в этом тоталитарном обществе должна подчиняться политической философии» [9. С.299]. Она вызвала незамедлительную реакцию на этот выпад у некоторых советских генетиков, убежденных коммунистов. В частности, А.Р.Жебрak написал письмо Г.М.Маленкову о происходящей в мировой литературе дискуссии в связи с состоянием генетики в СССР и необходимости на этот выпад ответить Саксу статьей в том же журнале. Продав



Письмо А.Р.Жебрака к Г.К.Маленкову о статьях зарубежных ученых по поводу состояния биологии в СССР. Зарегистрировано 12 февраля 1945 г. [5. Оп.125. Д.360. Л.5; 10].

ответа некоторое время, он еще раз послал письмо Маленкову.

В этом письме Жебрак сообщает, что им составлен проект ответа Саксу и он может сам перевести его на английский. А далее добавляет: «Если Вы найдете возможность более подробно ознакомиться с положением генетической науки у нас, то прошу принять меня лично для заслушания соответствующей информации. Моя просьба о личной беседе с Вами вызывается еще и тем, что никто из ответственных руководителей нашей партии не высказывался по вопросам генетической науки, а в то же самое время академики Лысенко, Келлер и др. позволяют в публичных выступлениях делать политические выпады, дезориентирующие мало осведомленных в этой области [науки] слушателей» [5. Оп.125. Д.360. Л.5; 10]. В сопровождающем документе высказываются соображения, как можно помочь развитию генетической науки [5. Оп.125. Д.360. Л.9, 9 об., 10] и предложены следующие шаги.

«1. Необходимо обеспечить развитие Генетико-цитологических и селекционных работ в системе ВАСХНИЛ, чего сейчас нет в силу нетерпимости [к генетике] со стороны академика Лысенко. Задержка этого принесет серьезный урон сельскохозяйственной науке и практике.

2. Изменить руководство Институтом генетики АН СССР и обеспечить в нем разработку проблем генетической науки.

3. В случае возможности создать советский генетический журнал. Обеспечить публикацию работ по генетике.

4. Создать нормальную общественную обстановку для работ по генетике, учитывая вред выступлений академиков Лысенко, Митина и др.

5. Командировать по возможности представителей генетической науки в Америку и в Англию для обмена опытом и для ознакомления с успехами генетики в области теоретических проблем и в приложении к сельскому хозяйству» [5. Оп.125. Д.360. Л.10; 10].

Вероятно, переговоры были непростыми, а Маленкову очень не хотелось вникать в дела этой сложной науки. Он явно искал среди членов ЦК персону, на кого можно было бы переложить эту тяжелую ношу. Наконец, выход был найден, и Жебрак был приглашен к В.М.Молотову, заместителю председателя Совета народных комиссаров СССР. Встреча произошла 16 апреля 1945 г., состоялся продолжительный разговор о положении в генетике и ее значении для развития медицины, сельского хозяйства и других отраслей народного хозяйства. После этой встречи отношение в верхах к генетике изменилось. В ЦК стал обсуждаться вопрос о создании нового генетического института. Жебрака пригласили на работу в аппарат ЦК ВКП(б), и с сентября того же года его утвердили на должность заведующего Отделом управления пропаганды и агитации ЦК ВКП(б)*.

В аппарате ЦК

Все силы Жебрак устремляет на организацию нового генетического института. Уже 10 ноября 1945 г. он обращается к Молотову с письмом в связи с необходимостью ускорения решения генетических проблем — создания нового генетического института, выпуска генетического журнала, издания переводной генетической литературы — и просит принять его для личной беседы. Это письмо сопровождается двумя приложениями (№1 — Об Институте цитологии, гистологии, эмбриологии АН СССР и №2, названное «Конкретным» [5. Оп.125. Д.360. Л.20—26; 10]).

В письме указывалось, что, хотя все основные цитогенетические кадры сосредоточены именно в этом институте и могли бы развивать проблемы эволюционной генетики, тематика отклоняется в сторону частной эмбриологии, гистологии и цитологии. Институт находится в неопределен-

* Именно так А.Р.Жебрак писал в личном листке по учету кадров и так подписывал официальные документы, хотя Э.А.Жебрак утверждал, что отец был заведующим Отделом сельскохозяйственной литературы.

ном положении из-за смерти директора, академика А.А.Заварзина. Еще в марте текущего года, как сообщает Жебрак, бывший директор института обратился с письмом к вице-президенту АН СССР Л.А.Орбели относительно реорганизации института с выделением работ по проблемам генетики в самостоятельное учреждение. Заварзин писал (текст письма включен в Приложение №1): «Необходимость развития работ по эволюционной генетике действительно очень велика. Создание этого направления является заслугой нашей отечественной науки. Это было сделано в работах последних 10—15 лет, проведенных Четвериковым, Дубининым, Ромашовым и др. Эти работы получили серьезный отклик и полное признание в науке Америки, Англии и др. стран и сейчас крупные генетические школы этих стран (главным образом Америки) разрабатывают идеи и методы русских генетиков в области эволюции популяций.

К сожалению, обстоятельства сложились так, что наши отечественные зачинатели в генетике сейчас не могут развивать столь многообещающее и уже столь много давшее направление в науке. Это приводит к тому, что русская наука постепенно теряет руководящее положение в этой области знания, переходящее к американцам. При этом кадры, работавшие в этой области, высококвалифицированы, и, конечно, если предоставить им необходимые условия для экспериментальной работы, то они опять внесут серьезный вклад в экспериментальное и теоретическое развитие эволюционной генетики.

Надо сказать, что приблизительно в таком положении находятся и многие другие разделы генетики. Мы являемся свидетелями крупных успехов современной генетической науки. Исследуется генетическое строение хромосом в клетке с привлечением химии, физики, цитологии и т.д., разрабатываются методы получения новых наследственных форм путем удвоения числа хромосом при гибридизации и без нее [полиплоидия], а также при воздействии внешних факторов на клетку [температура, ультрафиолетовое облучение, X-лучи и т.д.], изучаются процессы взаимодействия генов ядра и протоплазмы клетки, исследуется роль наследственности в процессах развития особи, генетика животных и растений и т.д. Генетика входит обязательным элементом общебиологического синтеза в области проблем наследственности, развития и эволюции. Во всем мире идут интенсивные генетические исследования, создаются крупные институты и лаборатории, выходят генетические журналы, печатаются монографии и сводки.

К сожалению, у нас кадры генетиков-специалистов, которые имеют возможность серьезно разрабатывать нашу отечественную науку, в основном распылены. А часто не работают по своей специальности.

Я считал бы своевременным поставить вопрос об организации работ по генетике. Необходимо организационно оформить развитие одного из крупнейших отделов современной биологии в виде работ отдельного учреждения. В таком случае все вопросы, которые сейчас стоят, были бы естественно разрешены» [5. Оп.125. Д.360. Л.25; 10].

Жебрак поддержал позицию Заварзина и указал в заключении Приложения №1, что реорганизация «этого института подготовлена всем ходом его внутреннего развития... и его следовало бы превратить в Институт экспериментальной генетики и цитологии» [5. Оп.125. Д.360. Л.25; 10]. Приложение №2 состоит только из двух пунктов:

«1. Рекомендовать Президиуму Академии наук СССР преобразовать Институт цитологии, гистологии и эмбриологии в Институт экспериментальной генетики и цитологии.

2. Разрешить Институту экспериментальной генетики и цитологии издание советского генетического журнала» [5. Оп.125. Д.360. Л.26; 10].

Состоялась ли еще одна встреча Жебрака с Молотовым, неизвестно. Но идея создания нового института была одобрена в ЦК ВКП(б).

Подготовка к созданию нового института шла полным ходом. 12 марта 1946 г. бюро Биологического отделения АН СССР приняло решение о необходимости развивать работу по генетике и цитологии и создать новый Институт цитологии и генетики. Не все предложения Жебрака были приняты. Этот институт, несмотря на такое большое число генетических лабораторий, решили не преобразовывать, а лишь выделить одну лабораторию Н.П.Дубинина и на ее основе организовать новый Институт цитологии и генетики. Директором этого института бюро рекомендовало Жебрака.

Жебрак же предполагал, что из прежнего состава института можно исключить только одну лабораторию гистологии, состоящую всего лишь из двух сотрудников. Заведовал ею Г.К.Хрущов, яркий представитель лысенковской школы. Но он был в это время и замдиректора существующего института, и исполняющим обязанности директора и, конечно, очень сопротивлялся этому. Жебрак указывал, что в системе АН в Ленинграде есть уже большая гистологическая школа во главе с Н.Г.Хлопиным и Н.Д.Насоновым. Поскольку лаборатория Хрущова занята вопросами эволюционной генетики, то ее можно перевести и в Институт эволюционной морфологии АН СССР [5. Оп.125. Д.449. Л.108—111]. Жебрак настаивал на преобразовании института, а не выделении одной лаборатории и создании на ее основе другого института: иначе силы генетиков будут распылены, а ведь еще необходимо будет создание новых лабораторий: эволюционной генетики; генетики растений; генетики и селекции домашних животных; генетики и цитологии бактерий, дрожжей, пенициллиума и других низших организмов; биохимии наследственности, кроме того, нужно восстановить работы

по андрогенезу и создать условия для исследований, связанных с воздействием радиации на организмы [5. Оп.125. Д.449. Л.108—111]. Но нельзя объять необъятного — пришлось согласиться с решением бюро Биологического отделения.

Жебрак составил тематический план нового института, к созданию которого привлек также Дубинина, проводились консультации и со многими другими учеными. Были обсуждены число и названия отделов и лабораторий, подобраны кандидатуры их заведующих. Шло рассмотрение штатного расписания, персонального состава сотрудников и др. Нашли даже помещение для института [11. С.585—588].

Положение дел в ВАСХНИЛ

В ВАСХНИЛ под руководством Лысенко дела шли плохо. Сельское хозяйство было в упадке. Стало ясно, что обещания Лысенко по подъему урожайности зерновых были пустым звуком. Все его предложения по повышению сельскохозяйственного производства не принесли успехов. В Управление пропаганды и агитации ЦК постоянно поступали жалобы ученых на Лысенко: он занял монопольное положение в науке, все редакции сельскохозяйственного профиля публикуют статьи только его сторонников, невозможно опубликовать статьи с критикой его работ, Лысенко груб и нетерпим к ученым иных взглядов. Наконец, появились материалы, направленные в Отдел науки ЦК ВКП(б), обвиняющие его во вреде, который наносит Лысенко своей деятельностью сельскому хозяйству, науке и престижу Советского Союза.

Не реагировать ЦК не могло. По материалам, собранным специальной комиссией в числе трех человек, чтобы разобраться в ситуации в ВАСХНИЛ, был подготовлен доклад заместителем начальника Управления пропаганды и агитации С.Г.Суворовым, который разослал секретарям ЦК — А.А.Жданову, А.А.Кузнецову и Г.М.Попову. В середине апреля 1947 г. назначается заседание Организационного бюро ЦК ВКП(б) по вопросу «О положении в ВАСХНИЛ».

В докладе были следующие положения: «Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук имени В.И.Ленина значительно отстает в своей работе от требований и запросов, предъявляемых к ней сельским хозяйством, не занимается разработкой научных проблем в области животноводства, механизации, экономики и организации сельского хозяйства. Академия замкнулась в узком кругу агробиологических проблем, связанных с исследованиями ее президента академика Т.Д.Лысенко, в связи с чем перестала быть, как это следует по уставу, «высшим научным учреждением по сельскому хозяйству в Союзе ССР». Ограниченный круг научных проблем, разрабатываемых в Академии сельскохозяйственных наук, а также

разногласия среди ее действительных членов привели к тому, что большинство из них фактически прекратило работу в академии» [12. №4. С.138].

Плохо обстояло дело и с руководящими кадрами академии. Институтами руководили малоизвестные в науке работники, без ученой степени и званий. Необходимо было пополнение академии новыми высококвалифицированными кадрами. Надо было провести довыборы действительных членов и членов-корреспондентов ВАСХНИЛ, но этому противился Лысенко, боясь проникновения в нее людей иных взглядов. Выборы новых членов академии Лысенко связывает с решением «методологических и организационных вопросов» Правительством Союза СССР [12. №4. С.139], понимая под этим признание единственно верным мичуринского направления в науке.

В докладе была изложена также точка зрения Лысенко на суть разногласий. «В живом теле нет никакого отдельного... наследственного вещества. Под наследственностью... мы понимаем... свойство живого тела — жить, расти, развиваться. Все это идет через обмен веществ... живого тела с внешней средой... Построение тела в процессе его роста и развития идет через ассимиляцию и диссимиляцию. Тело получается из ассимилированной пищи. Организм... избирает из окружающей среды... нужные ему условия. *Изменяя условия жизни, можно изменять построение тела организмов...* И этим самым, соответственно воздействию условий внешней среды, направленно изменять наследственность, т.е. природу организмов». Морганисты же принимают наличие в теле специального наследственного вещества (никому неизвестного), которое не подвержено... такого рода изменениям. *Поэтому, согласно этому учению, условиями жизни нельзя изменить природу организмов.* Этим и отличаются два направления в биологии» [12. №4. С.139—140]. Секретари ЦК не смогли разобраться в представленных «теоретических» положениях Лысенко.

16 апреля 1947 г. на заседании Оргбюро ЦК ВКП(б), согласно протоколу №303, «присутствовали: члены Оргбюро ЦК ВКП(б) тт. Александров, Андрианов, Булганин, Жданов, Кузнецов А., Маленков, Мехлис, Михайлов, Попов, Родионов, Сулов, Шаталин, члены ЦК ВКП(б) тт. Борков, Пегов, Поспелов, Скворцов, кандидаты в члены ЦК ВКП(б) тт. Бенедиктов, Калнберзин, Кафтанов, Снечук и редактор газеты «Известия» т. Ильичев» [5. Оп.116. Д.303. Л.22а].

«Вторым вопросом слушали: О положении во Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В.И.Ленина.

Выступали: Борков, Лысенко, Жданов, Маленков».

Постановили: «Заслушать на Оргбюро ЦК ВКП(б) в первой половине июня 1947 г. доклад Президента ВАСХНИЛ т. Лысенко о деятельности академии...» [5. Оп.116. Д.303. Л.22а; 12. №4. С.138].

При подготовке материалов к заседанию Оргбюро ответственными сотрудниками ЦК была составлена справка о деятельности ВАСХНИЛ, в которой, в частности, говорилось: «Считаем, что создавшаяся в Академии сельскохозяйственных наук им. В.И.Ленина обстановка не способствует решению важнейших вопросов подъема сельскохозяйственной науки. Полагаем, что какова бы ни была оценка споров и разногласий в области агробиологии, нельзя все же ставить в зависимость от этих споров судьбу всей сельскохозяйственной науки в стране и держать Академию сельскохозяйственных наук в состоянии прозябания...» [12. №6. С.140; 13].

Таким образом, большой круг руководящих работников ЦК наконец понял вопиющее неблагополучие в системе ВАСХНИЛ и необходимость смены «власти», а также то, что ВАСХНИЛ могла бы быть подвергнута крупной реорганизации.

После такого обсуждения Лысенко не ожидало бы ничего хорошего. Лысенко стал искать выход. Ему нужно было переключить внимание на что-либо иное. Устроить, например, какой-либо скандал в стране и дискредитировать генетику и генетиков, особенно Жебрака как влиятельную фигуру.

Заседание Президиума АН СССР

Обсуждение вопроса создания нового института генетики было представлено на расширенном заседании Президиума АН СССР 18 июня 1946 г. Президент АН СССР С.И.Вавилов предложил разделить существующий Институт цитологии, эмбриологии и гистологии на Институт цитологии, эмбриологии и гистологии и Институт цитологии и генетики. Тем самым предполагалось наряду с лысенковским Институтом генетики создать в АН СССР альтернативный ему, работающий в другом, более современном направлении. Президиум Академии видел в Жебраке директора будущего института и поддерживал его кандидатуру.

В своем выступлении Жебрак, приглашенный на заседание, сказал, что «лысенковский Институт генетики не занимается вопросами генетики в том плане, в котором эта наука разрабатывалась в Академии наук раньше и разрабатывается в большинстве существующих лабораторий... Вновь создаваемый Институт генетики и цитологии на базе лаборатории цитогенетики Института цитологии, эмбриологии и гистологии ни в коей мере не будет параллелен существующему Институту генетики. <...> Основными задачами нового института будет не разработка метафизических направлений, а разработка вопросов о природе наследственности, о происхождении наследственных систем в свете эволюционного метода, всестороннее изучение клетки как основы наследственности, приложение новых методов физики и химии к проблеме наследственности и т.д. <...>. Структура будущего института, предлагаемая вниманию Президиуму, как

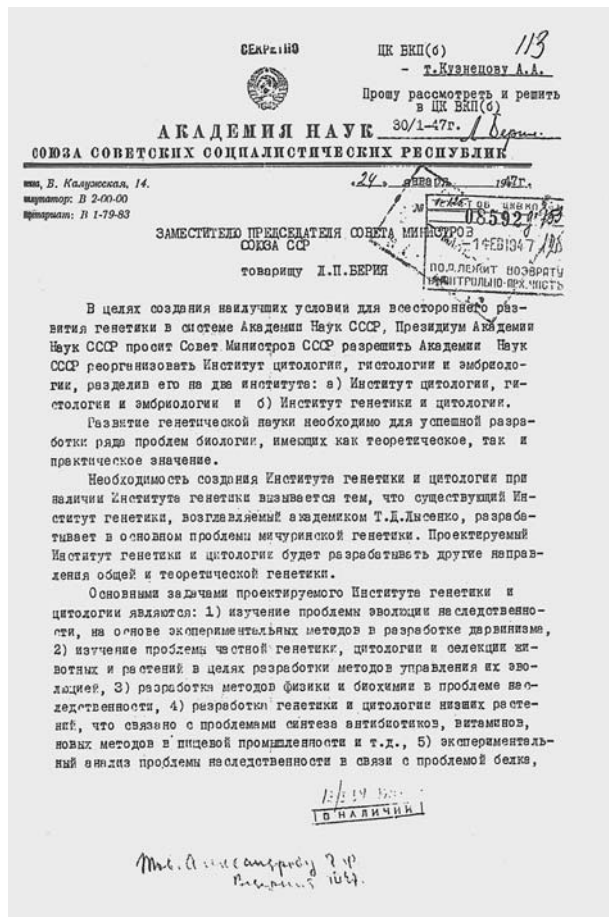
раз отвечает разработке этих актуальнейших разделов современной биологии. Эти разделы развиваются в передовых лабораториях и институтах и широко развивались раньше в Академии наук нашей Родины. Поэтому создание такого института будет только восстановлением хороших традиций в разработке генетики и цитологии в нашей стране, чем наша Академия и знаменита в этой части работ» [13. Л.120]. Присутствующие на заседании Президиума ученые поддержали идею создания нового института. Выражая их мнение, крупный физиолог академик Л.С.Штерн, в частности, сказала: «Наука не может двигаться вперед, если не представлены различные тенденции, различные мнения, особенно различные методы работы. Создание нового института или выделение его из Института цитологии, эмбриологии и гистологии можно только приветствовать...» [13. Л.157].

Лысенко в ходе обсуждения вопроса о создании альтернативного института генетики и цитологии, зная мнения академиков о нем, понял, что его монопольное положение может быть поколеблено. Допустить этого он никак не мог и выступил с резким возражением против мнения большинства ученых, хотя и не мог предложить каких-либо конкретных научно аргументированных предложений. Пытаясь оказать давление на членов Президиума, вопрошал: «Вы за организацию такого института или против этого? Вы за организацию такого института, во главе которого стоит Жебрак, который ратует за славные традиции? А эти славные традиции в Академии наук, какие — евгеника в чистом виде и метафизика в утрированном виде, которой и за границей даже нет. Давайте откроем эти «славные традиции». Вы за или против?» [13. Л.158].

Председатель не обратил внимания на некорректный выпад «народного» академика и поставил на голосование два предложения: Отделения биологических наук — «О создании отдельного Института генетики и цитологии» и академика Лысенко — «О нецелесообразности организации такого института». За первое предложение проголосовали все члены Президиума, кроме академиков Т.Д.Лысенко и Н.С.Державина, крупного исследователя болгарской национальной культуры.

Выведенный из состояния равновесия игнорированием его предложения членами Президиума, Лысенко открыто заявил им, что не оставит этот вопрос без последствий и будет решать его в более высоких инстанциях.

Работы по созданию института продолжались. 24 января 1947 г. Президент АН СССР Вавилов и академик-секретарь Н.Г.Бруевич направили заместителю председателя Совета министров СССР, члену ЦК ВКП(б) Л.П.Берия свои предложения с просьбой разрешить АН СССР реорганизовать Институт цитологии, эмбриологии и гистологии, разделив его на два: Институт цитологии, эмбриологии и гистологии и Институт генетики и цитологии.



Первая страница документа, подготовленного Президиумом АН СССР о создании нового Института цитологии и генетики, подписанного С.И.Вавиловым и переданного для утверждения заместителю председателя Совета министров СССР Л.П.Берия [5. Оп.125. Д.547. Л.124].

В документе указывалось, что необходимость создания Института генетики и цитологии при наличии Института генетики вызывается тем, что существующий Институт генетики, возглавляемый академиком Лысенко, разрабатывает в основном проблемы мичуринской генетики. «Проектируемый Институт генетики и цитологии будет разрабатывать другие направления общей и теоретической генетики» [13. Л.113]. В предложениях АН СССР перечислялись основные задачи будущего Института генетики и цитологии и его предполагаемая структура.

К решению Президиума АН СССР было приложено «особое мнение» Лысенко, в котором, в частности, утверждалось, что «организация нового института генетики и цитологии вызвана желанием инициаторов этого предложения (слепых последователей реакционного течения зарубежной науки) еще больше развить в нашей стране мэнделизм-морганизм в ущерб советской мичуринской генетике...» [5. Оп.125. Д.547 Л.120—121; 13].

Дальнейшие события

Берия был хорошо осведомлен о противостоянии ученых генетиков академику Лысенко, а также о покровительстве ему со стороны Сталина. Он не взял на себя единоличной ответственности за решение создать новый институт. Адресованный ему материал он направил в ЦК ВКП(б) к А.А.Кузнецову с резолюцией «Прошу рассмотреть и решить в ЦК ВКП(б). Л.Берия» [11. С.587; 13. Л.113].

В Отделе науки ЦК были подготовлены документы о целесообразности создания нового института: «Эту просьбу [АН СССР] следовало бы поддержать. <...> Институт генетики [Лысенковский институт] и лаборатория цитогенетики [т.е. новый Институт генетики и цитогенетики] не дублируют, а в известной степени дополняют друг друга. Для развертывания работы нового Института цитологии и генетики потребуются увеличение штата научных сотрудников... Тов. Берия Л.П. просил этот вопрос рассмотреть и решить в ЦК ВКП(б)». Подписи: Г. Александров, С.Суворов, 5 мая 1947 г. [5. Оп.125. Д.547. Л.124—125]. Был подготовлен и проект постановления Секретариата ЦК ВКП(б) «О реорганизации Института цитологии, гистологии и эмбриологии Академии наук СССР». Он состоял из четырех пунктов:

«1. Принять предложение Президиума Академии наук СССР о выделении в целях создания лучших условий для развития генетики лабораторий цитогенетики из Института цитологии, гистологии и эмбриологии и создании на ее основе Института цитологии и генетики.

2. Утвердить решение Президиума Академии наук СССР, определяющее следующие основные задачи Института цитологии и генетики: изучение закономерностей эволюции наследственности в целях дальнейшей разработки дарвинизма; изучение частной генетики, цитологии и селекции животных и растений в целях разработки методов управления их эволюцией; разработку генетики и цитологии низших растений для решения проблемы синтеза антибиотиков, витаминов; разработку физических и биохимических методов исследования наследственности.

3. Поручить Президиуму Академии наук СССР утвердить структуру Института цитологии и генетики.

4. Поручить Государственной штатной комиссии при Совете министров СССР [т. Мехлису] рассмотреть и утвердить штаты Института цитологии и генетики Академии наук СССР» [13. Л.123].

Член ЦК ВКП(б) А.А.Кузнецов советовался по этому вопросу с членом Политбюро А.А.Ждановым: «Целесообразно решить этот вопрос в связи с заслушиванием доклада Лысенко в июне в Оргбюро». Жданов соглашается с ним, ставя свою подпись [5. Оп.125. Д.547. Л.122]. Казалось бы, вот вот вопрос создания института будет решен. Но он был привязан к отчету Лысенко.

Лысенко представил в Оргбюро ЦК ВКП(б) Отчет о деятельности ВАСХНИЛ за 1936—1946 гг. лишь накануне назначенного срока (14 июня 1947 г.) с приложенной к нему докладной запиской, о чем он проинформировал Жданова [5. Оп.125. Д.450. Л.3—12]. Последняя была составлена в свойственном Лысенко демагогическом тоне. Автор четко обозначил линию своего поведения и указал, кто является творцом новой агробиологической науки, созданной в нашей стране при поддержке Партии и Правительства. Он поносил своих теоретических противников, обвиняя их в пристрастии к метафизике и навешивая на них политические ярлыки. Своих зарубежных оппонентов он считал врагами советского строя и его мировоззрения [5. Оп.125. Д.450. Л.5—6; 11. С.592]. Тем самым он хотел лишить своих научных оппонентов возможности критиковать его и вести с ним научные споры на равных. Он хотел установить свое монопольное влияние в сфере биологических и сельскохозяйственных наук, да и расправиться с ними путем решения «организационного порядка» [5. Оп.125. Д.450. Л.11], как он это понимал — простого указа, т.е. принятия его концепций.

В заключении докладной записки внесено неожиданное предложение о передаче ВАСХНИЛ из Министерства сельского хозяйства в подчинение Совету министров СССР, т.е. сделать отраслевую академию напрямую подотчетной его председателю — И.В.Сталину, главному покровителю Лысенко. Возможно, Лысенко за этот длительный период подготовки отчета нашел возможность пожаловаться Сталину за нападки на него Оргбюро ЦК ВКП(б), и Сталин подсказал ему этот сильный ход.

Озадаченный этим материалом Жданов посчитал за благо не усложнять обстановку и не делать ее непредсказуемой. Дело затормозили. Жданов ушел в отпуск, из которого уже не вернулся на прежнее место.

Печальный финал и расправа

Намеченное заседание Оргбюро с докладом Лысенко и обсуждением деятельности ВАСХНИЛ за 10 лет не состоялось. Вероятно, большую роль сыграл М.А.Суслов, появившийся в это время в секретариате ЦК и четко уловивший благосклонность Сталина к Лысенко [11. С.600]. Привязанное к этому заседанию решение вопроса о создании нового института генетики также не состоялось. Сталин в то время ждал от Лысенко результатов его опытов с ветвистой пшеницей, семена которой он передал ранее Лысенко. 31 мая, перед рассмотрением вопросов о присуждении Сталинских премий, вождь народа сделал строгое замечание Ю.А.Жданову, что тот критиковал Лысенко в докладе на семинаре лекторов обкомов и крайкомов партии. Сталин сказал, что «Лысенко — это сегодня Мичурин в агротехнике. Нельзя забывать и то-



В Ботаническом саду АН БССР А.Р.Жебрак и А.М.Деменюк проводят наблюдения за развитием тетраплоидной гречихи. Минск, 1964 г.

го, что Лысенко был первым, кто поднял Мичурину как ученого. До этого противники Мичурина называли его замухрышкой, провинциальным чудачком, кустарем и т.д. Лысенко имеет и ошибки как ученый и человек. Его надо критиковать, но ставить своей целью уничтожить Лысенко как ученого — это значит лить воду на мельницу разных жебраков» [14]. Свой же доклад Юрий должен был согласовать в ЦК. Ему поставили на вид и потребовали написать объяснительную записку.

В стране в это время внимание было переключено на борьбу с космополитизмом, усилился надзор и над печатью, философией, деятелями культуры и науки. Началась расправа над интеллигенцией. Из генетиков надо было расчитаться прежде всего с Жебраком, зачинателем создания нового генетического института, ставшим 12 мая 1947 г. Президентом АН БССР, депутатом Верховного Совета БССР и членом его Президиума.

Для этой цели «лысенковская когорта» подхватила идею борьбы с космополитизмом и Постановление ЦК «О судах чести».

Летом 1947 г. в №5 и 6 журнала «Агробиология» появилась статья И.И.Презента, критикующая Жебрака. Но эта публикация не привлекла особого внимания, как и его же статья «Борьба идеологий в биологической науке», опубликованная в газете «Ленинградская правда», где он обвинял Жебрака в низкопоклонстве перед «буржуазной антиистори-

ческой формальной генетикой». 30 августа появилась статья в «Литературной газете» (редактором которой только что стал философ М.Б.Митин) за подписью А.Суркова, А.Твардовского и Г.Фиша «На суд общественности». В довершение всего 2 сентября публикуется в газете «Правда» статья И.Лаптева «Антипатриотические поступки под флагом “научной критики”». Несмотря на обращения ряда ученых в ЦК ВКП(б) с протестами о несправедливом обвинении Жебрака [12. №6. С.159—173], волна санкционированных обвинений привела к смещению его с поста президента АН БССР, «освобождению» его от экспериментальных работ в Институте биологии АН БССР и в Академии сельскохозяйственных наук им. К.А.Тимирязева и привлечению его к так называемому «Суду чести» [4; 15].

Нападки были и на других генетиков. Только заступничество Вавилова и Орбели спасло Дубинина от такой же горькой участи [15].

Пройдет немногим более года, и на августовской сессии ВАСХНИЛ и расширенном заседании Президиума АН СССР произойдет полный разгром отечественной генетики. Президенту Академии наук С.И.Вавилову придется каяться за то, что Президиум Академии, Отделение биологических наук и он сам держали «нейтралитет» в борьбе с формальными генетиками и даже два года назад ходатайствовали о создании Института цитологии и генетики помимо уже существующего. «Мы должны безотлагательно перестроить нашу работу в области биологии так, чтобы Академия наук СССР заняла ведущее место в борьбе против реакционных и идеалистических течений в биологии в Советском Союзе и за рубежом» [16. С.26]. Президент Академии наук, к сожалению, был «на

крючке» и прекрасно помнил о судьбе своего брата*. Поступить иначе не мог. Таким образом, ЦК ВКП(б) не дал согласия на предложение АН СССР создать новый институт, и 31 декабря 1948 г. (уже после печально известной сессии ВАСХНИЛ 1948 г.) рукой секретаря ЦК ВКП(б) А.А.Кузнецова на всей папке с документами о создании Института цитологии и генетики была сделана окончательная надпись «В архив. А.Кузнецов» [11. С.587].

Вследствие этого предложение Президиума Академии наук о создании альтернативного Института экспериментальной генетики и цитологии на заседании Секретариата ЦК ВКП(б) и Коллегии Совета министров СССР не рассматривалось и не обсуждалось. А инициатор создания современного института, где генетические исследования велись бы широким фронтом, академик АН БССР Антон Романович Жебрак после «Суда чести» и августовской сессии ВАСХНИЛ 1948 г. был отстранен от продолжения своих работ по отдаленной гибридизации пшеницы [18]. Полученные им амфидиплоиды, сочетающие ценные хозяйственные признаки, не были доведены до сортов. Загублены были и работы с тетраплоидной гречихой, просом и другими культурами. Несмотря на постоянное обращение Жебрака в ЦК партии и даже дважды лично к Н.С.Хрущеву с просьбой помочь внедрению его сортов в производство, поддержки он не получил. ■

* В своем личном, кратком дневнике, не предназначенном для чужого глаза, С.И.Вавилов записал в этот день: «7 августа 1948 г. — Газеты, полные Лысенки. Его триумф...» И через два года: «7 августа 1950 г. — Смотрел листы энциклопедии. Статьи по борьбе за существование, ботаника, Лысенко. Боже мой, как это грустно и стыдно. Имени Николая нет нигде» [17].

Литература

1. Дубинин Н.П. История и трагедия советской генетики. М., 1992.
2. Хотылева Л.В. Академик Антон Романович Жебрак: к 70-летию со дня рождения // Полиплоидия и селекция. Минск, 1972. С.3—9.
3. Савченко В.К. Антон Романович Жебрак // Выдающиеся советские генетики / Под ред. Д.К. Беляева, В.И. Иванова. М., 1980. С.138—147.
4. Шноль С.Э. Герои, злодеи, конформисты российской науки. М., 2001.
5. Архив РЦХИДНИ. Ф.17.
6. Левина Е.С. Вавилов, Лысенко, Тимофеев-Ресовский // Биология в СССР. История и историография. М., 1995.
7. Маневич Э.Д. Такие были времена // Вопросы истории естествознания и техники. 1993. №2. С.119—132.
8. Huxley J. Science in U.S.S.R. Evolution biology and related science // Nature. 1945. V.156. №3957. P.254—256.
9. Sax K. Soviet biology // Science. 1944. V.99. №2572. P.298—299.
10. Архив ЦК ВКП(б). 08499. Д.66.
11. Сойфер В.Н. Власть и наука. Разгром коммунистами генетики в СССР. М., 2002.
12. Есаков В., Иванова С., Левина Е. Из истории борьбы с лысенковщиной // Известия ЦК КПСС. 1991. №4. С.124—141; №6. С.157—173.
13. Архив Академии наук. Ф.2. Оп.3. Д.74. Л.157.
14. Жданов Ю.А. Во мгле противоречий // Вопросы философии. 1993. №7. С.65—82.
15. Сонин А.С. «Дело» Жебрака и Дубинина // Вопросы истории естествознания и техники. М., 2000. Т.1. С.34—68.
16. Расширенное заседание Президиума Академии наук СССР 24—26 августа 1948 года // Вестник Академии Наук СССР. 1948. №9. С.25—190.
17. Дневники С.И.Вавилова. Ч.2 // Вопросы истории естествознания и техники. М., 2004. Т.2. С.3—52.
18. Жебрак А.Р. Полиплоидные виды пшениц. М., 1957.

Внутривидовая коммуникация: от суслика до человека

А.А.Казанцева,
Москва

В конце 2011 г. фонд «Династия» выпустил сразу несколько научно-популярных книг, направленных на преодоление разрыва между естественными и гуманитарными дисциплинами.

«В поисках памяти» Эрика Канделя — книга о том, как психоаналитик стал нобелевским лауреатом по нейрофизиологии. «Эволюция человека» Александра Маркова рассказывает о врожденных основах альтруизма, религии и любви. «Происхождение языка» Светланы Бурлак вписывает речь человека в контекст эволюции мозга и эволюции коммуникативных систем остальных животных.

«Происхождение языка» можно было написать как научную монографию или как учебник (по биологии — для лингвистов). Но, позаимствовав от этих жанров все лучшее (множество источников, систематичность изложения), Бурлак тем не менее написала научно-популярную книгу — не самую простую в этой нише, но все же понятную не только биологам и лингвистам, но и просто заинтересованному читателю.

Книга выстроена по четкому плану. В первой главе автор выделяет свойства, характерные именно для человеческих языков (фантастические успехи говорящих обезьян заметно усложнили эту задачу), вторая посвящена особенностям строения мозга человека, третья — его эволюции, четвертая — коммуникативным системам животных, пятая глава обобщает

данные генетики, палеонтологии и возрастной психофизиологии человека, и шестая, завершающая, рассказывает об основных гипотезах происхождения языка.

Подзаголовок «Факты, исследования, гипотезы» по сути отвечает содержанию книги, а по форме, возможно, продиктован модой на тройные названия научно-популярных книг. Это и «Ружья, микробы и сталь» Даймонда, и «Микробы, гены и цивилизация» Кларка, и подзаголовки «Эволюции человека» Маркова («Обезьяны, кости и гены» и «Обезьяны, нейроны и душа»). Если бы Светлана Бурлак, как и остальные авторы, решила перечислить в названии важнейших героев текста, то «Происхождение языка» называлось бы «Дети, животные и грамматика».

Дети отличаются от животных именно своей склонностью к усвоению (или созданию!) грамматических правил. Человеческие обезьяны, которых обучали языку жестов, могут использовать несколько сотен слов, сами вводят новые понятия (например, шимпанзе Уошо арбуз обозначила жестами «конфета» и «пить»), переносят значения слов в новый контекст (Уошо стала использовать знак «запачканный» в значении «плохой») и могут в тестовых заданиях определять последовательность действий на основании порядка слов (различают просьбы типа «налей молоко в кока-колу» и «налей колу в молоко»). Но в целом говорящие обезьяны предпочитают пользоваться протограмматикой, т.е. значе-



С.А.Бурлак. ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЯЗЫКА: ФАКТЫ, ИССЛЕДОВАНИЯ, ГИПОТЕЗЫ.

М.: Астрель: CORPUS, 2011. 464 с.

ния слов для них намного важнее, чем построение фразы, а понимание реплик невозможно в отрыве от контекста. «Уборка скорее бананы бананы», — говорит шимпанзе Тату, имея в виду, что после уборки дадут лакомство. «Извини укус царапина плохо укус» — вспоминает горилла Кoko эпизод трехдневной давности, игнорируя правила построения фразы в прошедшем времени. Сходным образом строят предложения совсем маленькие дети или «маугли», не имевшие доступа к человеческому языку в критический период развития.

Обычные же дети уже в трехлетнем возрасте способны строить грамматически корректные предложения. Каждый здоровый ребенок способен овладеть грамматикой любого человеческого языка, и он делает это, основываясь на скудном и противоречивом материале, доступном для наблюдений. Более того — если грамматики нет, ее следует выдумать. Именно так происходит при креолизации пиджинов: недоязык, возникший на границе двух или более языков и предназначенный для проведения каких-либо конкретных переговоров (например, торговых), первоначально лишен каких бы то ни было грамматических правил — но они немедленно появляются, как только пиджин становится для кого-то родным. Слова могут полностью изменить свое значение и роль в предложении (бывшее местоимение становится глагольным суффиксом), если это необходимо носителям для формирования универсальных грамматических правил и в конечном счете — нового полноценного языка.

Но герои книги — не только обезьяны и дети. Целая глава посвящена другим видам коммуницирующих животных — пчелам, муравьям, птицам, дельфинам,

мышам, ящерицам... Сообщения, которые могут передавать друг другу животные, настолько сложны и разнообразны, что не оставляют от антропоцентризма камня на камне. Широко известно, что верветки используют различные сигналы опасности — одним криком они обозначают леопарда, другим — орла, третьим — змею, четвертым — опасного примата. Но оказывается, что сигналы, означающие конкретные понятия (т.е. практически слова), есть и у многих других видов животных — в том числе даже у обыкновенных кур. Наибольший интерес представляют близкие виды, на примере которых можно проследить развитие сигналов. И калифорнийские суслики, и суслики Белдинга могут при опасности либо щебетать, либо свистеть. У сусликов Белдинга эти сигналы отражают только эмоцию: чем сильнее животное напугано, тем больше вероятность свиста. Калифорнийские суслики используют сигналы иначе: свист у них означает «опасность с воздуха», а щебет — «опасность с земли». Понятно, что в общем случае воздушный хищник более страшен, чем наземный, но для данного вида сусликов сигналы утратили непосредственную связь с эмоциями: при появлении близкого и страшного наземного хищника животное все равно будет щебетать, а при появлении далекой и нестрашной птицы — свистеть.

Суслики (в книге есть не только рассказ о них, но и цветная фотография) — это пример «занимательного факта», необходимой составляющей научно-популярных книг. Таких фактов в «Происхождении языка» много, они описаны живым языком, распределены по всему тексту и эффективно удерживают внимание. Но все равно существует вероятность того, что неподготовленному читателю некоторые страницы покажут-

ся скучными или сложными для восприятия. Автор подробно объясняет необходимые для повествования филологические термины, а вот биологические, напротив, преподносит как нечто очевидное. Для прочтения главы о генетических основах речи необходимо заранее знать по крайней мере, как связаны между собой ДНК, РНК и белок — конечно, это входит в школьную программу, но твердо ли ее помнят все потенциальные читатели?

Вообще же главным недостатком книги с точки зрения рядового читателя окажется, по всей вероятности, не что иное, как абсолютная корректность выводов. Она приводит к тому, что после прочтения человек так и не получает исчерпывающего ответа на вопрос о том, откуда взялся язык. Это происходит оттого, что такого ответа пока не существует, но вызывает разочарование — 400 страниц читателя подвели к тайному знанию, а в итоге оно оказалось не ярко очерченным, а только намеченным отдельными карандашными линиями.

Сам автор, говоря о склонности мозга человека к формированию языка, отмечает: «Человека интересуют финалы — чем кончится та или иная история, чем кончится его собственная деятельность, человек строит внутренние модели и пытается предугадать будущее, веря в неслучайность совпадения событий, — и в итоге весь мир становится для него Знаком. На этой базе возникают мифология и наука — обе они так или иначе удовлетворяют потребность человека знать причины всего сущего».

Книга не удовлетворяет в полной мере склонность человека знать причины всего сущего, но по крайней мере в выборе между наукой и мифологией заставляет предпочесть первую. ■

Медлить с профилактикой нельзя

А.Ю.Журавлев,
доктор биологических наук
Москва

Из 5 тыс. экз. этой книги 4990 приобретут те, кому бессмысленность астрологии, креационизма и прочих уринотерапий доказывать не требуется. Оставшиеся 10 по случайности попадут в руки тех, кто во что-то подобное верит, но, даже прочитав данное произведение американского психолога из Университета Рузвельта в Чикаго, доверия к паранормальным явлениям не потеряет. Так стоило ли книгу публиковать при поддержке Фонда Дмитрия Зимина «Династия»?

Думаю, стоило. Ведь чтение занимательной и познавательной литературы, к тому же написанной с изрядной долей юмора (почти утраченной при переводе), одаривает нас дополнительным количеством синапсов, т.е. развивает наш мозг. А это уже немало. Исходя из личного опыта автора, поначалу думаешь, что он сведет паранормальные явления к особенностям нашей психики. И этот лейтмотив в книге заметен: доктор Смит считает, что, скажем, астрологи и экстрасенсы в большинстве своем искренне заблуждаются. Мне же представляется, что они искренне мошенничают и по сути своей ближе к жуликам и наперсточникам, чем к фокусникам и тем более к ученым, за которых обычно стараются себя выдать. Однако автор пытается найти общие симптомы во всех заболеваниях, переносимых паранормальными «вирусами», и прописать единый рецепт для

тех, кто хочет от них излечиться или помочь в этом ближнему своему. А медлить с профилактикой нельзя: таблица из книги показывает, что уже сегодня в астрологию верят от 17 до 28% опрошенных жителей разных стран (больше, чем в Средние века), в колдунов — 26–28%, в экстрасенсорное целительство — 55–59%, в бога — до 96%. При виде последнего показателя клерикалы начнут радостно потирать руки... И зря: этот бог обычно является отнюдь не Иеговой или одним из его коллег, а добрым/злым инопланетянином или неким аналогом Деда Мороза. Сам автор, кстати, не считает, что «духовное исцеление», даруемое какой-либо традиционной церковью, принципиально отличается от «медицинских успехов» филиппинских хилеров или уринотерапевтов и вреда оно способно принести больше, чем пользы.

Среди общих симптомов паранормальности называются «древняя мудрость» (астрология существует не менее 4 тыс. лет), «свидетельство большинства» (3 млн опрошенных китайцев верят, что им помогла акупунктура), «поддержка авторитетов» (американские президенты Рейган и оба Буша не отрицали креационизм) и т.п. Критерий же истины во всех случаях — научный эксперимент и, увы, количество крестов, полумесяцев и прочих общеизвестных символов на надгробиях тех, кто слишком доверял всевозможным целителям и пастырям. Для самых пытливых умов автор в конце каждого



Дж.Смит. ПСЕВДОНАУКА И ПАРАНОРМАЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ: КРИТИЧЕСКИЙ ВЗГЛЯД. Пер. с англ.

М.: Альтина нон-фикшн, 2011. 566 с.

© Журавлев А.Ю., 2012

раздела собрал список интернет-ресурсов, где специалисты по критике каждой паранормальной дисциплины со знанием дела кроют ее позором и прочими нехорошими словами.

На всякий экстренный случай доктор Смит прилагает «карманный набор для выживания», состоящий из двух посту-

латов: «1. Экстраординарные явления требуют экстраординарных доказательств», «2. Не забудьте о простых альтернативных объяснениях». А затем предлагает применить бритву Оккама и принцип доведения до абсурда. Пример применения последнего есть в главе 15. Итак, вы верите в разумный замысел?

Тогда почему не в Летающего макаронного монстра и его пастафарианские катрены?

Есть ли у настоящего издания недостатки? Есть. Один, но серьезный: книга, увы, опять написана не российским автором. То ли у нас перевелись оригинально мыслящие ученые, то ли издатели не там ищут. ■

Математика

Ю.А.Шиханович. ЛОГИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ИСЧИСЛЕНИЯ: Учебное пособие. М.: Научный мир, 2011. 256 с.

Логические и математические исчисления — это конструкции, в которых формализовано центральное понятие математики, понятие доказательства.

От читателя потребуется владение материалом книги Ю.А.Шихановича «Введение в математику», вышедшей в том же издательстве в 2005 г. Кроме того, предполагается знание основных понятий и фактов теории алгоритмов. В этом отношении автор ориентирует читателя на свою книгу «Минимум по теории алгоритмов для нематематиков», изданную в «Научном мире» в 2009 г. Обе книги имеются в Интернете (электронная библиотека www.iqlib.ru). Последнее издание обобщает логические и математические исчисления и само понятие исчислений.

Палеонтология

ЭВОЛЮЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА В ПАЛЕОЗОЕ И МЕЗОЗОЕ: Сборник научных работ. Отв. науч. ред. С.В.Наугольных. СПб.: Маматов, 2011. 112 с.

Эта недавно вышедшая книга посвящена 170-летию установления пермской системы (последнему периоду палео-

зою) и издана к Международному палеонтологическому музейному коллоквиуму с тем же названием, что и сборник. Среди авторов статей много имен, хорошо знакомых всем, кто следит за новостями в палеонтологии и смежных с ней геологических и биологических дисциплинах. Наряду с работами известных ученых из академических институтов опубликованы статьи сотрудников региональных краеведческих и профильных музеев.

В сборнике содержатся многие научные факты, добытые профессиональными палеонтологами, специалистами из региональных музеев и любителями окаменелостей. В нем представлены, например, таксономия и стратиграфическое распространение ископаемых фораминифер — одноклеточных организмов, весьма важных для стратиграфии. Рассмотрен также феномен биполярного распространения морских двустворчатых моллюсков, описан древнейший позднепалеозойский представитель семейства каркениевых (гинкговых).

Кроме того, в книге можно найти интересные и ценные сведения о музейных фондах и об истории их формирования, прочесть о жизни и деятельности палеонтологов-краеведов 19-го и 20-го столетий.

Судя по содержанию сборника, в нем явно прослеживается давно назревшая необходимость объединить усилия уче-

ных академических учреждений, сотрудников региональных музеев и частных коллекционеров. Это позволило бы своевременно обнаруживать ценные находки, полнее и надежнее описывать их. Ведь понятно, что палеонтологам из крупных научных центров удастся выезжать на полевые работы только время от времени, притом ненадолго. А интересные местонахождения могут быть и уничтожены, если это, например, карьеры, технологические шурфы или канавы под коммуникации. Сохранению ископаемых сокровищ нередко способствуют именно местные любители окаменелостей. Связь между профессионалами и самостоятельными палеонтологами осуществляют обычно сотрудники краеведческих музеев. Как раз сюда обращаются за консультациями и предварительными определениями частные коллекционеры. Так что триумvirат профессиональных палеонтологов, специалистов из музеев и частных коллекционеров был бы очень полезен.

Нельзя не отметить высокое полиграфическое качество книги. Она напечатана на мелованной бумаге, содержит большое количество графических черно-белых и цветных полutoновых иллюстраций. Этот сборник научных трудов не разочарует и специалистов, и более широкую аудиторию, интересующуюся историей жизни на нашей планете.

Премия ее памяти

К биографии Е.К.Фреймут–Кандинской

О.А.Валькова,

кандидат исторических наук

Институт истории естествознания и техники им. С.И.Вавилова РАН

Москва

Человеческая память избирательна. Она не спешит сохранять имена и лица даже тех, кто всю свою жизнь посвятил благо других и, казалось бы, заслужил подобную честь. Забвение — судьба, часто незаслуженная, абсолютного большинства людей. Таковой оказалась и участь Елизаветы Карловны Кандинской, урожденной Фреймут (?—1890). В молодости она была одной из первых в России женщин-энтомологов, активным и деятельным сотрудником Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии; в зрелые годы посвятила немало сил и времени организации первого в Москве высшего естественнонаучного учебного заведения для женщин; после замужества стала ассистенткой своего супруга, всемирно известного врача-психиатра Виктора Хрисанфовича Кандинского (1849—1889), затем — его медсестрой, сиделкой, наконец, посмертным публикатором его научных трудов. И вместе с тем Леон Лазаревич Рохлин (1903—1984), добросовестный и основательный биограф ее супруга, написал: «О его (Кандинского. — О.В.) семейной жизни и быте известно очень мало» [1. С.137]. Немногие достоверные сведения о Кандинской Рохлину удалось извлечь из послужного списка ее мужа: «...Имеются некоторые формальные данные в послужном списке Кандинского в период пребывания на военной

службе. В этом списке, составленном дополнительно к 1 января 1879 года, имеется короткая запись: “Женат на Елизавете Фреймут, дочери провизора 1878 года, сентября 1-го. Детей не имеет. Жена вероисповедания лютеранского”» [1. С.138]. Архив Фреймут (Кандинской) не сохранился. Нам удалось обнаружить всего одно письмо к ней и две записки, сделанные ее рукой. Дата и место рождения Елизаветы Карловны не установлены. Предположительно, она родилась в середине — конце 40-х годов XIX в. О ее семье ничего не известно. Мы не знаем также, какое образование и воспитание она получила, когда возник ее интерес к естествознанию, при каких обстоятельствах она приобрела навыки, необходимые опытному энтомологу.

Впервые имя Фреймут появляется в 1866 г. на страницах протоколов заседаний Совета Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии (далее — ОЛЕАЭ), которое представляло в начале 60-х годов XIX в. новое явление в научной и общественной жизни России. Оно было организовано в 1863 г. по инициативе нескольких профессоров Московского университета во главе с геологом Григорием Ефимовичем Щуровским (1803—1884) и зоологом, антропологом Анатолием Петровичем Богдановым (1834—1896). Шли ярые споры о необходимости такого шага, язвительные нападки в прессе, сопротивление науч-



Елизавета Карловна Фреймут.

ного сообщества. Первое заседание состоялось 14 мая 1864 г. Дело в том, что основатели ОЛЕАЭ заявили о своем намерении пригласить к участию в его работе всех желающих заниматься естественными науками — вне зависимости от возраста, профессии, уровня образования, а также... пола. Они ставили своей задачей изучение России в естественнонаучном отношении и хорошо понимали, что для ее выполнения необходимо участие большого количества заинтересованных людей. Это противоречило традиционно консервативной политике старейших научных обществ и, прежде всего, Московского общества испытателей природы, отбравших своих



Григорий Ефимович Щуровский.

членов с большой скрупулезностью. Таким образом, с самого начала своей деятельности ОЛЕАЭ не отказывало никому из желавших присоединиться к его работе, в том числе женщинам (уникальный факт для своего времени!).

В 1867 г. Елизавета Карловна — член Энтомологической комиссии ОЛЕАЭ. Богданов писал: «Энтомологическая комиссия сдавала в музей все ею собранное, и самые значительные коллекции насекомых были доставлены в нынешнем году (1867. — *О.В.*) членом комиссии Е.К.Фреймут, председателем комиссии А.П.Федченко, С.Н.Никитиным, Н.Н.Надежиным и г.Аристарховым. Развитие деятельности комиссии дает надежду, что с каждым годом будет усиливаться все более и более та польза, которую приносит она университетскому собранию. Ее трудами определяются и приводятся в порядок коллекции; благодаря ее стараниям устанавливаются правильные сношения с заграничными энтомологами...» [5. С.9]. Основная деятельность Фреймут в этот период была сосредоточена на составлении энтомологических коллекций на-

секомых, обитавших на территории московского учебного округа, а также на обработке и описании энтомологических собраний Зоологического музея Московского университета.

В 1869 г. она подготовила к публикации первый отдел списка перепончатокрылых в новом, только что созданном издании «Зоологический музей Императорского Московского университета» [5. С.38]. В своем историческом обзоре, посвященном 25-летию деятельности ОЛЕАЭ, Богданов считал необходимым полностью переиздать эту работу Фреймут по следующим причинам: «Список травоядных перепончатокрылых (*Phytophaga*) московского учебного округа был обработан Елизаветой Карловной Фреймут и помещен в пробном выпуске проектированного Обществом издания “Зоологический музей Московского университета” в 1869 г. Так как выпуск этот вышел на правах рукописи и в весьма ограниченном числе экземпляров, то мы считаем полезным привести здесь вновь вполне список г-жи Фреймут» [5. С.120]. В 1871 г., по сообщению Богданова, «в ближайшем районе естественно-исторической деятельности Общества, в пределах московского учебного округа, производились экскурсии по поручению Общества Елизаветой Карловной Фреймут и были посвящены преимущественно изучению фауны перепончатокрылых насекомых» [5. С.38].

Но научно-исследовательская деятельность Елизаветы Карловны не ограничивалась изучением подмосковной фауны. В 1868 г. ОЛЕАЭ приступило к реализации одного из самых крупных своих научных проектов — Туркестанской экспедиции супругов Алексея Павловича и Ольги Александровны Федченко. Знаменитые путешествия, предпринятые ими в 1868—1872 гг., достаточно хорошо известны. Среди наиболее значительных результатов этой их де-



Алексей Павлович Федченко.

ятельности были огромные коллекции туркестанской фауны и флоры, привезенные в Москву и предоставленные в распоряжение ОЛЕАЭ. Благодаря страстному увлечению Алексея Павловича насекомыми среди фаунистических коллекций преобладали именно энтомологические. Первые экспонаты оказались в распоряжении московских ученых уже в 1869 г. Их обработка, определение, описание и (впоследствии) публикация, заняли не один десяток лет. В этой работе участвовали как отечественные, так и зарубежные исследователи. Елизавета Карловна включилась в нее одной из первых. На заседании ОЛЕАЭ 12 июня 1870 г. она выступила с описанием *Pompolyx dimorpha*, а также некоторых видов пилильщиков (*Tenthredinidae*) Туркестанского края [6. Л.182об.]. Ее речь попала в газеты. Федченко писал Елизавете Карловне 17 августа 1870 г.: «Читал в газетах, что Вы читали о пилильщиках, в заседании 12 [июня]. Тот день мне очень памятен: это день самого трудного перехода по долине Фана, когда лошади и ослы валились в реку, когда Абрамов потерял в один день вещей руб-

лей на 500. Все это уже миновало, и теперь только с удовольствием вспоминаем про самые пикантные приключения» [7. Л.10б., 2]. Подготовленный Фреймут анализ перепончатокрылых, привезенных из Туркестана, был опубликован в «Известиях ОЛЕАЭ» [8. С.214]. В своем отчете за 1870 г. секретарь общества отмечал: «Всеми данными, которые внес А.П.Федченко в свой отчет о Туркестанской экспедиции по отношению к перепончатокрылым, он главным образом обязан специальному содействию Е.К.Фреймут в определении и обработке собранного обширного материала» [9. Л.182об.].

В 1872 г. ОЛЕАЭ приступило к подготовке публикаций материалов, собранных во время Туркестанских экспедиций. Несмотря на то что главная работа по организации обработки и публикаций туркестанских коллекций возлагалась вначале на Алексея Павловича Федченко, а после его трагической гибели в 1873 г. на супругу, многие члены общества приняли участие в этом проекте.

Известно, что Елизавета Карловна приступила к работе, но дело продвигалось медленно. 4 марта 1874 г. Ольга Александровна писала Богданову, рассказывая как идут дела с публикацией томов «Путешествия в Туркестан А.П. Федченко»: «Одно семейство — Tenthredinae — и из розданных не двигается. Я уже столько раз приставала к автору, что боюсь надоесть. Поприставайте, пожалуйста, Вы: Е.К. [Фреймут] так была тронута вашим вниманием — присылкой фотографии, что она для Вас теперь что угодно, даже Tenthredinae, я думаю, сделает, хоть они ей и очень надоели» [11. Л.8об.]. Эта работа, однако, так и не была завершена. Тем не менее для второго тома «Путешествия в Туркестан А.П.Федченко» Фреймут перевела работу австрийского энтомолога доктора Густава Майра (1830—1908) о

Formicidae, опубликованную в 1877 г. [12].

Однако, возможно, дело было не только в том, что энтомологические коллекции надоели Елизавете Карловне или что она, например, не могла больше позволить себе работать бесплатно (ведь мы ничего не знаем о ее материальных обстоятельствах): уже с 1868—1869 гг. она была занята другим проектом (который, по-видимому, занимал все больше времени), а именно организацией работы Высших женских курсов, известных сегодня под названием Лубянский — прототипа первого в Москве высшего естественнонаучно учебного заведения для женщин. Судя по некоторым документам, Фреймут принимала участие уже в первых попытках организации высшего учебного заведения для женщин в Москве. Так, сохранилась ее записка, адресованная Варваре Степановне Некрасовой: «Покорнейше прошу пожаловать для совещания об открытии женских курсов на Строженку, в Мясной переулочек, дом Буркина квартира Кожевникова, в пятницу 11 сентября в 2 часа пополудни. Прошу уведомить об этом собрании всех ваших знакомых желающих поступить на эти курсы» [13. Л.4].

Когда курсы были организованы (конечно, не в качестве полноценного университета, а всего лишь в роли подготовительных), Елизавета Карловна стала их слушательницей. Они не имели никакого оплачиваемого администратора и бухгалтера. Все решения принимались общим собранием слушательниц и претворялись в жизнь избранными для этого распорядительницами. Точно так же из числа слушательниц выбирался казначей, ведущий все финансовые дела. Известная публицистка Е.С.Некрасова (1847—1905), чья сестра В.С.Некрасова была слушательницей Лубянского курсов, писала: «С этого дня, т.е. с 12 февраля [1870 г. — О.В.], все материальные и другие заботы

о курсах всецело легли на трех выбранных слушательниц, или, вернее, на одну г-жу Фреймут, так как выбранные контролерши по семейным обстоятельствам много времени отдавать курсам не могли и вскоре отказались от своих должностей» [14. С.22]. Именно Фреймут собирала деньги, договаривалась с преподавателями и оценивала их работу, следила за счетами по хозяйственным расходам, в том числе за оплатой освещения, отопления, уборки помещений. Она подводила баланс и помещала сэкономленные средства в банк. Когда после первого года существования курсов на территории 3-й московской мужской гимназии в связи со сменой директора руководство отказало им, Елизавета Карловна нашла другое помещение и нового директора (чье наличие, хоть и исключительно формальное, было необходимо в соответствии с правительственным распоряжением). Количество слушательниц в первые годы существования Лубянского курсов колебалось от 200 до 100 человек, а учебная программа, вначале соответствовавшая курсу старших классов мужских гимназий, постепенно все больше и больше приходила в соответствие с университетским (особенно в отношении математических и естественнонаучных дисциплин), и легко можно представить, что Фреймут действительно была занята. Несмотря на препятствия, чинимые правительством, при отсутствии какого-либо финансирования и администрации работа Лубянского женских курсов была организована настолько хорошо, что они просуществовали почти 20 лет и были закрыты — вопреки желаниям многих слушательниц! — только в 1886 г. Можно предположить, что во многом это заслуга именно Фреймут.

С середины 1870-х годов о судьбе Елизаветы Карловны



Виктор Хрисанфович Кандинский.

нам ничего не известно. По некоторым данным, она переехала из Москвы в Петербург, поступив в Медико-хирургическую академию, а затем вместе с группой других девушек покинула ее, так и не окончив курс обучения, чтобы работать сестрой милосердия в ходе Русско-турецкой войны 1877—1878 гг. Точно не известно, при каких обстоятельствах она познакомилась с Виктором Хрисанфовичем Кандинским, где вышла за него замуж. Известный книгоиздатель М.В.Сабашников (1871—1943) писал в своих воспоминаниях: «В минувшую войну 1878 года Виктор Хрисанфович был в качестве врача мобилизован во флот и под началом Дубасова участвовал в атаке на Дунае турецкого монитора. <...> Психически неустойчивый Виктор Хрисанфович во время взрыва в припадке меланхолии бросился в воду, чтобы покончить с собой. Его, однако, спасли, и сестра милосердия, на попечение которой он попал, выжила его. По выздоровлении он на ней женился. Он называл ее мамой и окружал величайшим вниманием» [15. С.75]. Как справедливо замечал Рохлин, автор мемуаров перепутал две Русско-турецких войны: 1829

и 1877—1878 гг. Но Кандинский действительно служил младшим судебным врачом на судне «Великий князь Константин», вступившем в бой с турецким пароходом на Батумском рейде. Встретила ли его Елизавета Карловна в Севастополе, после списания на берег, или в Петербургском госпитале, куда он поступил на лечение, или она уже была знакома с семьей Кандинских, как предполагает Рохлин, — мы не знаем. Они поженились 1 сентября 1878 г. и почти сразу отправились за границу для лечения супруга. Виктор Хрисанфович был потомком известных сибирских купцов Кандинских, правда, разорившейся их ветви. Одним из представителей следующего поколения этой семьи стал известный художник XX в. Василий Васильевич Кандинский (1866—1944). К сожалению, душевная болезнь, которой страдал Виктор Хрисанфович, по-видимому, была наследственной и передавалась из поколения в поколение, но ему удалось даже ее поставить на службу науки.

После возвращения из-за границы супруги поселились в Петербурге. Кандинский работал врачом в психиатрической больнице св. Николая Чудотворца и занимался научными исследованиями в области психиатрии. Страдая тяжелым душевным заболеванием, он (помимо прочего) изучал течение собственной болезни и сделал целый ряд крупных открытий. В XX в. Виктор Хрисанфович был признан одним из наиболее известных в мире отечественных психиатров. В 1889 г. Кандинский покончил с собой во время одного из приступов болезни. О дальнейших событиях Рохлин пишет: «О жене Кандинского мы знаем, что она обращалась в Общество психиатров с просьбой посмертно издать его труды. Еще при жизни ученого Петербургское общество неоднократно выносило решение опубликовать за счет общества монографию Кандинского “О псевдо-

галлюцинациях”, но не имело возможности выполнить свое решение из-за отсутствия средств. Не смогло оно удовлетворить просьбу вдовы Кандинского и после его кончины. Несомненной заслугой Е.К.Кандинской было то, что она сама издала две его монографии: одну, уже упомянутую “О псевдогаллюцинациях”, другую — “К вопросу о невменяемости” [1. С.137].

Несмотря на то что архива этой ветви семьи Кандинских не сохранилось, можно предположить, что Елизавета Карловна сделала гораздо больше, чем просто отнесла рукопись в редакцию и заплатила деньги. В предисловии к изданию она писала: «В течение двух лет В.Х.Кандинский готовился к большой работе о свободе воли. В бумагах его сохранилось много отрывков и заметок, но только он сам мог бы их обработать и привести в стройное целое. Остался и общий план работы. «Мой труд, — говорит В.Х.Кандинский в своем введении, — имея заглавием: “О свободе воли (медико-философское исследование)” распадается на три части <...>. Так как всей работе не суждено быть доконченной, — пишет далее Елизавета Карловна, — то я сочла своим долгом напечатать по крайней мере ту часть материалов, которая сама по себе имеет известный интерес и представляет нечто вполне законченное, причем от себя я вставила только некоторые необходимые объяснения и примечания. Каждое из медицинских заключений может служить наглядным примером применения к практике усвоенных В.Х.Кандинским принципиальных взглядов; в них видно, как терпеливо и упорно он добивался истины и как настойчиво он держался своих убеждений, хотя бы при этом и встречал иногда, по-видимому, непреодолимые препятствия. Он неоднократно повторял в таких случаях: “Magna est veritas et praevalebit” [«Велика истина,

и она восторжествует». — *О.В.*], слова, которые поэтому и взяты эпиграфом к настоящей книге» [16. С. I—II].

Елизавета Карловна снабдила издание не только подробным введением, но и тщательными примечаниями. Они включали в себя пояснения по истории написания или опубликования отдельных частей работы; уточнение научных терминов и понятий, употреблявшихся Кандинским; библиографические сноски, а также обсуждение чисто научных моментов (например, о необходимости изменения существующей официальной классификации и номенклатуры душевных болезней и др.). Не приходится

сомневаться, что Елизавета Карловна проделала огромную, тщательную и кропотливую работу, потребовавшую от нее специальных знаний в области психиатрии, — работу, сохранившую для науки труды одного из самых ярких представителей в этой области отечественной науки.

Предисловие Елизаветы Карловны к монографии ее супруга подписано 23 марта 1890 г. Завершив эту работу, она покончила с собой. К сожалению, наши сведения о ней слишком отрывочны и фрагментарны, чтобы судить о том, что привело ее к подобному решению. Друзья и коллеги, прежде всего по ОЛЕАЭ, не забыли о ней. В начале XX в.

Общество учредило премию ее памяти. Например, в 1902 г. эта премия была присуждена известному отечественному зоологу Софье Михайловне Переяславцевой (1849—1903) за работу, посвященную кавказскому скорпиону (*Androctonus ornatus*).

Безусловно, сведения, которыми мы сегодня располагаем о биографии Фреймут (Кандинской), очень скудны. Но даже они позволяют с уверенностью утверждать, что она была выдающейся личностью, одной из ярких представительниц знаменитого поколения шестидесятников, чьей энергии и целеустремленности отечественная, да и мировая наука немало обязана. ■

Литература

1. *Рохлин Л.Л.* Жизнь и творчество выдающегося русского психиатра В.Х.Кандинского (1849—1889) М., 1975.
2. Протокол заседания Совета ОЛЕАЭ. 10 февраля 1866 г. // Центральный исторический архив Москвы. Ф.455. Оп.1. Д.9. Л.33.
3. Мнение Совета ОЛЕАЭ по поводу избрания новых членов // ЦИАМ. Ф.455. Оп.1. Д.9. Л.39—41об.
4. Протокол заседания Совета ОЛЕАЭ // ЦИАМ. Ф.455. ОЛЕАЭ. Оп.1. Д.9. Л.25, 25об.
5. Богданов А.П. Летопись зоологических трудов общества в первое двадцатипятилетие его существования (1863—1888). М., 1888. Т.1: Фаунистические работы общества (Известия ОЛЕАЭ. Т.ЛIX. Труды Зоологического отделения общества. Т.II).
6. Отчет секретаря ОЛЕАЭ. [17 октября 1870 г.] // ЦИАМ. Ф.455. Оп.1. Д.12. Л.182об.
7. *Федченко А.П.* Письмо к Е.К.Фреймут. 17 августа [1870 г.] Архив РАН. Ф.446. Оп.2. Д.849. Л.1—4.
8. *Фреймут Е.К.* *Pompholyx dimorpha* n. sp., новая бескрылая форма из семейства пилильщиц (Tenthredinidae) и несколько других новых видов этого семейства // Известия ОЛЕАЭ. 1870. Т.VIII. Вып.1. С.214.
9. Отчет секретаря ОЛЕАЭ. [17 октября 1870 г.] // ЦИАМ. Ф.455. Оп.1. Д.12. Л.182об.
10. Отчет секретаря ОЛЕАЭ. 15 октября 1872 г. // ЦИАМ. Ф.455. Оп.1. Д.12. Л.45об.
11. Письмо Федченко О.А. А.П.Богданову. 4 марта 1874 г. // Архив РАН. Ф.446. Оп.2. Д.674. Л.8об.
12. *Майр Г.* Formicidae / Пер. Е.К.Фреймут // Федченко А.П. Путешествие в Туркестан А.П.Федченко. 1877. Вып.14. Т.II: Зоогеографические исследования. Ч.V // Известия ОЛЕАЭ. 1877. Т.XXVI. Вып.1.
13. *Фреймут Е.К.* Письмо к В.С.Некрасовой // Отдел рукописей РГБ. Ф.196. К.22. Д.13. Л.4.
14. *Некрасова Е.С.* Первые женские курсы в Москве, известные под именем Лубянских // Отечественные записки. 1880. Т.CCLI. С.1—39.
15. *Сабашников М.В.* Записки. М., 1995. С.75.
16. *Кандинская Е.К.* От издательницы // Кандинский В.Х. К вопросу о невменяемости / Издание Е.К. Кандинской. М., 1890. С.I—II.

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.

Над номером работали

Ответственный секретарь

Е.А.КУДРЯШОВА

Научные редакторы

О.О.АСТАХОВА

Л.П.БЕЛЯНОВА

М.Б.БУРЗИН

Е.Е.БУШУЕВА

Т.С.КЛЮВИТКИНА

К.Л.СОРОКИНА

Н.В.УЛЬЯНОВА

О.И.ШУТОВА

С.В.ЧУДОВ

Литературный редактор

Е.Е.ЖУКОВА

Художественный редактор

Т.К.ТАКТАШОВА

Заведующая редакцией

И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА

Младший редактор

Г.С.ДОРОХОВА

Перевод:

С.В.ЧУДОВ

Набор:

Е.Е.ЖУКОВА

Корректоры:

М.В.КУТКИНА

Л.М.ФЕДОРОВА

Графика, верстка:

А.В.АЛЕКСАНДРОВА

Свидетельство о регистрации
№1202 от 13.12.90

Учредитель:

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

Адрес редакции: 119049,
Москва, Мароновский пер., 26
Тел.: (499) 238-24-56, 238-25-77
Факс: (499) 238-24-56
E-mail: priroda@naukaran.ru

Подписано в печать 15.03.2012
Формат 60×88 1/8
Офсетная печать, усл. печ. л. 10,32,
усл. кр.-отт. 67,8 тыс., уч.-изд. л. 12,2
Заказ 68
Набрано и сверстано в редакции

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

www.ras.ru/publishing/nature.aspx

При использовании материалов ссылка на журнал «ПРИРОДА» обязательна.