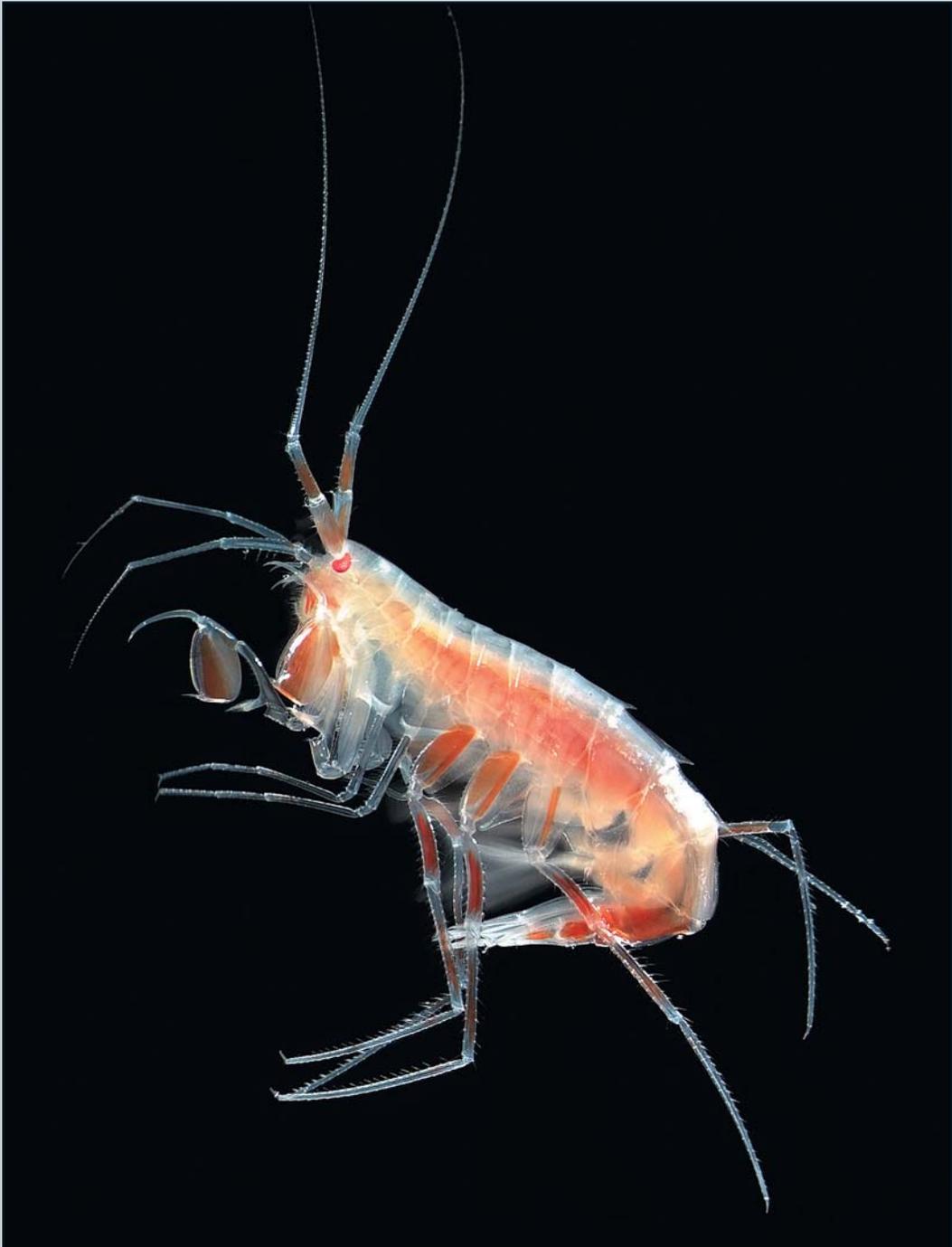


ISSN 0032-874X

# ПРИРОДА

8 16



Главный редактор  
академик, доктор физико-математических наук **А.Ф.Андреев**

Заместитель главного редактора  
доктор физико-математических наук **А.В.Бялко**

доктор биологических наук **А.С.Апт**, доктор геолого-минералогических наук **А.А.Арискин**, член-корреспондент, доктор физико-математических наук **П.И.Арсеев**, **О.О.Астахова**, доктор биологических наук **Ф.И.Атауллаханов**, член-корреспондент, доктор юридических наук **Ю.М.Батурич**, доктор биологических наук **Д.И.Берман**, доктор биологических наук **П.М.Бородин**, **М.Б.Бурзин**, доктор физико-математических наук **А.Н.Васильев**, член-корреспондент, доктор филологических наук **В.И.Васильев**, кандидат биологических наук **М.Н.Воронцова**, доктор физико-математических наук **Д.З.Вибе**, кандидат физико-математических наук, доктор биологических наук **М.С.Гельфанд**, академик, доктор физико-математических наук **С.С.Герштейн**, профессор **А.Глухов** (**A. Glukhov**, США), академик, доктор физико-математических наук **Г.С.Голицын**, доктор химических наук **И.С.Дмитриев**, кандидат биологических наук **С.В.Дробышевский**, академик, доктор физико-математических наук **Л.М.Зеленый**, академик, доктор биологических наук **Н.А.Зиновьева**, академик, доктор биологических наук **А.Л.Иванов**, профессор **Т.Йованович** (**T. Jovanović**, Сербия), доктор биологических наук **С.Л.Киселев**, кандидат географических наук **Т.С.Клювиткина**, член-корреспондент, доктор физико-математических наук **М.В.Ковальчук**, доктор биологических наук **С.С.Колесников**, **Е.А.Кудряшова**, профессор **Е.Куниин** (**E. Koonin**, США), академик, доктор геологоминералогических наук **Н.П.Лаверов**, доктор геолого-минералогических наук **А.Ю.Ленин**, член-корреспондент, доктор биологических наук **В.В.Малахов**, профессор **Ш.Миталипов** (**Sh. Mitalipov**, США), доктор сельскохозяйственных наук **Ю.В.Плугатарь**, доктор физико-математических наук **М.В.Родкин**, академик, доктор биологических наук **Л.В.Розенштраух**, академик, доктор физико-математических наук **А.Ю.Румянцев**, член-корреспондент, доктор биологических наук **Н.И.Санжарова**, доктор физико-математических наук **Д.Д.Соколов**, кандидат физико-математических наук **К.Л.Сорокина**, кандидат исторических наук **М.Ю.Сорокина**, **Н.В.Ульянова**, академик, доктор физико-математических наук **Л.Д.Фаддеев**, академик, доктор биологических наук **М.А.Федонкин**, академик, доктор физико-математических наук **А.Р.Хохлов**, академик, доктор физико-математических наук **А.М.Черепашук**, академик, доктор физико-математических наук **Ф.Л.Черноусько**, член-корреспондент, доктор химических наук **В.П.Шибяев**, **О.И.Шутова**, кандидат биологических наук **А.О.Якименко**, доктор геолого-минералогических наук **А.А.Ярошевский**

НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Амфипода *Eusirus bolmi*, обитающая на нижней (морской) поверхности современного сезонного арктического льда. См. в номере: **Мельников И.А.** *Морская Арктика от П.П.Шишова до наших дней.*

Фото автора

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Поющий самец дубровника. См. в номере: **Колбин В.А.** *Дубровник и клотун: опасные флуктуации численности.*

Фото автора



**В НОМЕРЕ:****3 СЕМЬДЕСЯТ ЛЕТ В ОКЕАНЕ**

К юбилею Института океанологии имени П.П.Ширшова РАН

*В 2016 г. Институт океанологии отмечает свое 70-летие. Его история началась 31 января 1946 г. Именно тогда начала создаваться будущая школа советских океанологов, работы которых признаны сейчас во всем мире.*

**Алехина Г.Н., Ушакова М.Г., Агапова Г.В.**

**Имена ученых и научных судов Института океанологии на карте Мирового океана (6)**

**Мельников И.А.**

**Морская Арктика от П.П.Ширшова до наших дней (15)**

**Бышев В.И., Нейман В.Г., Романов Ю.А.**

**Климатические ритмы теплового режима Мирового океана (26)**

**34 Рыбкина И.Д.**

**Нужны ли Алтаю малые ГЭС?**

*Алтай чрезвычайно богат гидроэнергетическими ресурсами, однако производимая сегодня в Алтайском крае электроэнергия лишь на 2/3 обеспечивает потребности региона. Создание малых гидроэлектростанций может стать тем компромиссным решением, при котором удастся и сохранить благоприятное состояние окружающей среды, и получить дополнительный источник электроэнергии для развития экономики.*

**42 Ткаченко К.Н.**

**Бурые медведи Большого Хехцира**

*В Большехехцирском заповеднике, окруженном многочисленными населенными пунктами, дачами, сельскохозяйственными угодьями и дорогами, бурый медведь приспособился к соседству с человеком. Какова численность зверя, его распространение, окраска, сроки гона, питание, суточная и сезонная активность, взаимоотношения с тигром и человеком?*

**50 Панов Е.Н.**

**Зарождение творчества: загадки неандертальцев**

*Успехи археологов в реконструкции образа жизни африканских пресapiенсов и европейских неандертальцев заставляют поставить под сомнение основные идеи относительно переломных точек интеллектуального прогресса: «выход из Африки» и «сapiенсная революция».*

**Вести из экспедиций****60 Бобров В.В.**

**В царстве летучих драконов**

**Заметки и наблюдения****69 Колбин В.А.**

**Дубровник и клоктун: опасные флуктуации численности**

**Времена и люди****73 Щербаков Р.Н.**

**Если бы было больше Фарадеев...**  
К 225-летию со дня рождения великого физика

**83****Новости науки**

*Компьютерное моделирование взрыва астероида. Галушина Т.Ю. (83). Томограф для микрообъектов (84). Четыре новых химических элемента получили официальные названия (85). Почему исчезли ихтиозавры? Архангельский М.С. (86). Новые открытия из мира новгородского средневековья. Гайдуков П.Г., Олейников О.М. (87).*

**Рецензии****89 Баскин Л.М.**

**Олень его жизни**  
(на кн.: А.А.Данилкин. Косули: биологические основы управления ресурсами)

**94****Новые книги****95****Объявление**

## CONTENTS:

### 3 SEVENTY YEARS IN THE OCEAN

To the Anniversary of P.P.Shirshov  
Institute of Oceanology, RAS

*Institute of Oceanology celebrates its 70th anniversary in 2016. Its history begins on January 31, 1946. Just then the future school of Soviet oceanologists, whose works are recognized throughout the world today, started to evolve.*

**Alekhina G.N., Ushakova M.G.,  
Agapova G.V.**

**Names of Scientists and of Research  
Vessels from Institute of Oceanology  
on the World Ocean Map (6)**

**Melnikov I.A.**

**Marine Arctic from P.P.Shirshov  
to the Present Day (15)**

**Bishev V.I., Neiman V.G., Romanov Ju.A.**

**Climatic Rhythms of World Ocean's  
Thermal Regime (26)**

### 34 Rybkina I.D.

**Does Altai Need Midget  
Power Plants?**

*Altai is extremely rich in hydropower resources, but the electric energy produced in Altai Territory nowadays meets only two-thirds of the region requirements. Creation of midget power plants may become the trade-off decision allowing both to keep the environmental successful state and to get additional source of electric power for economic development.*

### 42 Tkachenko K.N.

**Brown bears of the Big Khekhtsir**

*Brown bears adapted to vicinity to the man in the Bolshekbekhtsirsky Reserve surrounded with many settlements, summer houses, farmlands and roads. What are the bear abundance, distribution, coloration, rutting time, nutrition, daily and seasonal activity, relationships with tigers and humans?*

### 50 Panov E.N.

**The Birth of Art:  
Mysteries of Neanderthals**

*Archaeologists' advances in reconstructing the lifestyle of African pre-sapiens humans and European Neanderthals raise doubts about the basic ideas on the key moments of intellectual progress: «out of Africa» and «sapiens revolution».*

#### Notes from Expeditions

### 60 Bobrov V.V.

**In the Kingdom of Flying Dragons**

#### Notes and Observations

### 69 Kolbin V.A.

**Golden Bunting and Baikal Teal:  
Dangerous Population Fluctuations**

#### Times and People

### 73 Shcherbakov R.N.

**If It Were More Faraday...**  
To the 225th Birthday Anniversary  
of the Great Physicist

### 83

#### Science News

Computer Modeling of Asteroid Explosion. **Galushina T.Ju.** (83). Tomograph of Microobjects (84). Four New Chemical Elements Got Their Official Names (85). Why Did Ichthyosaurs Disappear? **Arkhangelsky M.S.** (86). New Discoveries from the Medieval Novgorod World. **Gaidukov P.G., Oleinikov O.M.** (87).

#### Book Reviews

### 89 Baskin L.M.

**The Deer of His Life**  
(A.A.Danilkin. Roe Deer: Biological Bases  
of Resource Management)

### 94

#### New Books

### 95

#### Advertisement

# Семьдесят лет в океане

К юбилею Института океанологии  
имени П.П.Ширшова РАН

В 2016 г. Институт океанологии имени П.П.Ширшова РАН (ИО РАН) отмечает свое 70-летие. Его история началась 31 января 1946 г., когда Президиум Академии наук СССР постановил организовать на базе существовавшей с 1941 г. Лаборатории океанологии институт. Лаборатория занималась камеральными обобщающими работами по северным морям и анализом материалов, собранных в 1937–1938 гг. участниками экспедиции на первой в мире советской полярной научно-исследовательской дрейфующей станции «Северный полюс-1» – И.Д.Папаниным, П.П.Ширшовым, Е.К.Федоровым, Э.Т.Кренкелем.

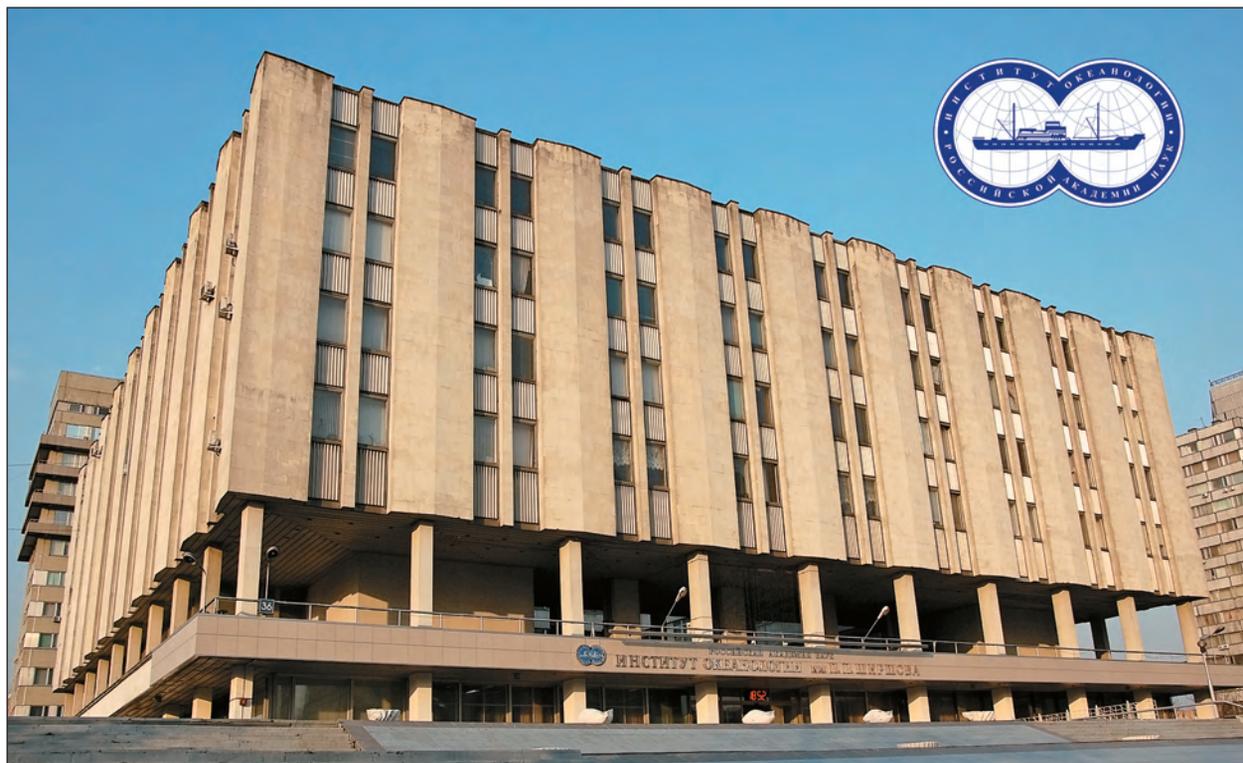
Первоочередными задачами нового института стали разработка теоретических проблем океанологии, проведение исследований океанов и морей с использованием представлений о единстве происходящих в морях и океанах физических, биологических и геологических процессов.

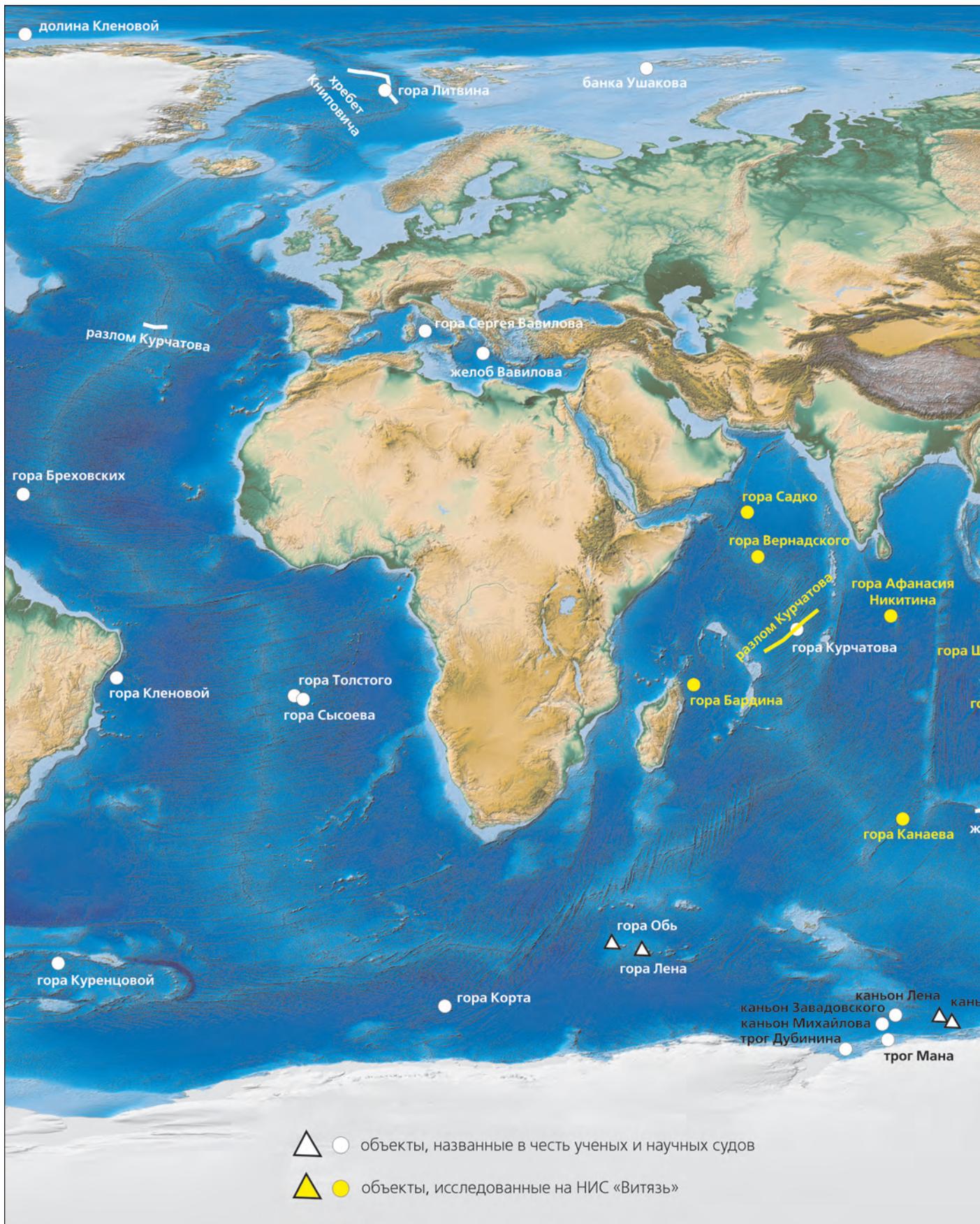
Это был первый в стране океанологический институт в системе Академии наук СССР. В дальнейшем ему присвоили имя его основателя и первого директора – Петра Петровича Ширшова.

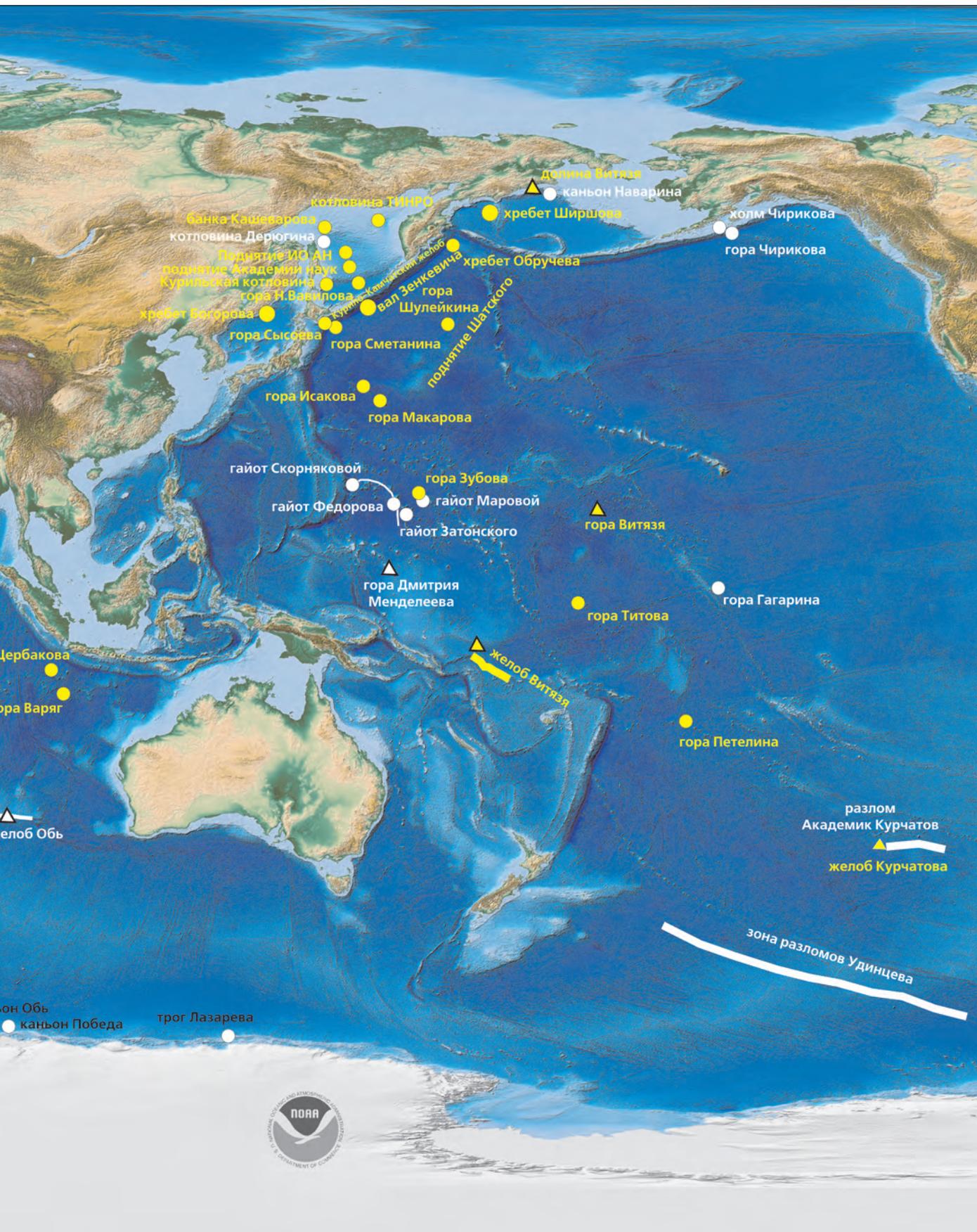
Вновь созданный Институт океанологии АН СССР (ИО АН СССР) нуждался в технически оснащенном флоте. На его организацию были направлены все силы сотрудников. Благодаря их стараниям и постоянной помощи академика Ширшова, который в те годы занимал пост министра морского флота СССР, уже в 1946 г. институт получил в свое распоряжение первое исследовательское судно.

Судно «Марс» водоизмещением 5.7 тыс. т было построено в 1939 г. в Германии, на верфи Бремерхафена. После войны оно по репарациям попало в нашу страну и было передано в распоряжение Академии наук. Его переоборудовали для океанологических работ и назвали «Витязем».

С именем этого легендарного судна связаны многочисленные открытия в морях и океанах. Исследования, проведенные на «Витязе», заложили основы современной отечественной и мировой океанологии. На его борту создавалась будущая школа советских океанологов, работы которых признаны сейчас во всем мире.







# Имена ученых и научных судов Института океанологии на карте Мирового океана

Г.Н.Алехина, М.Г.Ушакова

*Институт океанологии имени П.П.Ширшова РАН*

Г.В.Агапова,

*доктор географических наук*

*Геологический институт РАН*

*Москва*

Во все времена исследования морей и океанов сопровождалось географическими открытиями. И все они обязательно отражались на картах. Вновь открытым и обследованным географическим объектам присваивались названия. Исторически сложилось, что право предлагать их имели первооткрыватели.

За годы экспедиций ученые Института океанологии исследовали множество новых географических объектов, картировали их и давали им имена. Географические названия рельефа дна океана — неотъемлемая часть карт различного

типа и масштаба. Они используются в научных и иных публикациях, в юридических и служебных документах [1].

Почетный полярник, инженер-гидрограф С.В.Попов в своей книге с символичным названием «Автографы на картах» писал: «Имена людей и судов, на которых они плавали, по традиции дают географическим объектам в память свершенных этими людьми и судами конкретных дел» [2].

Названия научных судов ИО РАН увековечены в географических названиях подводных форм. Наш институт располагает уникальным научным флотом. В его основе стояло прославленное научно-исследовательское судно (НИС) «Витязь», в экс-

© Алехина Г.Н., Ушакова М.Г., Агапова Г.В., 2016

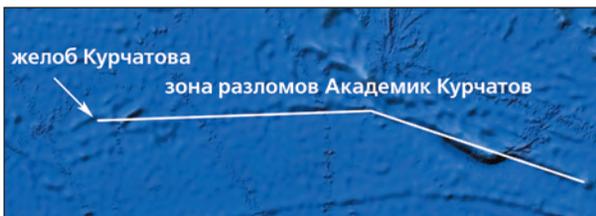
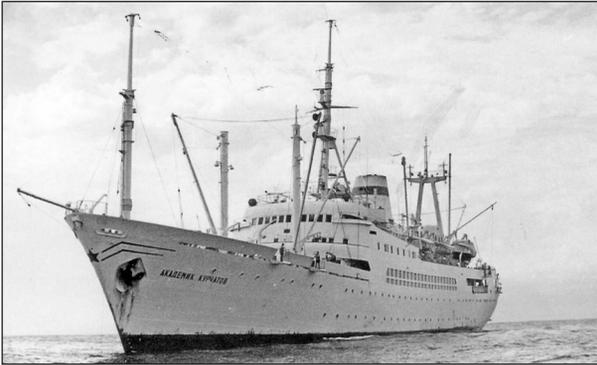


НИС «Витязь» и подводные формы рельефа, названные его именем (сверху вниз): гора Витязь ( $13^{\circ}30'$  с.ш.,  $173^{\circ}30'$  з.д.), желоб Витязь ( $8^{\circ}35'$  ю.ш.,  $167^{\circ}30'$  в.д.), разлом Витязь ( $5^{\circ}30'$  ю.ш.,  $68^{\circ}30'$  в.д.).

педициях которого сделаны величайшие открытия в Мировом океане. Это судно специально переоборудовали для нужд океанологов. Работа проводилась в 1947–1948 гг. на заводах Германии (г.Висмар) и Советского Союза. НИС «Витязь» обеспечили уникальным научным оборудованием, прежде всего это глубоководные лебедки — якорная и траловая, — позволявшие становиться на якорь и вести траление на глубинах до 11 км, и специализированные научные лаборатории [3].

С 1949 по 1979 г. на судне было проведено 65 экспедиций во всех океанах, пройдено более 800 тыс. морских миль, выполнено 7943 научных станций. Это время в мировой океанологии называют эпохой «Витязя».

Научные исследования начались в дальневосточных морях: Охотском, Беринговом, Японском (1949–1955). Наступило время первых географических открытий нового института. В 1955 г. НИС «Витязь» вышло в океан. Работы проводились по



Географические объекты, названные именами судов ИО РАН: желоб Курчатова ( $37^{\circ}00'$  ю.ш.,  $130^{\circ}30'$  з.д.), зона разломов Академик Курчатов ( $37^{\circ}00'$  ю.ш.,  $120^{\circ}40'$ – $130^{\circ}30'$  з.д.), подводная гора Дмитрий Менделеев ( $4^{\circ}52'$  с.ш.,  $154^{\circ}58'$  в.д.).



Подводные формы рельефа, которые носят имена дизель-электроходов «Обь» и «Лена»: желоб Обь ( $32^{\circ}29'$  ю.ш.,  $98^{\circ}02'$  в.д.), подводные горы Лена ( $52^{\circ}23'$  ю.ш.,  $41^{\circ}27'$  в.д.) и Обь ( $52^{\circ}56'$  ю.ш.,  $44^{\circ}15'$  в.д.).

## Географические объекты дна океана, названные в память основателей и первых руководителей ИО АН СССР


**Петр Петрович Ширшов**  
(1905–1953)

Гидролог, доктор географических наук, академик АН СССР. Участник полярной научно-исследовательской экспедиции на дрейфующей станции «Северный полюс-1». Герой Советского Союза. Первый директор института (1946–1953).

Хребет Ширшова в Беринговом море (59°00' с.ш., 170°30' в.д.) открыт и обследован в 8-м и 16-м рейсах НИС «Витязь».


**Вениамин Григорьевич Богоров**  
(1904–1971)

Биолог-океанолог, доктор биологических наук, член-корреспондент АН СССР, лауреат Государственной премии СССР. Один из основателей института, первый заместитель директора по науке, заведующий лабораторией планктона. Возглавлял несколько первых рейсов НИС «Витязь».

Хребет Богорова в Японском море (42°40' с.ш., 136°20' в.д.) открыт в 6-м рейсе НИС «Витязь».


**Георгий Алексеевич Ушаков**  
(1901–1963)

Географ, доктор географических наук, почетный полярник, действительный член Географического общества СССР. Первый исследователь архипелага Северная Земля и о.Врангель. Один из основателей института, первый заместитель директора по экспедициям (1946–1948). Инициатор создания НИС «Витязь».

Банка Ушакова в Баренцевом море (79°18' с.ш., 46°24' в.д.) названа Геологическим институтом РАН.





**Николай Николаевич Сысоев**  
(1909–1964)

Инженер-океанолог, основоположник технической океанологии, лауреат Государственной премии СССР. Один из основателей института, заместитель директора (1951–1963). Руководил работами по техническому оснащению НИС «Витязь».

Гора Сысоева в Атлантическом океане ( $15^{\circ}25'$  ю.ш.,  $6^{\circ}27'$  з.д.) обследована НИС «Академик Курчатов», названа Институтом геохимии и аналитической химии имени В.И.Вернадского РАН.



**Лев Александрович Зенкевич**  
(1889–1970)

Биолог, доктор биологических наук, академик АН СССР, лауреат Государственной и Ленинской премий СССР. Создатель отечественной школы морской биологии. Один из основателей института, заведующий лабораторией бентоса.

Вал Зенкевича в Тихом океане ( $42^{\circ}30'$ – $46^{\circ}30'$  с.ш.,  $150^{\circ}00'$ – $157^{\circ}00'$  в.д.) открыт в рейсе НИС «Витязь» в 1953 г.



**Алексей Дмитриевич Добровольский**  
(1907–1990)

Океанолог, доктор географических наук, почетный полярник, лауреат Государственных премий СССР. «Классик физической океанологии». Один из основателей института, заведующий отделом физической океанологии.

Гора Добровольского в Атлантическом океане ( $30^{\circ}13'$  ю.ш.,  $3^{\circ}09'$  в.д.) открыта на НИС «Эврика» в 1975 г., названа Всероссийским научно-исследовательским институтом рыбного хозяйства и океанологии.





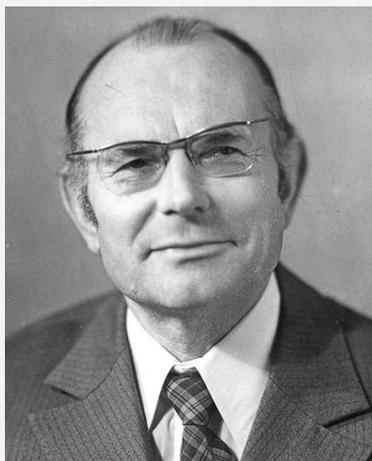
**Владимир Григорьевич Корт**  
(1913–1994)

Океанолог, доктор географических наук, член-корреспондент АН СССР. Один из организаторов Межправительственной океанографической комиссии ЮНЕСКО. Директор института (1953–1965). Руководитель первой экспедиции института в Антарктиду.

Гора Корта в Атлантическом океане ( $62^{\circ}03'$  ю.ш.,  $15^{\circ}13'$  в.д.) открыта на НИС «Зубов» в 1968 г., названа в 2005 г. Главным управлением навигации и океанографии МО РФ (ГУНИО).



**Географические объекты дна океана, которые носят имена сотрудников ИО АН СССР**



**Леонид Максимович  
Бреховских** (1917–2005)

Гидроакустик, доктор физико-математических наук, академик АН СССР, лауреат Государственных и Ленинской премий СССР. Первый директор Акустического института АН СССР. В Институте океанологии руководил сектором акустики океана (1979–2005).

Гора Бреховских в Атлантическом океане ( $14^{\circ}51'$  с.ш.,  $48^{\circ}44'$  з.д.) открыта на НИС «Академик Николай Страхов», названа Геологическим институтом РАН.

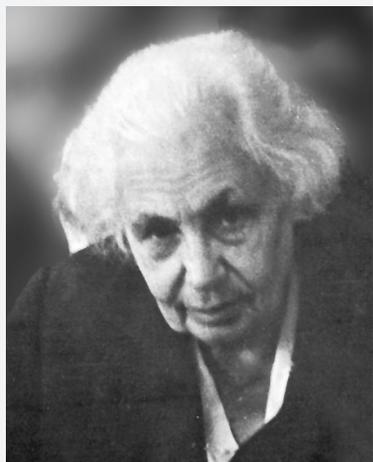


**Константин Николаевич  
Федоров** (1927–1988)

Физик-океанолог, доктор физико-математических наук, член-корреспондент АН СССР. Был директором Службы океанографии ЮНЕСКО. В институте заведовал лабораторией экспериментальной физики океана (с 1974 г.), руководил отделом экспериментальной и космической океанологии (с 1979 г.).

Гайот Федорова в Тихом океане ( $14^{\circ}07'$  с.ш.,  $156^{\circ}11'$  в.д.) открыт на НИС «Академик Мстислав Келдыш», назван ИО РАН.





**Мария Васильевна Кленова**  
(1898–1976)

Геолог, доктор геолого-минералогических наук. Создатель школы по изучению донных отложений в морских водоемах; основоположник отечественной морской геологии. Работала в институте в отделе морской геологии (с 1955 г.).

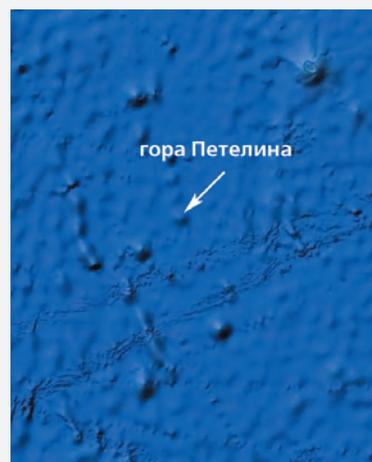
Долина Кленовой в Северном Ледовитом океане ( $85^{\circ}19'$  с.ш.,  $45^{\circ}50'$  з.д.) открыта Гидрографической экспедицией Северного флота СССР, названа ГУНИО.



**Вениамин Петрович Петелин**  
(1912–1970)

Геолог, кандидат геолого-минералогических наук. Был членом международной рабочей группы Научного комитета по исследованию океана (SCOR). Работал в институте в отделе морской геологии (с 1948 г.). Внес большой вклад в организацию океанологических работ на НИС «Витязь».

Гора Петелина в Тихом океане ( $22^{\circ}49'$  ю.ш.,  $160^{\circ}51'$  в.д.) открыта в 48-м рейсе «Витязя», названа ИО РАН.



**Надежда Сергеевна Скорнякова**  
(1924–1995)

Геолог, доктор геолого-минералогических наук. Основательница отечественного учения о рудных полезных ископаемых дна Мирового океана. Работала в институте в отделе морской геологии (с 1955 г.) и лаборатории геологии твердых полезных ископаемых океана (с 1981 г.).

Гайот Скорняковой в Тихом океане ( $16^{\circ}52'$  с.ш.,  $149^{\circ}53'$  в.д.) открыт на НИС «Геленджик», назван Южморгеологией.



## Географические объекты дна океана, названные в честь геоморфологов и картографов ИО АН СССР


**Глеб Борисович Удинцев**  
(1923 г.)

Геоморфолог, доктор географических наук, член-корреспондент РАН. Один из руководителей международного проекта «Генеральная батиметрическая карта океанов». В институте заведовал лабораторией тектоники и геофизики дна океана (1965–1976).

Зона разломов Удинцева в Тихом океане ( $54^{\circ}00' - 59^{\circ}00'$  ю.ш.,  $131^{\circ}00' - 150^{\circ}00'$  з.д.), название дано Scrippsовским институтом океанографии (США).


**Виктор Филиппович Канаев**  
(1923–1974)

Геоморфолог, доктор географических наук. В институте заведовал лабораторией геоморфологии океана. Под его руководством составлены батиметрические и геоморфологические карты Индийского океана.

Гора Канаева в Индийском океане ( $33^{\circ}07'$  ю.ш.,  $84^{\circ}50'$  в.д.) открыта в 35-м рейсе НИС «Витязь», названа ИО АН.


**Владимир Михайлович Литвин**  
(1932–2001)

Морской геоморфолог, доктор географических наук, полярный исследователь. Автор батиметрических и геоморфологических карт морей и океанов. Работал в Атлантическом отделении института (1966–1986), заведовал лабораторией геоморфологии и тектоники Атлантики (с 1980 г.).

Гора Литвина в Атлантическом океане ( $77^{\circ}42.1'$  с.ш.,  $6^{\circ}43.5'$  в.д.) обследована на НИС «Академик Николай Страхов», названа Российской академией наук.



фото найти  
не удалось

**Леонид Константинович  
Затонский** (1925–2002)

Картограф. Автор батиметрических карт и публикаций по морской картографии. Создатель (совместно с Л.Я.Будановой) всемирно известной эмблемы института.

Гайот Затонского в Тихом океане (12°46' с.ш., 157°50' в.д.) открыт на НИС «Геленджик», назван Южморгеологией.



**Наталья Абрамовна Марова**  
(1933–2001)

Картограф, геоморфолог, кандидат географических наук. Член Межведомственной комиссии по географическим названиям. Автор метода построения физиографических карт с помощью каркаса. Работала в институте с 1956 г., занималась изучением подводных вулканических гор.

Гайот Маровой в Тихом океане (14°51.2' с.ш., 160°30.1' в.д.) открыт на НИС «Геленджик», назван Южморгеологией.



следующим программам: Международного геофизического года, Международной индоокеанской экспедиции, советско-американского эксперимента «ПОЛИМОДЕ» (название образовано от предшествующих экспериментов — советского Полигон-70 и американского MODE-1) и др.

Завершило свою деятельность экспедиционное судно в Средиземном море. О научных достижениях, полученных в рейсах, написаны многочисленные труды, монографии, статьи на многих языках мира, созданы карты морей и океанов.

В научный флот Института океанологии кроме «Витязя» входили и другие легендарные для своего времени суда: «Академик Курчатов» (1966) [4], «Дмитрий Менделеев» (1968) [5], «Профессор Штокман» (1979), «Академик Мстислав Келдыш» (1981). Корабли оснащались современными навигационными системами, научными приборами

и оборудованием для комплексных экспедиционных исследований. Позже появились новый «Витязь IV» (1981) и оборудованные современной акустической аппаратурой суда «Академик Сергей Вавилов» (1988) и «Академик Иоффе» (1988).

Имена этих знаменитых научно-исследовательских судов присвоены многим географическим объектам на дне океана: гора, желоб и хребет Витязь — в Тихом океане; разлом Витязь, горы 35-го рейса и 35–36-го рейсов «Витязя» — в Индийском океане; зона разломов Академик Курчатов, желоб Курчатова и подводная гора Дмитрий Менделеев — в Тихом океане. Крупнейшее газоконденсатное месторождение в Баренцевом море называется Штокмановским.

Международная антарктическая экспедиция (1955–1958) стала крупнейшим мероприятием Международного геофизического года, в рамках

которой проводилась Советская антарктическая экспедиция. Тогда было сделано много открытий подводного рельефа дна Южного континента.

На картах антарктической части Индийского океана появились имена дизель-электроходов «Обь» и «Лена» — судов первой Советской антарктической экспедиции. На них проводили исследования приантарктической части Тихого и Индийского океанов сотрудники ИО АН СССР под руководством В.Г.Корта [6]. В Индийском океане существуют желоб Обь и подводные горы Лена и Обь, а на шельфе Антарктиды — каньоны Лена и Обь.

В географических названиях подводных форм рельефа дна Мирового океана увековечены имена сотрудников Института океанологии [7]. Самое большое его богатство — люди: ученые и инженеры. Талантливые, любознательные, интересные, стремящиеся вперед и всегда молодые. В.Г.Богоров, один из основателей института и первый заместитель директора по науке, говорил: «В институте нет адмиралов и генералов — все полковники» [3].

Великие географические открытия подводного рельефа начались в середине XX в. За короткий период были обнаружены и отражены на картах почти все крупные элементы дна Мирового океана.

Сотрудники Института океанологии участвовали в существовавшей Межведомственной комиссии по географическим названиям и Международной группе по названиям подводного рельефа Мирового океана. Традиционно в экспедициях новым открытым и обследованным формам рельефа дна океана названия давали сотрудники института [6, 8]. На дне морей и океанов появились структуры, названные именами известных ученых, — хребты Книповича, Обручева, Шатского, горы Бардина, Николая Вавилова и Сергея Вавилова, Вернадского, Зубова, Сметанина, Шулейкина, Щербакова; гора и зона разломов Курчатова; желоб и котловина Дерюгина. Крупные формы подводного рельефа в Охотском море названы и в честь организаций и институтов, проводивших там геолого-геофизические исследования: хребет Академии наук, возвышенность ИОАН, впадина ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследователь-

ского института рыбного хозяйства и океанографии). Имена капитанов экспедиционных судов также увековечены в подводном рельефе — например, трог Мана. Многие подводные структуры названы в честь великих мореплавателей: это горы Макарова и Афанасия Никитина, желоб Лазарева. На дне существуют горы Льва Толстого, Гагарина и Титова.

Здесь приведен лишь неполный перечень географических объектов, открытых экспедициями Института океанологии на дне Мирового океана.

Россия давно и активно ведет исследования в своих морях и открытом океане. До революции крупные российские океанографические экспедиции проводились по инициативе правительства или Русского географического общества (РГО). Имена, предлагаемые для вновь открытых объектов, рассматривались на заседаниях РГО и утверждались лично Императором. После 1917 г. утверждать такие названия стала Академия наук СССР.

Систематизация географических названий подводного рельефа проходит в рамках постоянно действующей программы Генеральной батиметрической карты океанов (ГЕБКО) Межправительственной океанографической комиссии (МОК) и международной гидрографической организации (МГО). Все помещенные в 5-м издании ГЕБКО названия включены в Газетир (Географический справочник). В 2003 г. на праздновании столетия ГЕБКО был представлен Цифровой атлас ГЕБКО-2003\*, который постоянно изменяется и на данный момент содержит более 3500 наименований. Газетир пополняется не только названиями вновь открытых форм рельефа, но и теми, которые давно используются в национальных изданиях и соответствуют принятым правилам. Хочется отметить важность представления российских названий из существующих карт, статей и отчетов отечественных экспедиций в МГО. Их закрепление на международном уровне позволит сохранить приоритет российских исследований в Мировом океане [1, 8]. ■

\* Газетир ГЕБКО ([www.gebco.net/data\\_and\\_products/undersea\\_feature\\_names](http://www.gebco.net/data_and_products/undersea_feature_names)).

## Литература

1. Агапова Г.В., Добролюбова К.О., Турко Н.Н. Географические названия рельефа дна Мирового океана // Материалы Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Д.Г.Панова. Ростов-на-Дону, 2009. С.9–11.
2. Попов С.В. Автографы на картах. Архангельск, 1990.
3. Научно-исследовательское судно «Витязь» и его экспедиции (1949–1979 гг.). М., 1983
4. Кузнецов О.А., Буренин В.В. Научно-исследовательское судно «Академик Курчатова» и его экспедиции 1961–1991 гг. М., 2000.
5. Кузнецов О.А., Алейник Д.Л. Научно-исследовательское судно «Дмитрий Менделеев» и его экспедиции 1969–1993 гг. М., 2002.
6. Институт океанологии им.П.П.Ширшова: полвека изучения Мирового океана. М., 1999.
7. Ученые Института океанологии им.П.П.Ширшова Российской академии наук. М., 2006.
8. Агапова Г.В., Виноградова Н.В., Кашникова И.П. Словарь географических названий форм подводного рельефа. М., 1992.

# Морская Арктика

## от П.П.Ширшова до наших дней

И.А.Мельников

В данной статье изложение исследований морской Арктики, в которой дрейфующие льды играют ключевую роль (они поддерживают климатический баланс между океаном и атмосферой), поделено на два временных раздела: до потепления — время доминирования многолетних льдов (от П.П.Ширшова до конца XX в.), и с начала активного таяния льда — время доминирования сезонных льдов (XXI в.). Почему от Ширшова? С мая 1937-го по март 1938 г. он со своими товарищами по дрейфу, И.Д.Папаниным, Е.К.Федоровым и Э.Т.Кренкем, совершил историческую миссию в Северном Ледовитом океане. Полярники выполнили первую в истории освоения Арктики комплексную научную программу по изучению метеорологии, физики, биологии и геологии этого труднодоступного района Мирового океана. Среди разнообразных научных задач, которые решались в период дрейфа станции «Северный полюс» («СП»), было изучение жизни, развивающейся в водно-ледовой среде в Центральном Арктическом бассейне — районе, постоянно покрытом мощными дрейфующими льдами. Эти исследования вел Ширшов — будущий основатель Института океанологии, носящего его имя.

### Исследования до конца XX в.

Петр Петрович ко времени высадки экспедиции «СП-1» на лед уже имел богатый опыт работы в Арктике: на его счету были переходы по Северному морскому пути на пароходах «Сибиряков» и «Челюскин», несколько экспедиций в северные моря, где он собирал и обрабатывал пробы ледовой и планк-



**Игорь Алексеевич Мельников**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник Института океанологии имени П.П.Ширшова РАН. Область научных интересов — биологические сообщества экосистемы морских льдов Арктики и Антарктики. Участник многочисленных высокоширотных экспедиций. Почетный полярник. Кавалер ордена Трудового Красного Знамени. Неоднократно публиковался в «Природе».

**Ключевые слова:** Арктика, дрейфующие льды, биологические сообщества.  
**Key words:** Arctic, drifting ices, biological communities.

тонной флоры. Специалист в области планктонологии, он кроме своих основных гидробиологических задач на «СП-1» выполнил обширную программу по изучению закономерностей дрейфа льдов, подледных течений, гидрологического режима водных масс, рельефа дна. Так, удалось зарегистрировать целый ряд небольших петель дрейфа льда диаметром 1–2 км, а также противотечения, возникающие на небольшой глубине подо льдом после смены направления дрейфа. Подобное движение льда обеспечивает постоянное обновление подледного слоя воды и способствует обогащению его питательными веществами, необходимыми для жизнедеятельности водорослей. Во время дрейфа отбирались пробы воды и льда для изучения состава и распределения флоры и фауны. Обработка зоологической коллекции показала, что в высоких широтах Арктики, как и в других районах Мирового океана, в зоопланктоне преобладают копеподы. Кроме них в планктоне были обнаружены радиолярии, сифонофоры, остракоды, амфиподы и аппендикулярии. Установлено, что вегетация водорослей в центральной части Арктического бассейна начинается в июле, после того как стаивает снег и через лед проникает достаточное для фотосинтеза количество света. Продолжительность ве-

гетации составляет около одного месяца. Среди водорослей преобладают диатомовые — как планктонные, так и бентосные формы. Полученные на «СП-1» результаты опровергли устойчиво существовавшее в то время мнение об исключительной бедности жизни в Арктическом бассейне [1–3].

Работу Ширшова на «СП-1» трудно переоценить. Его исследования в Центральном Арктическом бассейне и сегодня служат образцом для любого естествоиспытателя. Трудности быта, сложность ледовой обстановки и постоянные опасности, подстерегающие первопроходцев в Арктике, придали работе Петра Петровича и другую ценность, сделав ее образцом и примером мужества и самоотдачи ученого делу науки. Впоследствии Ширшов сделал чрезвычайно много для развития океанологии в нашей стране. Достаточно упомянуть только имя его детища — Института океанологии АН СССР и имя легендарного научно-исследовательского судна «Витязь». Многие, что успел Петр Петрович осуществить за свою короткую, но яркую и многостороннюю жизнь, навсегда сохранит ему почетное место среди российских океанологов.

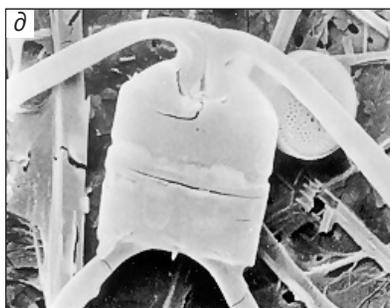
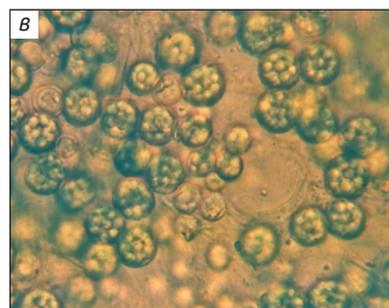
Великая Отечественная война на целое десятилетие прервала научные исследования в Арктике.



П.П. Ширшов перед вылетом на «СП-1» (март 1937 г.).

В послевоенные годы работы в Центральном Арктическом бассейне возобновились на дрейфующих станциях «Северный полюс». Научная тематика тех лет была связана в основном с решением гидрометеорологических задач: исследовались состав и структура водных масс глубоководного бассейна, толщина и направление дрейфа льда, взаимодействия в системе вода—лед—атмосфера и др. Проводились измерения глубин океана, в результате которых были открыты хребт Ломоносова и поднятие Менделеева. К сожалению, биологическая тематика на дрейфующих станциях «Северный полюс» отсутствовала вплоть до середины 70-х годов прошлого века, когда мне посчастливилось продолжить работу, начатую Ширшовым.

Исследования начались в мае 1975 г. на дрейфующей станции «СП-22» у Полюса относительной недоступности, а затем продолжились на дрейфующих станциях «СП-23 и -24» до 1981 г. Наблюдения охватывали три годовых цикла, включая и период полярного дня и ночи. Во всех случаях применялся экосистемный подход при изучении состава, структуры и функционирования биологических сообществ. Изучались биогидрохимические характеристики льда и тонкого кон-

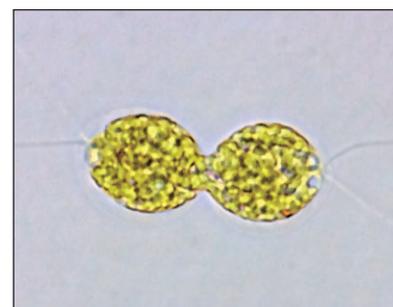
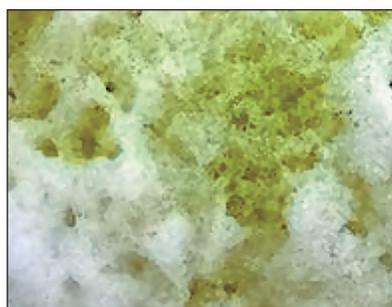
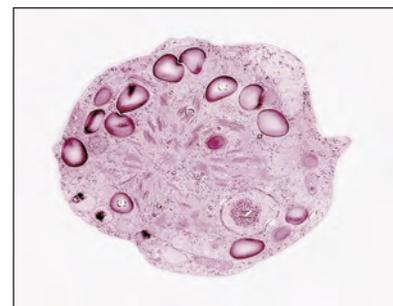


Верхняя (снежная) поверхность льда — зона обитания пресноводных водорослей (а—в), а нижняя — морских (z—e): а — *Ancylonema*, б — *Stigonema*, в — *Koliella*, z — *Dictyocha speculum*, д — *Chaetoceros*, e — *Nitzschia* sp.

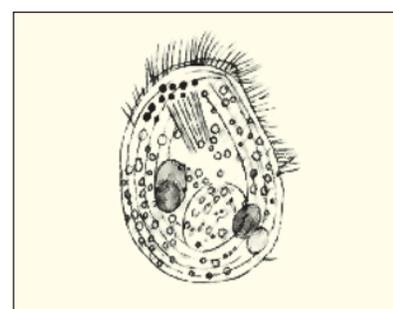
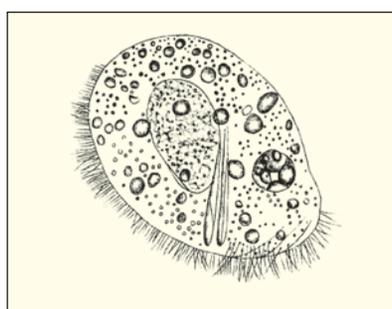
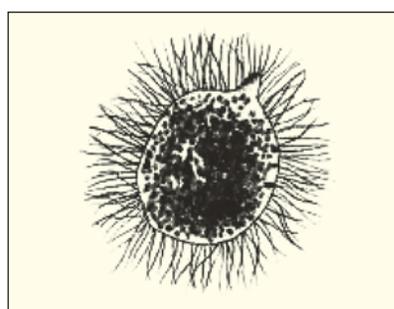
тактного слоя вода—лед; состав и распределение ледовой флоры и фауны; процессы, определяющие их развитие в толще льда и на его поверхности; видовой и возрастной состав фито- и зоопланктона, их пространственно-временная изменчивость; органические и минеральные компоненты морской воды и льда; состав и количественное распределение бентоса, придонной и пелагической фауны рыб. Важно отметить единство подходов при организации полевых работ и при выборе методов отбора проб и лабораторной обработки собранных материалов, что в конечном счете позволило сравнивать качественные и количественные характеристики получаемых данных. Основные результаты исследований различных компонентов экосистемы пелагиали в Центральном Арктическом бассейне за тот период были обобщены и опубликованы в сборнике, посвященном памяти Петра Петровича [4].

Арктический дрейфующий лед представляет собой систему, которая реагирует на любые колебания температуры воздуха изменением толщины. Чем ниже температура, тем с большей скоростью идет нарастание, а следовательно, увеличе-

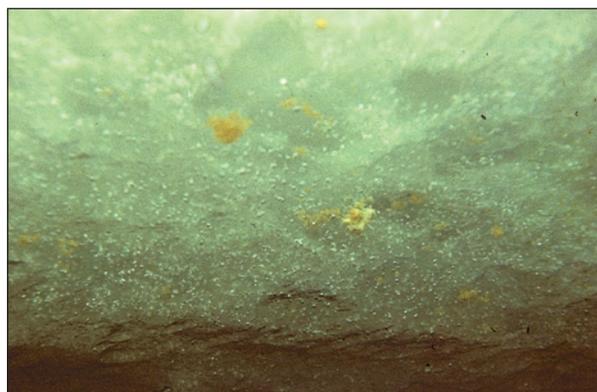
ние мощности льда; и наоборот: с повышением температуры скорость ледообразования уменьшается, и постепенно за счет таяния сверху уменьшается его толщина. Такая термодинамическая реакция способствует поддержанию средней равновесной толщины льда в бассейне [5], а также сохранению постоянной температуры поверхност-



Пресноводные водоросли *Chlamidomonas nivalis*, развивающиеся на снегу и окрашивающие его поверхность в красный или зеленый цвет, в зависимости от содержания пигмента в клетке водорослей.



Обитатели толщ льда — простейшие (верхний ряд; рисунки Ф.Нансена, 1906 г.) и беспозвоночные (нижний ряд, слева направо): *Nematoda*, *Copepoda*, *Amphipoda*.



Развитие диатомовых скоплений *Melosira arctica* на нижней поверхности льда (вверху; лето 1974 г., «СП-22») и агрегация планктоно-бентосного типа под нижней поверхностью льда (внизу; лето 1977 г., «СП-23»).

ных вод. Это одно из самых характерных свойств льда в Арктике, которое в определенном смысле можно сравнить с ролью кожи у теплокровных животных. Забегая вперед, отметим, что такая реакция льда на поддержание средней равновесной толщины была возможна только в условиях квазистационарного климата, когда потепление в Арктике еще не наблюдалось.

Как для самого льда, так и для пограничного слоя вода—лед характерен постоянный специфический состав флоры и фауны. Несмотря на подвижность и сезонную физико-химическую изменчивость, лед в масштабах бассейна сохраняет постоянство биотопически связанных с ним организмов. В их распределении наблюдается четкая вертикальная зональность. Для ледовой толщи и пограничных поверхностей характерен специфический состав флоры и фауны, развитие которых определяется действием факторов внешней среды. При переходе от снежно-ледяного покрова к нижней (морской) поверхности льда меняется качественный состав организмов. На верхней (снежной) поверхности в период летнего таяния развивается снежная флора, в которой доминирующую роль играют *C.nivalis*, придающие окраску снегу в зависимости от содержания пигмента, а в слоях, пограничных с морской водой, — диатомовые водоросли, простейшие и беспозвоночные животные.

В верхних частях толщи льда обитают пресноводные водоросли, главным образом рода *Chlorella*, а в слоях, пограничных с морской водой, — диатомовые. Морская поверхность льда — зона обитания криопелагической флоры и фауны, насчитывающих более 100 видов водорослей и около 50 видов беспозвоночных животных.

Таким образом, в пределах вертикальной структуры льда выявлено два развивающихся независимо друг от друга биологических сообщества: составленное из пресноводных водорослей и из морских, главным образом диатомовых. Стабильность такой системы поддерживается лишь в пределах Центрального Арктического бассейна. После выноса льда за его пределы (например, в Северную Атлантику, где лед тает) все организмы попадают в воду и там включаются в трофические сети локальных биоценозов. Принимая во внимание крупный масштаб этого явления (ежегодный вынос льда в Северную Атлантику составляет 1.25 млн км<sup>2</sup>), можно предполагать, что тающие льды оказывают большое влияние на биологическую продуктивность бореальных атлантических вод.

Исследования, выполненные в 1975–1981 гг., позволили описать морской лед как целостную экологическую систему Центрального Арктического бассейна, устойчивую в пространстве и во времени [6].

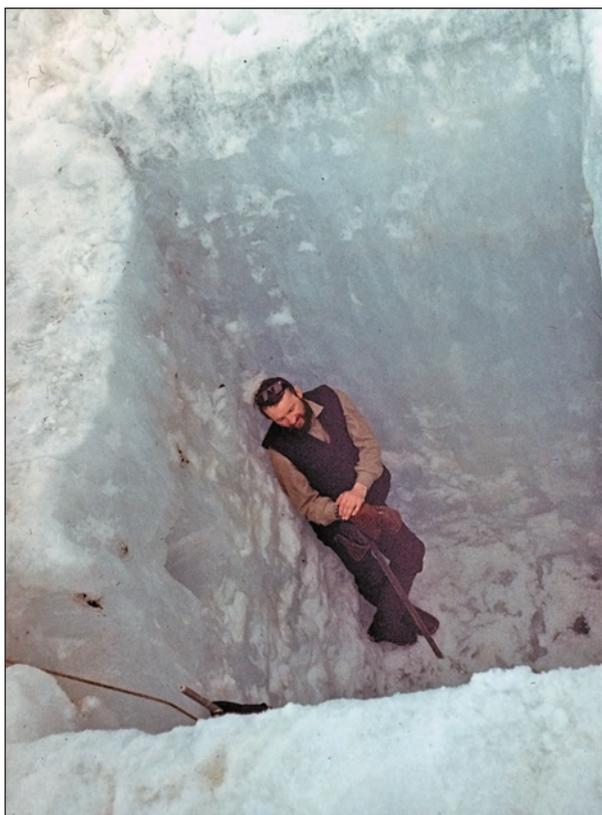
## Исследования с начала XXI в.

Так сложилось в моей жизни, что после завершения обработки результатов исследований в Арктике меня увлекла прелестная Антарктика, где я долгое время занимался аналогичной ледовой тематикой. Лишь спустя 15 лет мне удалось вновь вернуться к арктическим дрейфующим льдам. Это случилось в 1997–1998 гг., когда состоялась международная экспедиция SHEBA (Surface Heat Budget in the Arctic Ocean) в море Бофорта, где в течение года мы наблюдали за состоянием физико-химических и биологических компонентов морского дрейфующего льда. С того момента начинаются драматические события, связанные с изменением состава, структуры и функционирования биологических сообществ морского льда вследствие климатических факторов.

Прежде всего, были выявлены заметное сокращение доли многолетних льдов и уменьшение их толщины, распреснение поверхностных вод, контактирующих со льдом, и (вероятно, как следствие) изменения в видовом составе биологических сообществ, населяющих лед. Исчезли нематоды и турбеллярии, обитавшие в толще льда, а также амфиподы в зоне контакта вода–лед, сменился качественный и количественный состав водорослей, особенно пеннатных и центрических диатомей. Последующие наблюдения в экспедициях

«Арктика-2000» и ICSEX-2003 подтвердили эти факты. Закономерно возник вопрос, локальны ли наблюдаемые изменения в Канадском секторе Северного Ледовитого океана, или они распространяются на весь океан в целом? Несомненно, этот вопрос имел глобальный характер, поскольку данный район с его морским ледовым покровом играет ключевую роль в климатической природе Арктики, и ответ на него следовало искать в кооперации на международном уровне. Так естественно совпало время вопроса с временем проведения Международного полярного года, в рамках которого выполнялись исследования по проекту Панарктической ледовой дрейфующей экспедиции (ПАЛЭКС). В околополюсном районе проводились измерения физических, химических и биологических параметров водной среды и морского льда\*. Этот район выбрали по двум причинам. Во-первых, многолетние морские льды, формирующиеся на акваториях в восточных районах Северного Ледовитого океана (например, в Канадском секторе), попадают в Трансарктический дрейф и выносятся из Центрального Арктического бассейна, главным образом через Северный полюс в пролив Фрама. При организации здесь мезомасштабных наблюдений можно получать данные, характеризующие состояние водно-ледовой

\* [www.paicex.ru](http://www.paicex.ru)



Толщина льда: многолетнего (слева; июль 1977 г., «СП-23») и сезонного (справа; апрель 2005 г., «СП-35»).

экологической системы, которая ранее сформировалась в восточных районах бассейна, откуда лед вынесен Трансарктическим дрейфом к полюсу. Толщина снежного и ледового покровов, их физико-химические характеристики, данные о видовом составе ледовой биоты в целом могут служить индикаторами изменений и рассказать о состоянии экосистемы морского льда и поверхностного слоя воды в условиях современного потепления. Во-вторых, для проведения крупномасштабной (например, гидрофизической) съемки необходимо иметь не одну, а несколько ледовых платформ, на которых можно выполнять многофункциональное океанологическое исследование. Именно использование нескольких платформ дает возможность получать статистически значимую информацию о мезомасштабных процессах в центральных районах Северного Ледовитого океана.

Платформой для исследований послужила дрейфующая ледовая база «Барнео». Ее ежегодно в апреле организует в околополюсном районе экспедиционный центр «Полюс» Российского географического общества\*. Полевые работы происходили в четырех ледовых лагерях, находящихся друг от друга на расстоянии 25–30 км. Каждому лагерю присвоили имя одного из выдающихся соотечественников — первопроходцев Арктики. Центральный лагерь назвали «Иваном» — в честь Папанина, восточный — «Евгением» — в честь Федорова, южный лагерь получил имя Ширшова — «Петр», а западному дали имя Кренкеля — «Эрнест». Мобильной группе, проводившей измере-

ния толщины льда, присвоили имя выдающегося норвежского полярника Нансена — «Фритьоф». В каждом стационарном лагере работали научные отряды, выполнявшие синхронные полевые исследования по единой программе.

Что нового и важного удалось выявить в экспедиции ПАЛЭКС (2007–2011) в апреле 2007 г.? Было установлено, что:

- средняя толщина льда составила 180 см. Из 147 выполненных измерений льды с толщиной более 2.5 м встречались только три раза. Это указывает на то, что в ледовом покрове Северного Ледовитого океана произошла смена преобладающих многолетних льдов сезонными;

- средняя глубина залегания верхней границы атлантических вод стала на 30 м выше по сравнению с климатическими данными, что свидетельствует об увеличенном теплосодержании атлантических вод в полюсном районе;

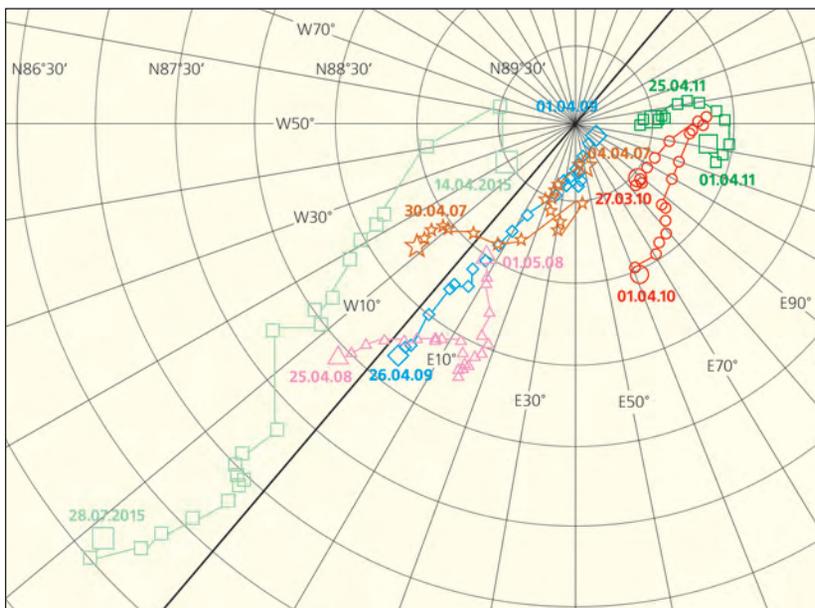
- произошло накопление органических хлорофилл-содержащих частиц на границе раздела водных слоев с различной плотностью;

- межвидовое соотношение доминирующих видов зоопланктона сохранилось, но общая численность животных значительно различалась, что может быть связано с пространственной неоднородностью в распределении планктона по глубине.

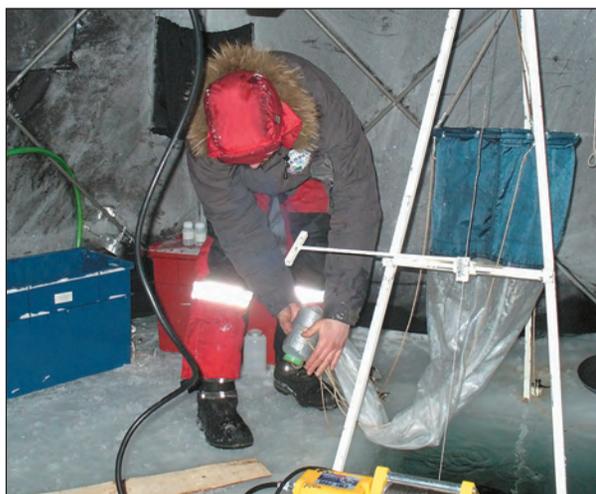
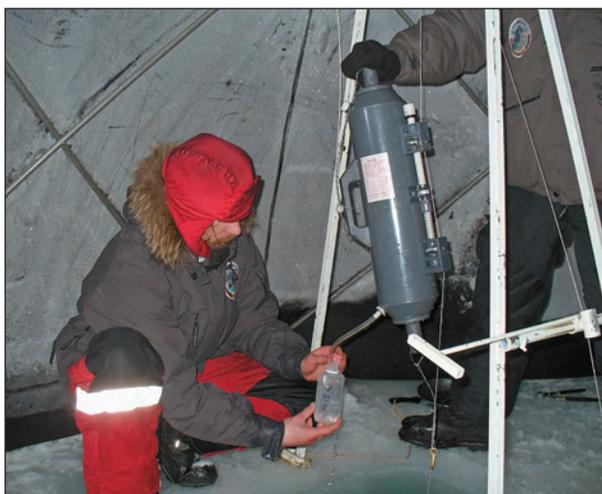
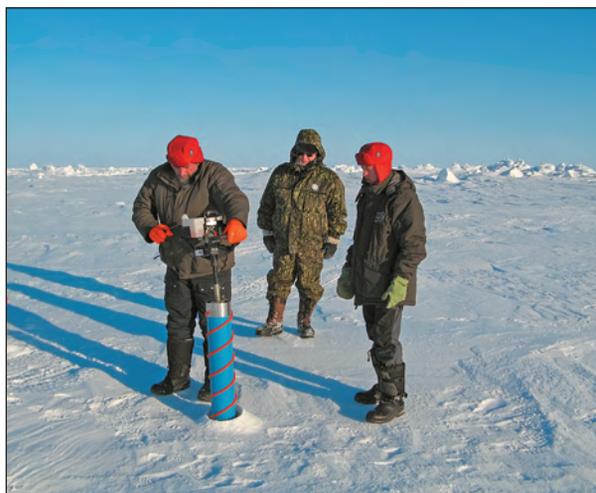
Исследования, выполненные по проекту ПАЛЭКС, показали, что получаемая информация о физических, химических и биологических характеристиках морского льда и контактирующих водных массах в околополюсном районе важна для оценки состояния системы вода—лед и динамики природных процессов в этом труднодоступном месте Арктики. Однако очевидно, что в усло-

виях изменяющегося климата одного (пусть даже многофункционального) наблюдения для оценки динамики природных процессов недостаточно. Необходимо проводить регулярный мониторинг морского ледового покрова и водных масс в Центральном Арктическом бассейне по единой научной программе, с использованием единых методов полевых наблюдений, сбора и обработки материалов, стандартных синхронных измерений океанологических параметров. Именно такой подход к исследованиям в одном географическом районе и в одно и то же время года может дать надежную информацию о реальном состоянии морского льда и водной среды и быть основой для прогнозирования эволюции этой системы в условиях изменяющегося климата в Арктике.

\* www.barneo.ru



Дрейф ледовых станций экспедиции ПАЛЭКС (2007–2011) и станции «СП-2015» в околополюсном районе.

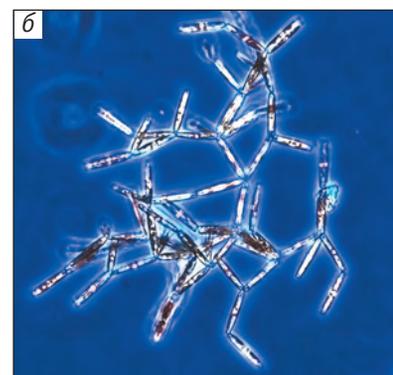
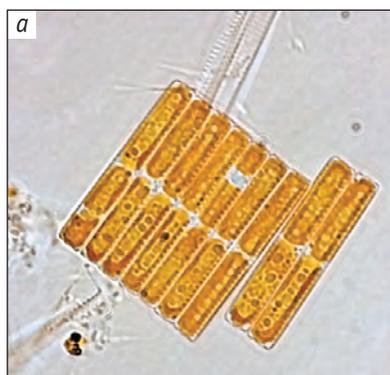


Полевые работы, проводившиеся в экспедиции ПАЛЭКС и на дрейфующей станции «СП-2015».

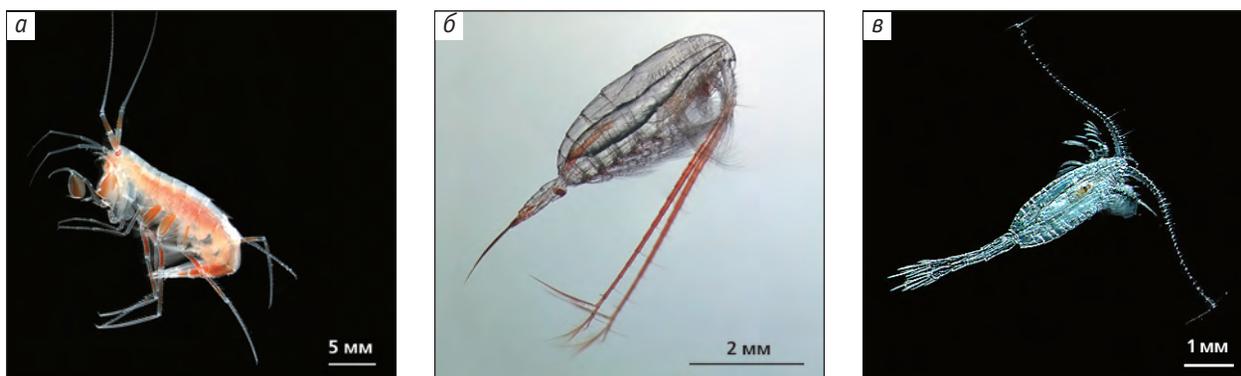
Такой мониторинг в районе Северного полюса был продолжен. С 2007 по 2011 г. удалось проследить последовательное снижение разнообразия водорослей, обитающих в толще льда, с 63 до 27 видов. Сходство между растительными сообществами очень низкое: 0.17 по индексу Соренсена. Только два вида диатомовых, *Fragillariopsis cylindrus* и *Nitzschia frigida*, встречались во всех пробах льда, собранных в этот период. Фауна беспозвоночных толщи льда исчезла. Самые характерные обитатели, нематоды, ни разу не были обнаружены. Аналогичная ситуация наблюдалась и с фауной, населяющей нижнюю (морскую) поверхность льда: из 12 видов амфипод, постоянных обитателей этой водно-ледовой среды (по наблюдениям в середине 70-х годов прошлого века), в 2007–2011 гг.

отмечались только два — *Apherusa glacialis* и *Eusirus holmi*. А такой характерный вид, как *Gammarus wilkitzkii*, встретился только один раз.

В чем причины различий между биологическими сообществами прошлых и современных лет?



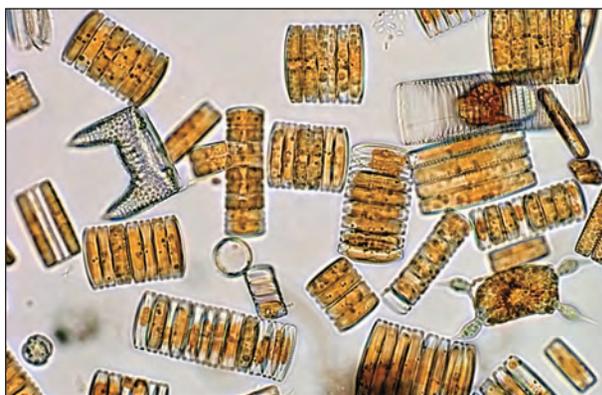
Доминанты водорослей сезонного льда: только два вида диатомовых — *F. cylindrus* (а) и *N. frigida* (б) были общими во всех исследованных льдах в 2007–2011 гг.



Фауна беспозвоночных, обитающая на нижней (морской) поверхности современного сезонного льда: амфиподы *E. holmi* (а) и копеподы *Calanus glacialis* (б), *Metridia longa* (в).

В условиях стабильного климата многолетний лед представляет собой целостную и устойчивую во времени экологическую систему с постоянным видовым составом флоры и фауны. Устойчивость системы сохраняется за счет среднеравновесной толщины льда, которая поддерживается летним стаиванием сверху и зимним компенсационным нарастанием снизу. Это свойство можно определить как гомеостаз ледяного покрова (способность сохранять свою среднеравновесную толщину). Оно имеет важное экологическое значение и выра-

жается в том, что вертикальная структура населяющих лед биологических сообществ сохраняется в результате действия двух разнонаправленных потоков: движения кристаллической структуры снизу вверх (вследствие термодинамических процессов ледотаяния и ледообразования) и встречного пассивного или активного движения самих организмов сверху вниз. Зимнее нарастание происходит снизу на уже существующий лед, толщина которого после летнего таяния сохраняется на уровне 2 м. Организмы, заселяющие эти растущие снизу слои,



Развитие водорослей в кристаллической структуре льда. Бурое окрашивание в нижнем слое (слева) и в среднем слое (справа) придает диатомовые водоросли, бурно развивающиеся во льду в летний период.

находятся в мягких температурных условиях, близких к температуре воды (около  $-2^{\circ}\text{C}$ ), что способствует их выживанию зимой. Сбалансированная связь районов продуцирования и выноса многолетнего льда из бассейна, особенности циркуляции последнего в совокупности с механизмами, поддерживающими постоянство видового состава организмов в пределах вертикальной кристаллической структуры, в целом определяют стабильность экосистемы многолетнего льда в океане.

Напротив, сезонные льды — зависимая и неустойчивая во времени экосистема, продолжительность существования которой определяется комплексом факторов. Наиболее важный из них — температура. Формирование сезонных льдов начинается на открытой воде при низкой температуре воздуха. Когда образуются первые слои, в ледовую матрицу нижнего растущего слоя механически захватываются планктонные организмы, которые в данный момент находятся в воде. Поскольку качественный и количественный состав водного планктона в осенне-зимний период беден, количество находящихся во льду организмов оказывается невелико. Те же организмы, которые включены в лед, попадают в условия сильного охлаждения. Большая их часть погибает. Вероятно, поэтому весной, в период максимального развития льда, в его толще встречаются единичные клетки водорослей, простейших, фрагменты тел беспозвоночных животных, механически включенные в структуру льда в период зимнего роста.

Таким образом, в современном морском арктическом ледовом покрове сосуществуют две различные по составу и функционированию экосистемы многолетнего и сезонного льда. Поскольку доля первой динамично уменьшается, а доля второй возрастает, то на данном этапе происходит постепенное перестроение в экосистеме пелагиали Северного Ледовитого океана. Если такая динамика сохранится, то можно предположить, что со временем морская Арктика будет приобретать черты морской Антарктики, где сезонные льды преобладают над многолетними [7].

### Мобильный полюс

Выполняемый ныне мониторинг у Северного полюса позволяет фиксировать изменения в составе и структуре биологических сообществ районов, где происходит формирование льда, например морей Бофорта, Чукотского и Восточно-Сибирского, откуда лед переносится Трансарктическим дрейфом через Северный полюс в район Северной Атлантики. Это своего рода реплика тех биологических процессов, которые проходили в предыдущий летне-осенний сезон в районах последующего ледообразования в зимний период. Вместе с тем следует отметить, что проведение мониторинга биоты морского льда в пределах одного поля (на-

пример, на ледовой базе «Барнео») недостаточно для достоверной оценки ее состояния. Необходимо расширять географию наблюдений для получения дополнительной информации о биоте в околополюсном районе. Так возникла идея проекта «Мобильный полюс», который должен был состояться в апреле 2016 г. [8].

Для понимания сути проекта можно привести следующую аналогию: вы стоите в метро в центре эскалатора; чтобы остаться в той же точке, нужно постоянно идти вперед навстречу движущейся ленте. Таким образом, чтобы оставаться у географического Северного полюса, нужно постоянно идти к нему навстречу по льду, дрейфующему в любом меридиональном направлении строго на юг. Научная идея проекта состоит в сочетании двух разных методологических подходов к изучению водно-ледовой экологической системы в районе Северного полюса. Первый — традиционный. Он связан с организацией наблюдений на дрейфующей платформе — стационарном ледовом лагере. Второй — мобильный, требующий проведения наблюдений при постоянном движении к одной и той же точке — географическому полюсу. Оба подхода можно сравнить с принципом изучения речной системы: в одном случае исследование водных характеристик можно проводить, сплавляясь на плоту от истока к устью, а во втором — стоять на мосту и изучать проходящую под мостом воду и ее биоту. В нашем случае роль плота должно играть ледовое поле, на котором располагается стационарный дрейфующий лагерь (аналог станций «Северный полюс»), а роль речного моста — виртуальный мост в географической точке полюса, к которому будет постоянно двигаться мобильный отряд. Дрейф стационарно-



Так выглядит «гостеприимство» современной Арктики.

а



б





Аэродромы на ледовой базе «Барнео» 5-го (а), 9-го (б) и 14-го (в) апреля 2016 г. Каждая взлетно-посадочная «полоса» после ледового торошения при прохождении трещины строилась заново.

Все фото предоставлены автором

го лагеря позволит получать информацию о процессах, проходящих в пределах одного ледового поля. При движении же мобильной группы можно получать дополнительную информацию географического характера, поскольку водно-ледовая среда и ее биота будут постоянно обновляться.

Никогда в моей экспедиционной практике не было таких организационно-технических возможностей для проведения полевых работ, как в этом году по данному проекту. Все выполнялось на отлично: как по логистике (снегоходы, палатки, тепловые печи, питание, связь и др.), так и по научному снаряжению (гидрозонды, планктонные сети, ручные и механические ледобуры, бато-

метры, лебедки и т.д.). Однако, как говорится, мы предполагаем, а Господь располагает. Вмешалась коварная природа Арктики, которая смешала нам все карты. Аэродром на ледовой базе «Барнео», куда мы должны были прилететь со всем своим снаряжением, четырежды ломало, да так, что нашей команде не удалось добраться до намеченной цели. Арктика не изменилась в своей непредсказуемости со времен экспедиции Папанина. Но в наше время есть более совершенные технические возможности для осуществления планируемого предприятия, и я не сомневаюсь, что начинания гидробиолога академика Ширшова будут обязательно продолжены. ■

## Литература

1. Ширшов П.П. Океанологические наблюдения // ДАН СССР. 1938. Т.19. №8. С.569–580.
2. Богоров В.Г. Биологические сезоны Полярного моря // ДАН СССР. 1938. Т.19. №8. С.639–642.
3. Усачев П.И. Биологический анализ льдов // ДАН СССР. 1938. Т.19. №8. С.643–646.
4. Биология Центрального Арктического бассейна / Ред. М.Е.Виноградов, И.А.Мельников. М., 1980.
5. Зубов Н.Н. Льды Арктики. М., 1945.
6. Мельников И.А. Экосистема арктического морского льда. М., 1989.
7. Мельников И.А. Современная экосистема арктического морского льда: динамика и прогноз // Докл. РАН. 2008. Т.423. №9. С.1516–1519.
8. Мельников И.А. Проект «Мобильный полюс» // Журнал РГО «Кают-компания». 2016. №5. С.26–29.

# Климатические ритмы теплового режима Мирового океана

В.И.Бышев, В.Г.Нейман, Ю.А.Романов

В результате сложного взаимодействия различных компонентов климатической системы Земли, на которую влияют внешние естественные и антропогенные факторы, создается впечатление, что в окружающей среде все чаще возникает каскад природных катастроф (ураганов, наводнений, засух, смерчей, таяния льдов в Арктике и др.). Причина их зарождения во многих случаях напрямую связывается с наблюдающимся в последние десятилетия глобальным потеплением климата. Но так это или нет на самом деле, науке, как говорится, пока не ясно, хотя ей, так же как и всем непосвященным, хотелось бы знать, что происходит на Земле с погодой и чего нам ждать от окружающей среды в ближайшем будущем. Однако прежде чем пытаться искать ответ на этот непростой вопрос, надо, по-видимому, дать хотя бы краткое описание того, что происходит в настоящее время в климатической системе нашей планеты.

## Кое-что о климатической системе Земли

Повышение глобальной средней температуры приповерхностного воздуха на континентах, казалось бы, должно приводить

© Бышев В.И., Нейман В.Г., Романов Ю.А., 2016



**Владимир Ильич Бышев**, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией крупномасштабной изменчивости гидрофизических полей Института океанологии имени П.П.Ширинова РАН. Круг научных интересов охватывает современный климат океана и атмосферы, естественную изменчивость природной среды.



**Виктор Григорьевич Нейман**, доктор географических наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник того же института. Область научных интересов — крупномасштабные океанские течения, роль Мирового океана в изменчивости глобального климата.



**Юрий Александрович Романов**, доктор географических наук, ведущий научный сотрудник того же института. Специалист по современному климату атмосферы и океана, термодинамическим процессам в глобальной климатической системе.

**Ключевые слова:** климат, океан, атмосфера, теплосодержание, потоки тепла.  
**Key words:** climate, ocean, atmosphere, heat content, heat flows.

к соответствующему росту температуры поверхностного слоя океана за счет диффузионного, радиационного, а также контактного турбулентного теплообмена между водной и воздушной средами. Но при одном непременном условии — вода будет нагреваться лишь тогда, когда она изначально холоднее контактирующего с ней воздуха. Иная ситуация невозможна, ибо она противоречила бы второму началу термодинамики. В современной литературе описаны признаки роста средней температуры в верхнем слое воды Мирового океана в течение последних нескольких десятков лет [1].

С более теплой океанической поверхности растет испарение, т.е. в атмосфере увеличивается количество водяного пара — одного из основных парниковых газов. Отсюда вывод: повышение температуры верхнего слоя океана чревато усилением парникового эффекта за счет увеличения количества влаги в атмосфере с соответствующим ростом средней глобальной температуры приповерхностного воздуха. Однако увеличение количества водяного пара в атмосфере и сопутствующий рост облачности уменьшает приток тепла солнечной радиации к поверхности Земли, что сопровождается понижением температуры приповерхностного воздуха.

Предположим, что в процессе наблюдаемой короткопериодной климатической изменчивости первоначальный рост глобальной температуры приповерхностного воздуха возникает за счет повышенной теплоотдачи океана в атмосферу. Тогда начинает работать следующая цепочка событий: рост теплоотдачи океана, увеличение влажности атмосферы и облачности с последующим понижением температуры воздуха и теплоотдачи со всеми вытекающими отсюда последствиями. Можно предположить, что термодинамический баланс этих взаимосвязанных и разнонаправленных процессов должен приближаться к нулю, тем самым будет поддерживаться стабильный уровень средней глобальной температуры приземной атмосферы. Таким образом, наблюдаемый ее рост может вызываться либо несбалансированностью этих процессов вследствие проявления особенностей внутренней динамики климатической системы, либо каким-то внешним возмущающим ее фактором негеофизического происхождения (например, антропогенным эффектом или астрономическими причинами).

О том, что в природе все устроено не так просто, также свидетельствуют следы многообразной изменчивости климата на нашей планете, зафиксированные в строении слоев донных осадков морей и океанов, в структуре годовых колец многовековых деревьев и в распределении ископаемых остатков древней растительности по поверхности Земли. Все эти и многие им подобные факты, хотя и косвенно, но неопровержимо говорят о том, что задолго до начала активного загрязнения человеком окружающей среды последняя

подвергалась воздействию естественных климатических катаклизмов, которые проявлялись, в частности, в виде значительных колебаний средней температуры приземного воздуха.

Насколько позволяют судить имеющиеся в распоряжении ученых соответствующие палеоданные, временные масштабы таких колебаний (порой с очень большими амплитудами) составляли от столетий до многих десятков тысяч лет. На всем протяжении длительной эволюции внутренней структуры и внешнего облика Земли мощные оледенения поверхности чередовались с повышениями температуры атмосферы и отступлениями ледников, ростом и понижением уровня Мирового океана на многие десятки метров.

В очередной раз анализируя глобальные ряды стандартных метеорологических наблюдений, накопленных в мире в течение последнего столетия, чтобы выявить источник сигнала изменчивости динамики современной климатической системы, мы решили изменить пространственный масштаб обычного осреднения исходных данных. В итоге, наряду со средними глобальными значениями приповерхностной температуры воздуха, были получены средние величины амплитуды ее внутривековых колебаний отдельно для конкретных океанических и континентальных территорий. И вот что обнаружилось.

На рис.1 показано рассчитанное нами изменение среднегодовых аномалий приповерхностной температуры воздуха с 1900 по 2002 г. в зоне  $30^{\circ}$ – $60^{\circ}$ с.ш. и в каждом из шести секторов Северного полушария [2]. На фоне векового нелинейного тренда четко прослеживаются внутривековые (2–8 лет) возмущения и мультивековые квазициклические колебания с периодом 20–50 лет. Об этом неоднократно упоминалось во множестве работ, посвященных данной тематике.

Но мы обратили внимание на одно обстоятельство, которое показалось нам весьма нетривиальным. Выполненная оценка внутривековой эволюции нелинейных трендов приповерхностной температуры над океанами и континентами выявила очевидную разнонаправленность функций, описывающих эти тренды. На приведенных рисунках видно, что над сушей ветви параболических зависимостей, аппроксимируемых полиномом второй степени, — восходящие (положительный знак второй производной), а над океанами они имеют вид спадающих кривых. Это означает, что над Тихим и Атлантическим океанами рост температуры воздуха в середине 20-го столетия был выражен заметно ярче, чем над материками. В первой половине прошлого века над океанами происходило ускорение роста приземной температуры (наиболее заметное над Тихим океаном), а над материками наблюдалось замедление роста и даже некоторое понижение температуры в сибирском и европейском секторах. Во второй половине века быстрый рост температуры отмечал-

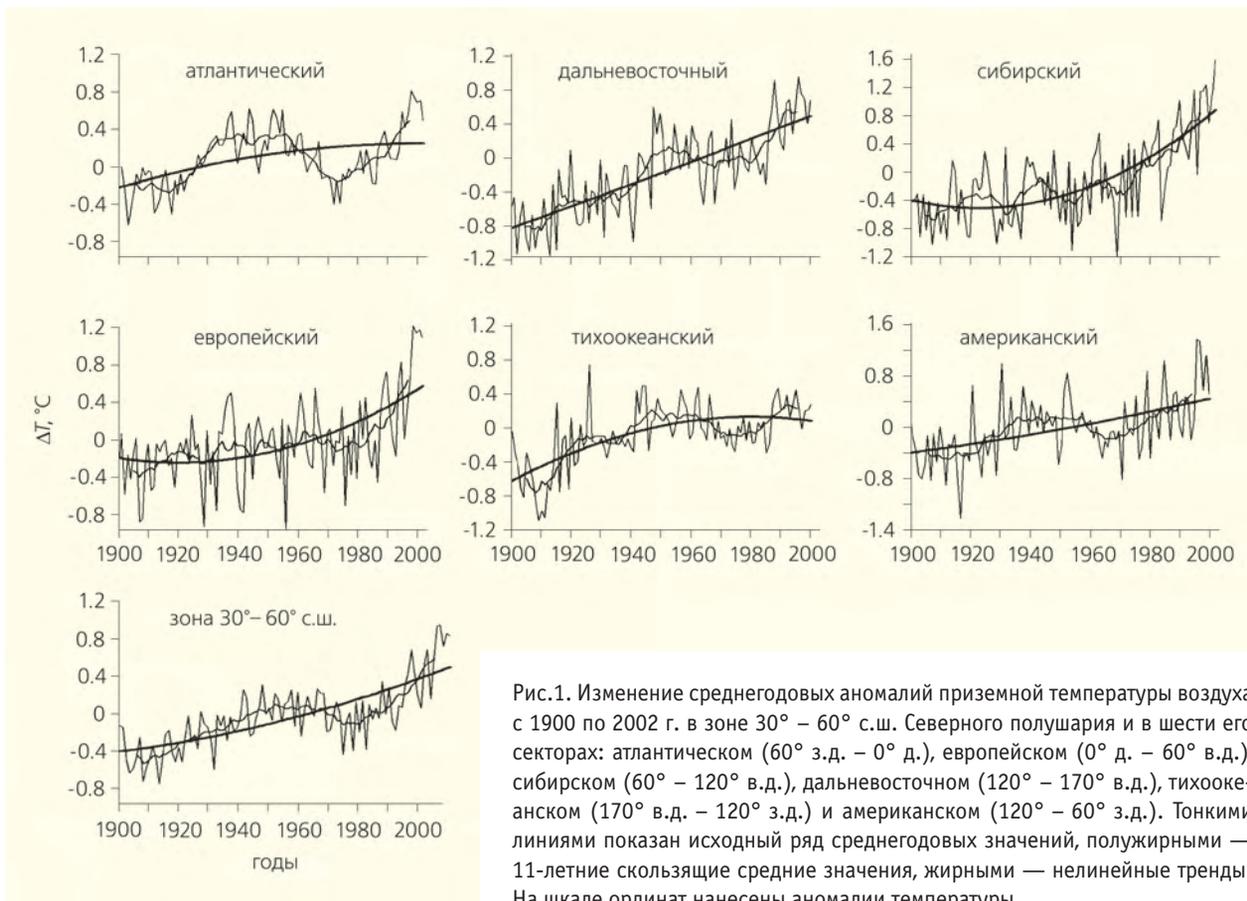


Рис.1. Изменение среднегодовых аномалий приземной температуры воздуха с 1900 по 2002 г. в зоне 30° – 60° с.ш. Северного полушария и в шести его секторах: атлантическом (60° з.д. – 0° д.), европейском (0° д. – 60° в.д.), сибирском (60° – 120° в.д.), дальневосточном (120° – 170° в.д.), тихоокеанском (170° в.д. – 120° з.д.) и американском (120° – 60° з.д.). Тонкими линиями показан исходный ряд среднегодовых значений, полуужирными — 11-летние скользящие средние значения, жирными — нелинейные тренды. На шкале ординат нанесены аномалии температуры.

ся уже над материками, а над океанами он существенно замедлялся [3]. Этот результат может говорить только о том, что формирование внутривековой эволюции характеристик климатической системы Земли непосредственно связано с внутренним перераспределением тепловой энергии в пространственно-временной структуре взаимодействия океанов, атмосферы и суши.

Хотелось бы особо подчеркнуть концептуальную значимость данного, казалось бы, очередного проходного научного предположения. Ведь, по сути, оно в конечном счете означает, что принципиальное значение имеет не только сам исходный источник импульса климатической изменчивости, но и отклик на него физического механизма глобальной климатической системы.

### Эволюции теплового режима океана

Согласно выводам международной группы экспертов по климатическим изменениям, средняя глобальная температура на планете продолжает расти, и рост этот связан с антропогенным воздействием на климат [4]. А что при этом происходит с Мировым океаном? Как он реагирует на потепление и каким образом участвует в возможном перераспределении тепла в пределах глобальной климати-

ческой системы? Ответы на эти вопросы мы попытались получить, анализируя материалы прямых наблюдений за эволюцией термических характеристик верхнего деятельного слоя (ВДС) океана на протяжении последних 50 лет. В качестве ВДС рассматривалась верхняя толща океана (в среднем около 100 м), ниже которой сезонные изменения температуры фактически не существенны.

Была выполнена диагностика изменчивости теплоемкости верхнего 1000-метрового слоя вод для северо-западной части Тихого океана [5]. Некоторые из результатов этих исследований проиллюстрированы на рис.2. В частности, там приведены средние вертикальные распределения температуры воды в трех разных климатических зонах: субтропической, переходной и субарктической в различные фазы климата, подробные описания которых даны в научных публикациях [6–8]. Как показал анализ термобарических индексов атмосферных процессов в Северо-Атлантическом регионе, на протяжении последнего столетия для короткопериодной изменчивости современного климата были характерны отдельные эпизоды продолжительностью 25–35 лет, которые отмечались заметным ростом приповерхностной температуры воздуха (1905–1935 гг. и 1975–1999 гг.), приостановкой этого роста (с 2000 г. и по сей день), либо некоторым ее пони-

жением (1940–1974 гг.). Эти эпизоды, идентифицированные нами в качестве разных климатических сценариев, служат в некотором смысле показателями определенной фазовой детерминированности процесса короткопериодной эволюции современного климата, которая, по всей вероятности, связана с перераспределением тепловой энергии в системе океан—атмосфера—суша.

Анализ эволюции вертикальных распределений температуры воды (рис.2) показывает, что за более чем полувековой интервал в области субтропических вод и вод переходной зоны происходили заметные изменения в слое 0–500 м: прогрев в 1960–1974 гг., выхолаживание в 1975–1999 гг. и вновь прогрев после 2000 г., который продолжается до сих пор. При этом заметно, что быстро прогревается только самый верхний 100-метровый слой. Ниже него температура еще не достигла значения, которое было до тепловой разгрузки океана, начавшейся в середине 70-х годов прошлого столетия.

Достоверность выявленного характера эволюции теплосодержания ВДС океана была подтверждена анализом наблюдений, выполненных ранее в том же районе в эксперименте Мегаполигон [9].

При оценке эволюции термодинамических характеристик районов океана с недостаточным количеством данных были использованы результаты численных экспериментов на основе хорошо оттестированной гидродинамической модели, созданной в Институте вычислительной математики РАН [10].

Для продвинутых читателей отметим, что эта модель относится к классу  $\sigma$ -моделей океана, в которых вертикальная координата масштабируется его глубиной. Прогностическими переменными служат горизонтальные компоненты вектора скорости океанских течений, потенциальная температура, соленость и отклонение уровня океана от невозмущенной поверхности. Для численной реализации модели используется метод расщепления по физическим процессам и пространственным координатам, что отличает ее от других известных моделей. В качестве граничных условий на поверхности океана задаются потоки тепла, солености и импульса. Для температуры и солености на боковых границах и дне ставится условие отсутствия нормальных по отношению к ним потоков.

Примененная в работе модель (одна из наиболее совершенных в своем роде на сегодняшний

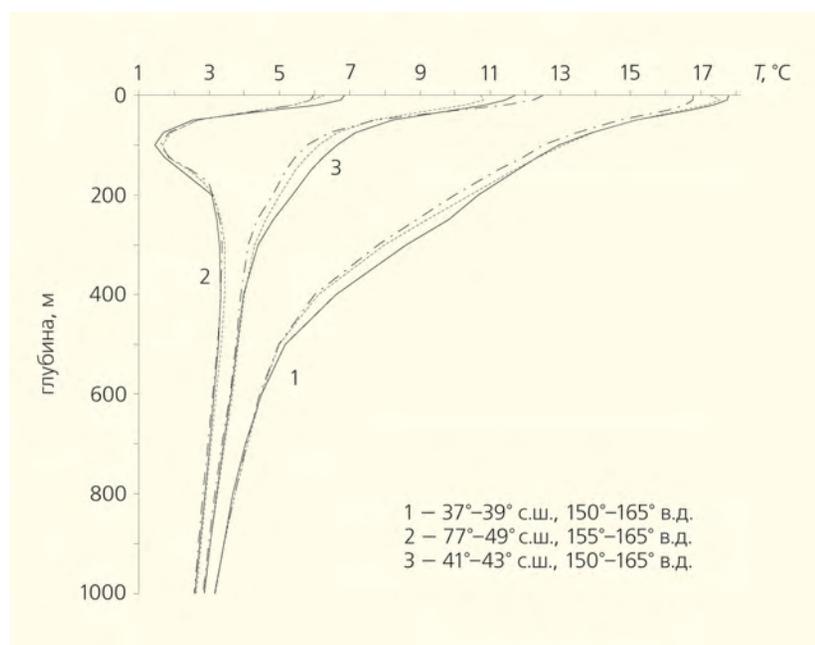


Рис.2. Средние вертикальные распределения температуры воды в верхнем 1000-метровом слое для трех структурных зон на северо-западе Тихого океана: субтропической (1), субарктической (2) и переходной (3). Средние профили представлены для периодов: 1960–1974 гг. (непрерывная кривая), 1975–1999 гг. (штрихпунктирная) и 2000–2014 (пунктирная).

день) позволила получить данные о полувековой эволюции практически всех основных гидрофизических характеристик верхнего 1000-метрового слоя Мирового океана. Для проверки адекватности результатов численного моделирования использовались отдельные массивы данных таких крупномасштабных отечественных экспериментов в океане, как Полигон-70 (Центральная Атлантика, 1970 г.), ПОЛИМОДЕ (Западная Атлантика, 1977–1978 гг.), Мегаполигон (северная часть Тихого океана, 1987 г.) [9], АТЛАНТЭКС-90 (Атлантическая экспедиция, 1990 г.) [11–13]. Материалы этих экспериментов содержат, помимо всего прочего, информацию о фазовом состоянии климатической системы, что оказалось весьма полезным для решения основной задачи нашего исследования.

Из всего громадного объема полученных с помощью численного моделирования данных были сделаны целевые пространственно-временные выборки, анализ которых завершился получением некоторых весьма нетривиальных результатов. Вначале следует упомянуть о том, что ранее мы обнаружили признаки тесной связи мультидекадной фазовой структуры климата в Северной Атлантике с изменчивостью мощности и теплосодержания ВДС в данном регионе [6, 14]. Данный факт свидетельствует о том, что параметры временной эволюции этого слоя могут дать вполне определенное представление о качественной и количественной характеристиках изменчивости теплообмена океана с атмосферой. В свою очередь, такой вывод

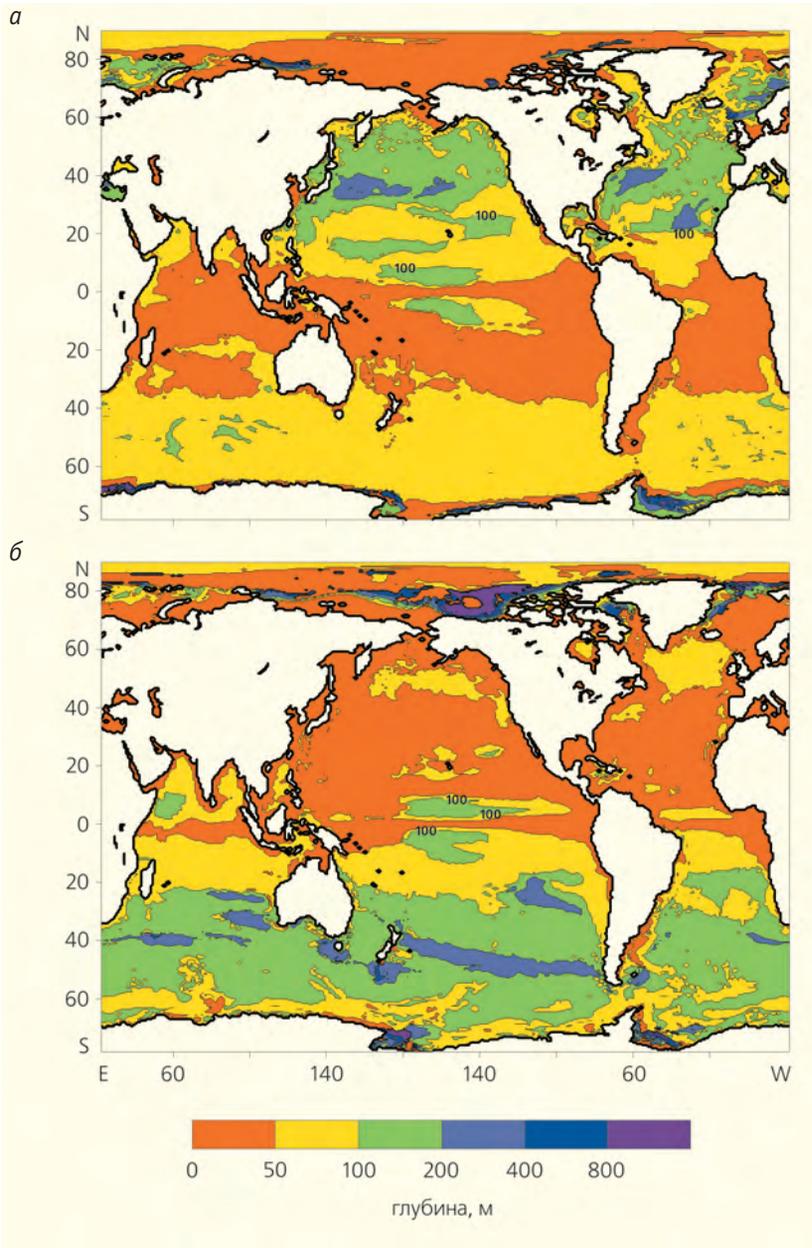


Рис.3. Топография верхнего деятельного слоя Мирового океана в Северном полушарии: а — в холодную половину года, б — в теплую.

привел к постановке вопроса о возможном существовании вышеуказанной связи не только в региональном, но и в планетарном масштабе.

Карты топографии ВДС океана (рис.3) дают наглядное представление о характере теплообмена между океаном и атмосферой, который имеет ярко выраженный сезонный ход. Этот факт наиболее четко иллюстрируется различиями глобальной топографии нижней границы ВДС для летнего и зимнего сезонов. Зимой в Северном полушарии фактически повсеместно в умеренных и высоких широтах (как в Тихом, так и в Атлантическом океане) мощность верхнего перемешанного слоя

существенно возрастает (очевидно, в результате возникновения и развития зимней плотностной конвекции) (рис.3,б). Принимая это во внимание, заметим, что максимальная вертикальная плотностная конвекция в океане связана лишь с определенными локализованными областями, вследствие чего пространственное распределение мощности ВДС имеет анизотропный характер. При этом надо полагать, что показанная на рисунках крупномасштабная пространственная структура перемежающейся конвекции прежде всего определяется климатическим эффектом широтной зональности.

В то же время отдельные детали этой структуры, по-видимому, обусловлены неоднородностями в поле температуры, которые определяются наличием фронтальных зон, вихревых образований, меандров течений и прочих гидрофизических аномалий, а также положением обобщенных траекторий распространения над океаном холодных арктических и континентальных воздушных масс.

Самые значимые в климатическом отношении акватории океана, где он наиболее интенсивно отдает тепло атмосфере, приурочены, как правило, к глубоководным котловинам и характеризуются наличием очагов глубокой плотностной конвекции, возникающей под термическим воздействием на океанскую поверхность холодных воздушных масс высокоширотного происхождения. Именно для таких, наиболее информа-

тивных в климатическом смысле, районов океана был выполнен анализ внутривековой эволюции теплосодержания ВДС, результаты которого мы здесь рассматриваем.

Осредненные вертикальные профили температуры в слое 0–800 м дают определенные качественные и количественные представления о произошедших изменениях. Характеристики эволюции вертикальной термической структуры вод (рис.4) в этом слое, относящиеся к мультидекадным периодам относительного потепления и похолодания климата на континентах (рис.1), связаны с существованием конкретных климатических сценари-

ев 1958–1974, 1975–1999 и 2000–2006 гг. [6–8]. Это свидетельствует о том, что во второй половине XX в. мультideкадная изменчивость океана в одном из ключевых информативных районов Северной Атлантики характеризовалась следующими особенностями. До середины 70-х годов теплосодержание ВДС оставалось относительно высоким, т.е. в целом в предшествующий период этот слой прогревался и аккумулировал тепло. Далее, с середины 70-х и до конца 90-х годов, наблюдалось заметное понижение средней температуры ВДС, а в начале 21-го столетия температура воды в нем вновь стала повышаться.

Рассматриваемый район примечателен циклическим возникновением условий, благоприятствующих формированию холодных поверхностных вод повышенной плотности. Вследствие этого эволюция полей температуры и плотности [14] позволяет сделать следующий вывод: с середины 70-х и до конца 90-х годов процесс глубокой конвекции здесь интенсифицировался, т.е. океан тогда отдавал тепло атмосфере. До и после этого периода конвекционные процессы в данном районе были ослаблены, а глубокая конвекция (судя по тем же данным) практически не возникала.

Аналогичные результаты по ВДС получены и для центральной части Северной Пацифики. На рис.4 (внизу) видно, что до середины 70-х годов в верхнем деятельном слое этого региона наблюдался прогрев вод, затем наступило их выхолаживание, которое продолжалось примерно до начала XXI в. Затем вновь наметилась тенденция к повышению температуры вод ВДС. Качественно и количественно фазовый характер мультideкадной эволюции термической структуры океана отчетливо иллюстрируется средними за некоторые временные интервалы вертикальными распределениями температуры в слое 0–600 м (рис.4,б). Как уже говорилось, эти интервалы подобраны в соответствии с обнаруженной ранее фазовой структурой изменчивости современного климата в Северном полушарии [6–8].

Таким образом, ВДС (0–800 м) в Северной Атлантике с 1958 по 2006 г. и в Северной Пацифике (0–600 м) с 1948 г. по 2007 г. демонстрирует три примерно совпадающие по времени чередующиеся фазы теплонакопления и тепловой разгрузки. Причем наиболее примечательно то, что последняя фаза (1975–1999) оказалась (практически с точностью до года) одинаковой по времени в обоих океанах. Это говорит о квазисинхронности рас-

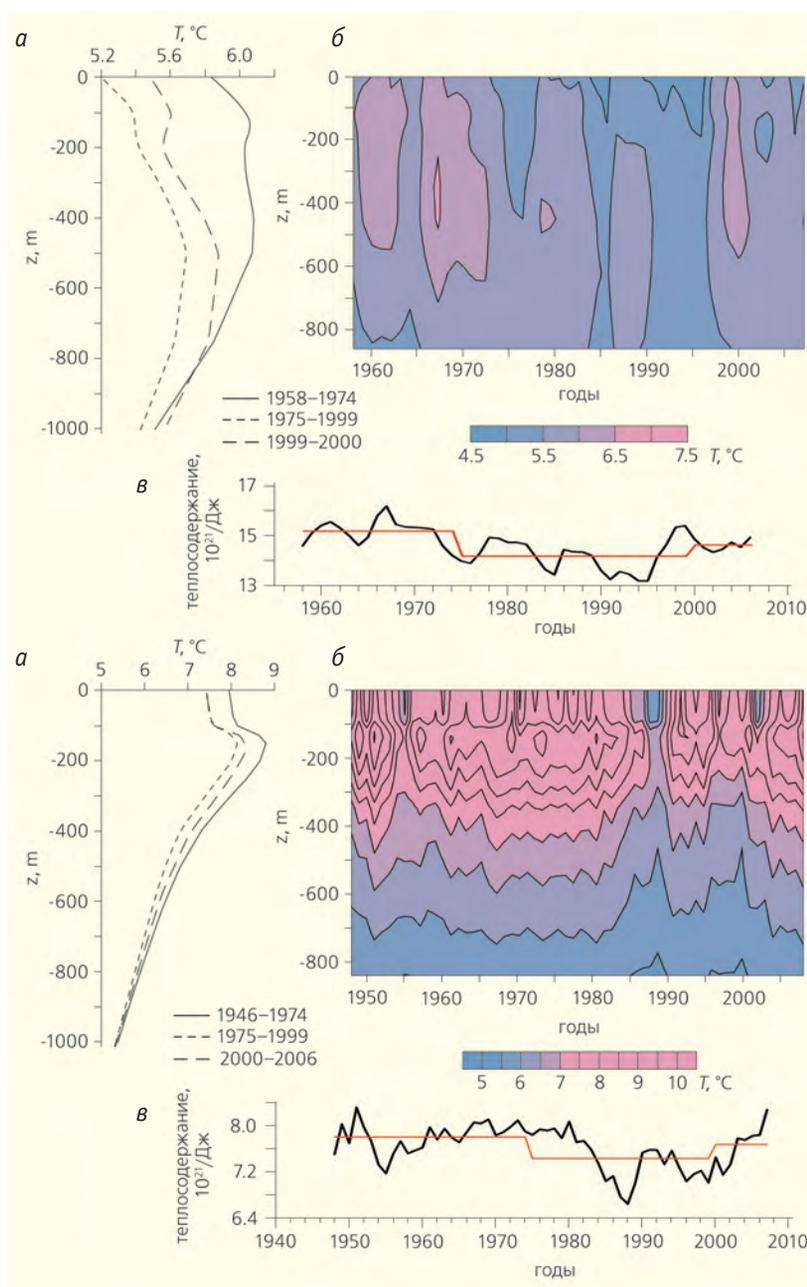


Рис.4. Эволюция термической структуры верхнего деятельного слоя: сверху — в Северной Атлантике (55°–65°с.ш., 40°–30°з.д.) за период 1958–2006 гг.; внизу — в Северной Пацифике (35°–45°с.ш., 175°–135°з.д.) за период 1948–2007 гг.; а — вертикальное распределение температуры в три фазы климата [6–8]; б — в холодную половину года; в — изменение теплосодержания верхнего 800-метрового слоя.

смагриваемого глобального процесса [6–8] — того самого процесса очередного мультидекадного перераспределения тепла в климатической системе Земли, к которому привязаны по времени начало и развитие глобального потепления на континентах [4].

Модельные расчеты показали, что в период, охватывающий 1975–1999 гг., т.е. в активную фазу потепления климата на континентах, тепловая разгрузка ВДС океана происходила квазисинхронно в обоих полушариях. Специфика этого процесса в некоторых информативных районах Южного океана (например, в морях Беллинсгаузена и Уэдделла) состояла в том, что тепло к океанской поверхности поступало из подповерхностного теплового промежуточного слоя (100–600 м) в результате глубокой конвекции. Тепловая разгрузка в этом случае могла экранироваться развитием слабой положительной аномалии температуры на поверхности океана.

Наряду с глобальным характером рассматриваемой мультидекадной осцилляции теплосодержания океана (МОСТОК), нельзя не обратить внимания и на региональные особенности изменчивости температуры воды в Атлантике и в Тихом океане (рис.4). В частности, надо отметить, что на протяжении второй половины прошлого столетия теплоотдача изменялась более существенно в Тихом океане, а теплосодержание — в Атлантике. Такое различие, по-видимому, связано с тем, что в Северной Атлантике существует глубокая (до 1000–1200 м) конвекция, а в Тихом океане более значительная плотностная стратификация препятствует развитию конвекции глубже 300–400 м. Из этого следует, что об интенсивности теплоотдачи океана в атмосферу можно судить не столько по изменению ее аномалий, сколько по сокращению теплосодержания ВДС.

Рассмотренные результаты численного моделирования, подкрепленные данными прямых измерений, свидетельствуют о том, что мультидекадная эволюция глобального климата сопровождается осцилляциями теплосодержания океана. Контрольная проверка адекватности произведенных расчетов была выполнена по данным крупномасштабных полигонных исследований для нескольких энергоактивных районов Мирового океана. Результаты расчетов и натурных экспериментов оказались в полном соответствии друг с другом [9, 15, 16].

Судя по всему, в данном процессе положительная фаза МОСТОК, относящаяся к периоду (1975–1999) тепловой разгрузки ВДС океана в умеренных широтах, соответствовала по времени известному глобальному потеплению на континентах. На основе этого факта можно высказать следующее вполне обоснованное предположение: тепло океана также вносит определенный вклад в некоторый рост средней температуры приповерхностного воздуха на континентах. В отрицательную фазу

МОСТОК, когда наблюдается рост теплосодержания ВДС, в динамике климатической системы, по всей вероятности, преобладают потоки тепла противоположного направления — из атмосферы к океану. Эта фаза климата характеризуется на суше увеличением индекса континентальности, который отражает пониженную влажность атмосферы со всеми вытекающими последствиями, а также более частое появление экстремальных значений температуры приповерхностного воздуха.

\* \* \*

Данные многолетних гидрологических наблюдений [5] и приведенные здесь результаты моделирования эволюции теплосодержания верхнего деятельного слоя в Мировом океане показали, что ВДС в ряде регионов испытывает квазисинхронные мультидекадные фазовые изменения, при которых наблюдаются чередующиеся эпизоды аккумуляции тепла и тепловой разгрузки океана продолжительностью 25–35 лет.

На основе этого результата можно сформулировать гипотезу, что обнаруженная мультидекадная осцилляция теплосодержания океана оказывает определенное влияние на формирование соответствующей по временному масштабу глобальной атмосферной осцилляции, которая проявляется в виде короткопериодной фазовой изменчивости современного климата в Северном полушарии [17]. Наблюдавшееся региональное выхолаживание ВДС океана в определенной фазе его термодинамического состояния, судя по всему, сопровождалось переходом океанского тепла и влаги в атмосферу, что способствовало смягчению и потеплению климата на континентах. Такой климатический сценарий выполнялся в 1975–1999 гг. и сопровождался активной фазой роста температуры приповерхностного воздуха, в частности, на Евроазиатском и Северо-Американском континентах. В то же время, в фазы МОСТОК, когда ВДС океана аккумулирует тепло, климат на материках в целом становится более континентальным, что, собственно, и происходило до середины 70-х годов прошлого века и прослеживается до сих пор. Так, гидрофизические наблюдения в океане с помощью поплавков Арго [18] позволили обнаружить рост теплосодержания ВДС в течение последнего десятилетия, что выразилось в увеличении средней температуры этого слоя со скоростью 0.005°C/год. Этот результат вполне соответствует существующему представлению о процессе современного теплонакопления океана и о замедлении потепления глобального климата на материках.

Подводя промежуточный (т.е. пока еще не окончательный) итог всему вышесказанному о возможных причинах и реально наблюдаемых проявлениях короткопериодной изменчивости современного климата, попробуем сформулировать свои представления об этом процессе в виде предваритель-

ной, но вполне определенной гипотезы, которую можно изложить следующим образом.

Основные элементы климатической системы Земли — атмосфера, океаны и материки. Динамика взаимодействия между ними непосредственно определяет естественную природную эволюцию глобального климата в соответствующих пространственно-временных масштабах.

Короткопериодная изменчивость современного климата в течение нескольких десятков лет возникает вследствие междекадных осцилляций в динамике климатической системы. Источником таких осцилляций служит квазициклический процесс теплонакопления и тепловой разгрузки океана, который сопровождается изменением направления потоков тепла между океаном и атмосферой. Потенциальным внутренним резервуаром и источником тепла, квазициклически поступающего к поверхности океана в период его тепловой разгрузки, может быть, очевидно, его относитель-

но теплый подповерхностный слой. Оттуда тепло извлекается за счет периодически возникающей глубокой сезонной вертикальной плотностной конвекции. Каждая фаза такого климатического цикла обладает отличительными гидрометеорологическими характеристиками, которые на материках объединяются понятием «индекса континентальности». Его повышенные значения (наблюдаемые сейчас) свидетельствуют о наступлении относительно более суровых климатических условий — резкого внутригодового перепада температур и влажности воздуха, прохладных зим и жарких засушливых летних сезонов, внесезонных оттепелей и заморозков и др. Судя по всему, подобная фаза климата в Северном полушарии наступила в начале нынешнего столетия, что должно характеризоваться, в частности, ослаблением переноса океанского тепла и влаги с запада на восток из регионов Северной Атлантики и Северной Пацифики. ■

## Литература

1. Levitus S., Antonov J.I., Boyer T.P. Global ocean heat content 1955–2008 in light of recently revealed instrumentation problems // *Geophys. Res. Lett.* 2008. V.36. L07608. Doi:10.1029/2008 GL037155.
2. Бышев В.И., Нейман В.Г., Романов Ю.А. О существенных различиях крупномасштабных изменений приземной температуры над океанами и материками // *Океанология.* 2006. Т.46. №2. С.165–177.
3. Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Рочева Э.В., Смирнов В.Д. Географические и сезонные особенности современного глобального потепления // *Фундаментальная и прикладная океанология.* 2015. Т.2. С.41–62.
4. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Eds. T.F.Stocker, D.Qin, G.-K.Plattner et al. // IPCC 2013. Climate Change 2013. Cambridge, N.Y., 2013. P.1535.
5. Бышев В.И., Фигуркин А.Л., Анисимов И.М. Современные климатические изменения термохалинной структуры СЗТО // *Известия ТИНРО.* 2016. Т.185. С.215–227.
6. Бышев В.И., Нейман В.Г., Романов Ю.А., Серых И.В. О фазовой изменчивости некоторых характеристик современного климата в регионе Северной Атлантики // *Докл. РАН.* 2011. Т.438. №6. С.817–822.
7. Minobe S.A. 50–70 year climatic oscillation over the North Pacific and North America // *Geophys. Res. Lett.* 1997. V.24. P.683–686.
8. Wang G., Swanson K.L., Tsonis A.A. The pacemaker of major climate shifts // *Geophys. Res. Lett.* 2009. V.36. L07708. Doi:10.1029/2008 GL036874.
9. Эксперимент МЕГАПОЛИГОН. Гидрофизические исследования в северо-западной части Тихого океана. М., 1992.
10. Moshonkin S.N., Alekseev G.V., Bagnò A.V. et al. Numerical simulation of the North Atlantic-Arctic Ocean — Bering Sea circulation in the 20th century // *Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modeling.* 2011. V.26. №2. P.161–178.
11. Атлантический гидрофизический ПОЛИГОН-70 / Ред. В.Г.Корт, В.С.Самойленко. М., 1974.
12. Atlas POLIMODE. Woods Hole, 1986.
13. Иванов Ю.А., Морозов Е.Г. Перенос вод в дельте Гольфстрима // *ДАН.* 1991. Т.319. №2. С.487–490.
14. Анисимов М.В., Бышев В.И., Залесный В.Б., Мошонкин С.Н. Мультидекадная изменчивость термической структуры вод Северной Атлантики и ее климатическая значимость // *Докл. РАН.* 2012. Т.443. №3. С.372–376.
15. Бышев В.И., Копрова Л.И., Навроцкая С.Е. и др. Аномальное состояние Ньюфаундлендской энергоактивной зоны в 1990 г. // *ДАН.* 1993. Т.331. №6. С.735–738.
16. Бышев В.И., Снопков В.Г. О формировании поля температуры воды поверхности океана в энергоактивной зоне северо-западной части Тихого океана на примере полигона МЕГАПОЛИГОН // *Метеорология и гидрология.* 1990. №11. С.70–77.
17. Бышев В.И., Нейман В.Г., Романов Ю.А., Серых И.В. Глобальные атмосферные осцилляции в динамике современного климата // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.* 2014. Т.11. №1. С.62–71.
18. Roemich D., Church J., Gilson J. et al. Unabated planetary warming and its ocean structure since 2006 // *Nature climate change.* 2015. V.5. P.240–245.

# ***Нужны ли Алтаю малые ГЭС?***

**И.Д.Рыбкина**





*Ирина Дмитриевна Рыбкина, кандидат географических наук, заведующая лабораторией водных ресурсов и водопользования Института водных и экологических проблем СО РАН (Барнаул). Область научных интересов — экономическая и социальная география, водные ресурсы, геоэкология, водопользование.*

**Ключевые слова:** гидроэлектроэнергетика, малые ГЭС, Алтайский край, природно-хозяйственные системы.

**Key words:** hydropower, small hydroelectric power stations, Altai region, nature management systems.

Одной из самых актуальных проблем Алтайского края считается энергообеспечение его отдаленных и малонаселенных районов. Алтай относится к энергозависимым регионам, поскольку производимая в крае электроэнергия не может полностью обеспечить его потребности. Местные электростанции вырабатывают лишь 2/3 необходимой региону энергии. Остальное поступает сюда из Объединенной энергосистемы Сибири. Вместе с тем Алтай чрезвычайно богат гидроэнергетическими ресурсами, множество рек выносят на предгорные равнины огромные массы воды. Нехватку электроэнергии могли бы восполнить новые крупные гидроэлектростанции, однако их возведение часто оказывается невозможным по целому ряду причин, в том числе экономических. Кроме того, такое масштабное строительство нанесло бы колоссальный урон одному из самых красивых и нетронутых в мире уголков дикой природы.

Сегодня проблемы энергообеспечения отдаленных районов Алтайского края предлагается решать путем создания объектов малой гидроэнергетики. Строительство малых гидроэлектростанций (МГЭС) может стать тем компромиссным решением, при котором удастся и сохранить благоприятное состояние окружающей среды, и получить дополнительный источник электроэнергии для развития экономики.

В Алтайском крае таких электростанций пока нет, а, например, в соседней Республике Алтай опыт использования МГЭС уже имеется. Здесь построены Чемальская МГЭС на р.Чемал (к сожалению, сильно пострадавшая от паводка 2014 г.), а также «Кайру» и «Джазатюр» на реках Чулышман и Тюнь.

Согласно проекту «Строительство малых ГЭС на территории Алтайского края общей установленной мощностью 31.6 МВт», ООО ИК «Энергия» предлагает построить нескольких МГЭС: Гилевскую (мощность 2.4 МВт, Гилевское водохранилище и р.Алей, Локтевский р-н), Солонешенскую (1.2 МВт, р.Ануй, Солонешенский р-н), Чарышскую (15 МВт, р.Чарыш, Чарышский р-н), Краснородскую (8 МВт, р.Песчаная, Смоленский р-н) и Сибирячихинскую (5 МВт, р.Ануй, Солонешенский р-н). Обозначен и срок их ввода в эксплуатацию — 2019 г. Надо сказать, что, помимо названных, перечень перспективных МГЭС Алтайского края включает еще 26 потенциальных объектов суммарной установленной мощностью 404 МВт с расчетной годовой выработкой 1541 млн кВт·ч [1, 2].

© Рыбкина И.Д., 2016

**Таблица 1****Динамика численности населения Алтайского края**

	Численность населения, тыс. чел.		Плотность населения, чел./км <sup>2</sup>	
	2000	2015	2000	2015
Локтевский р-н	35.3	26.7	15.3	11.4
Смоленский р-н	26.3	22.9	13.2	11.3
Солонешенский р-н	13.5	9.7	3.9	2.8
Чарышский р-н	15.6	11.5	2.3	1.7
Алтайский край	2653.6	2384.8	15.8	14.1

Однако пока только для Солонешенской, Чарышской и Красногородской МГЭС проведена экологическая экспертиза на этапе обоснования инвестиций.

Территории, где планируется строительство МГЭС, находятся в предгорьях Алтая. Их экономико-географическое положение считается довольно неблагоприятным. Многие районы удалены от основных транспортных магистралей не только федерального, но и регионального значения. Периферийность усиливается барьерным эффектом гор и, как следствие, — отсутствием транзитной составляющей географического положения, что всегда ведет к увеличению транспортных издержек. Особенно это относится к Солонешенскому и Чарышскому районам.

Все это, конечно же, находит отражение в уровне экономического развития, степени заселенности и хозяйственной освоенности удаленных территорий. Так, за последние десятилетия предгорные районы края резко снизили темпы социально-экономического роста. Сокращение численности населения за 2000–2015 гг. составило здесь в сред-

нем 15–30%\*. И без того малонаселенные сельские территории края, имеющие плотность населения ниже среднекраевого уровня (табл.1), потеряли наиболее значительные людские ресурсы. В долевым выражении плотность населения отдаленных районов снизилась в 1.2–1.4 раза. Численность работающих жителей сократилась еще более заметно — на 40% (при том, что в среднем по краю снижение составило 20%).

Нестабильные тенденции проявляются и в производственной сфере районов, что наглядно иллюстрируют индексы физического объема промышленной продукции и производства продукции сельского хозяйства (табл.2, 3).

Интересно, что территории отдаленных предгорных районов Алтайского края часто практически совпадают с водосборными бассейнами рек или по крайней мере вытянуты вдоль основной водной артерии и тяготеют к ней. Так, в Солонешенском р-не такой рекой можно считать Ануй, в Чарышском — Чарыш, в Смоленском — Песчаную, в Локтевском — Алей.

Река в данном случае выполняет одну из главных транзитных функций района. В долине построены крупные по местным масштабам автомагистрали и населенные пункты, на поймах и террасах ведется основная хозяйственная деятельность населения. При строительстве МГЭС самые большие изменения в сфере природопользования произойдут именно здесь, в границах так называемых природно-хозяйственных систем, сложившихся вдоль речных долин.

\* Здесь и далее приводится анализ статистических данных Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю, а также материалы Главного управления экономики и инвестиций Алтайского края.

**Таблица 2****Динамика индекса физического объема промышленного производства**

	Индекс физического объема промышленного производства, % к предыдущему году								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Локтевский р-н	100	104	108	102	71	97	110	105	89
Смоленский р-н	91	109	100	116	121	106	84	89	97
Солонешенский р-н	101	122	121	110	75	72	104	68	96
Чарышский р-н	114	94	81	110	95	96	100	96	91
Алтайский край	97	110	114	103	92	122	105	104	100

**Таблица 3****Динамика индекса производства продукции сельского хозяйства**

	Индекс производства продукции сельского хозяйства, % к предыдущему году								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Локтевский р-н	78	130	111	60	204	89	94	117	117
Смоленский р-н	91	99	108	102	104	97	110	87	111
Солонешенский р-н	105	104	106	109	96	109	105	101	95
Чарышский р-н	92	102	98	94	117	99	105	102	97
Алтайский край	92	110	109	95	120	96	103	88	123

В 2013–2014 гг. на участках предполагаемого строительства МГЭС работал экспедиционный отряд Института водных и экологических проблем СО РАН [3]. В его состав, кроме автора, статьи входили старший научный сотрудник, кандидат географических наук Н.В.Стоящева, инженер водного хозяйства М.С.Губарев и научный сотрудник В.Ф.Резников. Во время маршрутных работ было выполнено ландшафтное и геоботаническое описание участков, дана социально-экономическая характеристика объектов, оценена антропогенная нарушенность территорий. Полевые исследования помогли определить современное состояние природно-хозяйственных систем и оценить перспективы их развития. Рассмотрим все это на примере Красногородской, Сибирячихинской и Чарышской МГЭС.

Плотина **Красногородской МГЭС** будет расположена на выходе р.Песчаной из гор на равнину. Выполненные полевые и камеральные работы подтвердили наличие здесь двух природно-хозяйственных систем. Одну из них условно назовем системой урочища Красный Городок. Согласно Публичной кадастровой карте Росреестра\*, ее площадь составляет приблизительно 260 га. Сюда входят выровненные и пойменные участки переходной зоны Алтае-Саянской горной системы, расположенные в пределах Предалтайской физико-географической провинции. Здесь распространены полевые и лугово-полевые степные ландшафты с пахотными угодьями и разнотравно-злаковыми луговыми степями на выщелоченных, обыкновенных и типичных черноземах [4]. Долина р.Песчаной здесь довольно широкая — до 200–300 м и более. В состав Красногородской природно-хозяйственной системы входят земли с.Солоновка (левый берег реки) и пос.Красный Городок (правый берег). Значительная часть земель (порядка 50%) распахана, поэтому ведущей отраслью сельского хозяйства здесь можно считать земледелие. Земли поселений преимущественно используются для частной застройки, ведения личных подсобных хозяйств, пастбы скота и сенокосения.

В случае строительства МГЭС урочище Красный Городок окажется в нижнем бьефе плотины, поэтому затоплению оно не подлежит. Напротив, во время весенних половодий и летних паводков плотина будет выполнять



Планируемое местоположение Красногородской МГЭС. Значком отмечено место возведения плотины, красным контуром показаны территории Красногородской природно-хозяйственной системы (1) и урочища Щёки (2).



Урочище Красный Городок.

\* <http://maps.rosreestr.ru/portalonline>

регулирующую функцию: земельные участки, расположенные ниже по течению, скорее всего, не будут подвержены подтоплениям. С другой стороны, эти территории попадают в зону риска: при прорыве плотины им грозит катастрофа.

Вторая природно-хозяйственная система, которая окажется под влиянием Красногородской МГЭС, — это урочище Щёки. Оно расположено выше по течению р.Песчаной, в месте сужения долины, в пределах Алтайской горной области. Площадь этой природно-хозяйственной системы составляет примерно 26,5 га. Высота речных террас здесь достигает 200–300 м над ур.м., склонов и горных вершин — 600–800 м и более. Берега покрыты лесостепными низкорослыми и среднегорными холмисто-увалистыми ландшафтами на скальном цоколе с лессово-суглинистым покровом. В основном распространены подтаежные светлохвойные сосновые и березово-сосновые леса на серых горно-лесных почвах [4].

Урочище Щёки находится в 6,5 км к югу от с.Солоновка и представляет собой живописный каньонообразный участок долины р.Песчаной. Протяженность урочища около 2,5 км от впадения левого притока — Малышева ручья — до выхода реки из гор. Особую привлекательность берегам придают выходы горных пород в виде скал, расщелин, гротов. Свое название урочище получило от местных жителей за то, что здесь, в узкой доли-

не, крутые и высокие берега порой так близко подходят к реке, что скалы нависают над водой. Ниже урочища река делает поворот на север, минует отроги Алтая и из горной превращается в равнинную.

Живописные берега Песчаной — одно из любимых мест отдыха соловцов, жителей Алтайского края и прилегающих регионов. Уже более 10 лет каждую весну на реке проводятся краевые соревнования по технике водного туризма, на которые, кроме участников, съезжается множество зрителей. В августе 2014 г., во время наших полевых исследований здесь отдыхало большое число «диких» туристов из Омской, Новосибирской и Кемеровской областей. Практически каждая поляна на берегу реки в выходные дни обычно занята туристами. При этом специальных оборудованных стоянок нет, но имеются импровизированные костровища и туалеты. По сведениям администрации Солоновского сельского поселения, урочище также используется жителями для перегона скота на летние стоянки (выгоны). Видимо, с этим направлением хозяйственной деятельности жителей связаны небольшие одиночные домики, разбросанные по горным склонам.

Эту природно-хозяйственную систему можно назвать животноводческой с выраженным рекреационным и природоохранным уклоном.

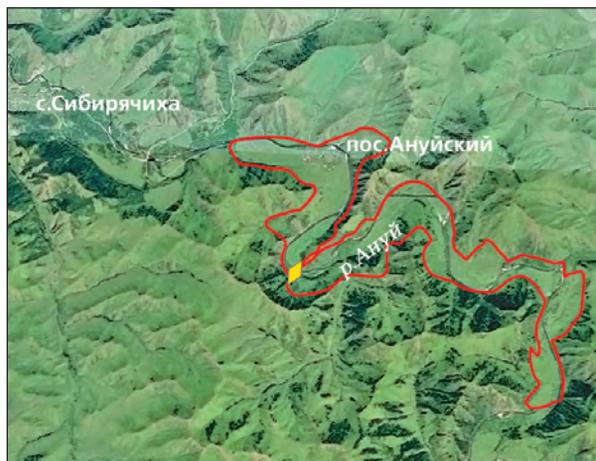


Урочище Щёки.

В результате создания водохранилища Красногородской МГЭС территория природно-хозяйственной системы урочища Щёки будет затоплена. В зону воздействия попадут земли двух кадастровых кварталов, в пределах которых все участки отведены под осуществление рекреационно-туристической деятельности и относятся к землям государственного лесного фонда.

**Сибирячихинская МГЭС** будет построена на р.Ануй в 7 км от с.Сибирячиха. Здесь распространены преимущественно кустарниково-лугово-степные ландшафты с разнотравно-злаковыми луговыми степями на горных черноземах [4]. В месте, где планируется возведение МГЭС, река сильно петляет, что создает благоприятные условия для сенокосения на террасах и склонах долины. Имеются и специальные огороженные летние пастбища. Травы здесь особенно высокие и сочные, что всегда сказывается на надох молока.

Сибирячихинская природно-хозяйственная система ориентирована главным образом на животноводство. Но, к сожалению, сегодня в местных фермерских хозяйствах царит заброшенность и застой. Некогда крупные скотные дворы разграблены и поросли крапивой. Везде чувствуется былой дух крепких животноводческих ферм, от которых теперь остались только остовы построек. В подворьях отсутствует необходимая сельскохозяйственная техника. В пос.Ануйский толь-



Планируемое местоположение Сибирячихинской МГЭС. Значком отмечено место возведения плотины, красным контуром показаны границы Сибирячихинской природно-хозяйственной системы.

ко два двора имеют новые трактора. Например, чтобы перейти реку вброд и попасть на сенокосные угодья, фермеры используют гужевой транспорт. Ранее на дороге между поселками Ануйский и Садовый через р.Ануй был протянут подвесной мост, рассчитанный на движение легковых автомобилей, лошадей и пешеходов. Но в настоящее



Сибирячихинская природно-хозяйственная система.

время мост разрушен. Поломка моста произошла, вероятно, в результате прошлых паводков. Однако, несмотря на заброшенность, в поселке работает пилорама.

В зону строительства и воздействия МГЭС попадут земельные участки общей площадью 801 га. Из них 50% используются для сельскохозяйственного производства, около 23% — для лесоразведения, еще почти 8% — для личного подсобного хозяйства. Остальные площади заняты лесными насаждениями и находятся в собственности Гослесфонда.

Строительство объекта, очевидно, приведет к изменению структуры землепользования природно-хозяйственной системы. Многие сенокосные угодья будут затоплены. С другой стороны, получение дополнительной местной электроэнергии сможет стимулировать развитие сельского хозяйства. Новая транспортная инфраструктура и дополнительная энергия существенно повысят инвестиционную привлекательность территории. Кроме того, с наполнением водохранилища появятся возможности для развития здесь туризма. Сегодня природные комплексы в окрестностях Сибирячихи посещаются туристами редко, хотя пейзажи здесь невероятно привлекательны. Наличие крупного водоема, несомненно, позволит создать инфраструктуру для спортивного и оздоровительного туризма. На водохранилище станут возможны охота, рыбалка, парусный спорт, прогулки на катамаранах, яхтах и многое другое. Продолжит развиваться система особо охраняемых природных территорий. В настоящее время здесь имеется только один памятник природы краевого значения «Степи у с.Сибирячиха» общей площадью 582 га, который создан для охраны степных растительных сообществ

с участием краснокнижных растений и высоким уровнем видового разнообразия [5]. Между тем, появление новых охраняемых природных объектов будет способствовать развитию дополнительных видов деятельности из числа сопутствующих рекреационной.

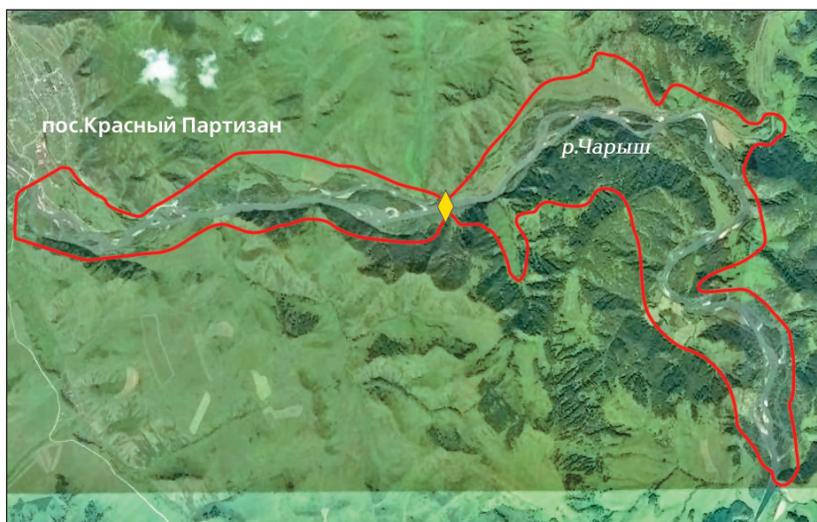
Выработка собственной электроэнергии даст возможность развиваться другим отраслям экономики, в том числе таким энергозатратным, как птицеводство и тепличное овощеводство. Кроме того, и строительство, и последующая эксплуатация гидроузла создадут новые рабочие места для жителей поселения.

**Чарышская МГЭС** будет построена на р.Чарыш, недалеко от пос.Красный Партизан. Здесь, в отличие от других районов предполагаемого строительства, отмечается большой перепад высот. На вершинах Башчелакского и Коргонского хребтов заметны гольцы и снежники. В то же время по сравнению с р.Ануй долина р.Чарыш значительно шире, а ее речные террасы более пологие, что удобнее для ведения сельского хозяйства, и в частности для земледелия.

Маршрутные исследования Чарышской природно-хозяйственной системы показали, что берега р.Чарыш и ее притоков используются в основном для выпаса скота — коров и овец. Выровненные и возвышенные участки обычно распаханы. А по склонам речной долины местные жители заготавливают сено либо собирают пищевые и лекарственные травы и ягоды. В целом природно-хозяйственная система сравнительно однородна и ориентирована главным образом на животноводство.

Под воздействием МГЭС окажутся земельные участки общей площадью 1088 га, из которых 60% свободны от прав на собственность. Остальные территории входят в состав Гослесфонда (25%), используются в сельскохозяйственных целях (15%) либо имеют категорию земель населенных пунктов (менее 0.5%).

Создание водохранилища потребует затопления 158 га пойменных лугов в долине р.Чарыш. На сегодняшний день это ценнейшие сенокосные угодья. Но вместе с тем площадь всех сенокосов Чарышского р-на составляет приблизительно 43 тыс. га, а пастбищ — 95 тыс. га. Несложно подсчитать, что площадь кормовых угодий Чарышской природно-хозяйственной системы сократится лишь на 0.1 %, что не может существенно повлиять на развитие животноводства района\*.



Планируемое местоположение нижнего бьефа Чарышской МГЭС. Значком отмечено место возведения плотины, красным контуром показаны границы Чарышской природно-хозяйственной системы.

\* <http://www.doc22.ru/information/2009-01-28-05-20-57/3530>

Напротив, дополнительная электроэнергия даст толчок развитию всех ветвей природно-хозяйственной системы. Вероятнее всего, будут электрифицированы отдаленные животноводческие фермы и стойбища, а также местные предприятия лесозаготовительной и лесоперерабатывающей отрасли. Увеличится и рекреационно-туристический потенциал Чарышского р-на.

\* \* \*

Итак, очевидно, что строительство гидроэнергетических объектов приведет к изменению структуры землепользования природно-хозяйственных систем, а в отдаленной перспективе может повлиять и на направленность их развития.

При всей позитивности социально-экономического плана (создание новых рабочих мест для жителей сельских поселений, появление дополнительного источника дешевой электроэнергии и т.д.) следует констатировать, что строительство и последующая эксплуатация гидроузлов станут причиной изменений в геоэкологическом состоянии территорий. Для устранения или минимизации их последствий предлагается комплекс последовательных и взаимосвязанных рекомендаций.

Прежде всего, необходимо провести учет и регистрацию всех имеющихся в использовании земельных участков, попадающих в зону воздействия МГЭС. Требуется оценить демографическую и хозяйственную емкость урочищ в границах природно-хозяйственных систем с целью определения предельно допустимых нагрузок на ландшафты. В смету расходов на строительство должны быть заложены выплаты компенсаций собственникам за потерю земель сельскохозяйственного назначения, в том числе используемых под пастбища и сенокосы. Такие выплаты должна получить каждая семья (каждый двор).

Следует также рекомендовать инвестору определить риск затопления территорий в случае прорыва плотины (например, с помощью методов математического моделирования). Необходимо провести альтернативную оценку затрат на компенсацию ущерба, причиненного негативным дейст-

вием воды, и затрат на переселение жителей из потенциально опасной зоны.

При затоплении земель урочищ, имеющих природоохранное и рекреационное значение, следует рассчитать высоту плотины так, чтобы как можно меньше экологически значимых участков и мест отдыха оказалось под водой. Необходимо постараться максимально учесть потребности местного населения в сенокосных и пастбищных угодьях с тем, чтобы поддержать профильную отрасль экономики — молочно-мясное животноводство, традиционно считающееся визитной карточкой предгорных районов края и обеспечивающее частичную либо полную занятость жителей.

Нужно найти способ использовать дополнительный источник электроэнергии для развития новых отраслей хозяйства (рыборазведения, парникового овощеводства и др.) и поддержания традиционных видов экономической деятельности — путем электрификации отдаленных ферм, стойбищ и стоянок. С этой целью рекомендуется разработать комплекс мер по обеспечению выгодных условий оплаты за электроэнергию, а также льготного кредитования и налогообложения вновь организованных предприятий или новых производств.

Обязательное условие перспективного развития природно-хозяйственных систем — это сохранение их высокого туристического потенциала. При правильном подходе к строительству и эксплуатации МГЭС рекреационные объекты получат дополнительные источники развития — дешевую электроэнергию, водоемы, улучшенную транспортно-инженерную инфраструктуру. Также рекомендуется предусмотреть развитие здесь лечебно-оздоровительной рекреации и сельского туризма, что, возможно, позволит снизить предполагаемый ущерб от строительства МГЭС. Однако для этого требуется заранее спланировать сеть автомобильных дорог и центров сервисно-инфраструктурных услуг.

Надо отметить, что в проектной документации предлагаемые рекомендации частично уже учтены, однако их следует расширить и, что самое главное, довести до этапа реализации. ■

**Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 13-05-98003 р\_сибирь\_а).**

## Литература

1. Государственная программа Алтайского края «Энергоэффективность и развитие электроэнергетики» на 2015–2020 годы. Утв. Постановлением Администрации Алтайского края №468 от 13 октября 2014 г.
2. Федянин В.Я., Бородин Д.В. Основные направления развития малой гидроэнергетики Алтайского края // Ползуновский вестник. 2012. №4. С.178–181.
3. Стоянцева Н.В., Резников В.Ф., Рыбкина И.Д. и др. Геоэкологические аспекты эффективного энергообеспечения удаленных территорий на основе использования возобновляемых источников энергии (на примере развития малой гидроэнергетики в Алтайском крае) // Вестник алтайской науки. 2015. №1 (23). С.259–264.
4. Атлас Алтайского края. М., 1991.
5. Памятники природы Алтайского края / Отв. ред. М.М.Силантьева, А.Н.Дубров. Барнаул, 2010.

# Бурые медведи Большого Хехцира

К.Н.Ткаченко

**Х**ехцир — островной горный массив, отделенный от ближайших отрогов Сихотэ-Алиня полосой преимущественно заболоченных, малооблесенных равнин шириной 50–75 км [1]. Западную его часть, хребет Большой Хехцир, занимает Большехехцирский заповедник. Условия жизни бурого медведя там не совсем обычны, так как заповедник находится в окружении многочисленных населенных пунктов, дачных участков, сельскохозяйственных угодий, дорог. В 15 км к северу от хребта расположен один из крупнейших городов Дальнего Востока — Хабаровск. В такой обстановке медведи приспособились к соседству с человеком: они постоянно выходят на сельскохозяйственные поля, приближаются к населенным пунктам, дачам, посещают пасеки. Во время таких «путешествий» отдельных особей отстреливают. В работу вошли данные, собранные с 1987 по 2015 г.

Согласно учетам, проведенным в 1997 и 1999 г., в Большехехцирском заповеднике обитает 20–25 бурых медведей. Плотность населения составляет 0.44–0.53 особи на 1 тыс. га [2]. В 1980-х годах численность бурого медведя в заповеднике оценивалась в 15–20 зверей [3], что близко к данным автора. Количество в 10–15 животных [4], очевидно, несколько занижено.

Окраска бурых медведей на Большом Хехцире настолько



**Константин Николаевич Ткаченко**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии животных Института водных и экологических проблем ДВО РАН (Хабаровск). Область научных интересов — экология и мониторинг хищных млекопитающих (в основном кошачьих и псовых) на юге Дальнего Востока России.

**Ключевые слова:** бурый медведь, соседство, человек, Большой Хехцир, заповедник.

**Key words:** brown bear, neighborhood, human, Big Khekhtsir, reserve.





Бурый медведь — обычный вид в Большехецирском заповеднике. Слева — особь соломенно-желтой окраски с темной холкой. Левобережная долина р.Одыр (август 2015 г.). Справа — медведь черной окраски. Правобережная долина р.Одыр (октябрь 2015 г.).

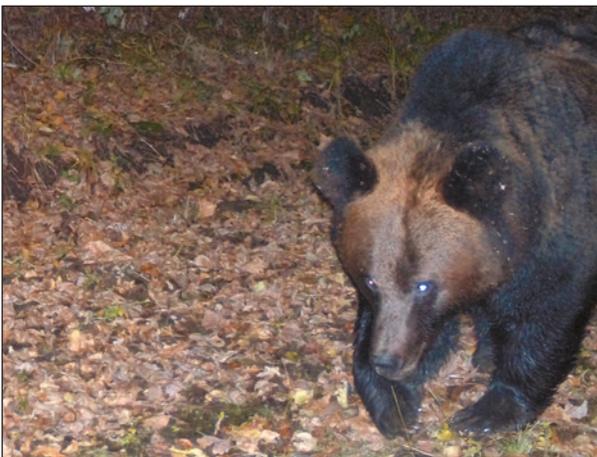
Здесь и далее фото автора

разнообразна, что даже у сходных по расцветке животных есть индивидуальные черты. Она изменяется от соломенно-желтой до черной, с множеством промежуточных типов. Голова относительно светлая или темная, причем и у светлоокрашенных особей она бывает полностью темной. Холка или темная, или в тон спины. Уши и конечности всегда черно-бурые или черные. У очень темных и черных зверей иногда отмечается размытое светлое пятно на груди и плечах.

В теплый период года медведи обитают на всей территории заповедника. Самых животных и следы их жизнедеятельности можно встретить от вершины Большого Хехцира (950 м над ур.м.) до

его подножия и на окружающих равнинах. Берлоги для залегания в зимний сон медведи, как правило, устраивают в горной местности. Но однажды, в октябре–ноябре 2002 г., одну особь добыли в берлоге, устроенной на релке (малооблесенных равнинах междуречья Кия—Чирки).

Бурый медведь поедает преимущественно растительную пищу (88 % корма — по остаткам в экскрементах,  $n = 27$ ). Он питается осоками, злаками, белокопытником, дудником, гравилатом, валерианой амурской, сердечником белоцветковым и другими растениями, а также плодами дуба монгольского, кедра корейского, ореха маньчжурского, элеутерококка колючего, калины Саржента, лещи-



Медведи промежуточной окраски. Слева — в правобережной долине р.Одыр (октябрь 2015 г.), справа — на привершинной части горы Острая, расположенной в южных предгорьях хребта Большой Хехцир (сентябрь 2014 г.).



Бурий медведь черной окраски с размытым светлым пятном на груди, заходящим на плечи. Левобережная долина р.Одыр (сентябрь 2015 г.).



Кладовая бурундука, разрытая бурым медведем (видны недоеденные желуди). Левобережная долина р.Одыр (октябрь 2010 г.).

ны разнолистной и прочих видов. Осенью важнейшие пищевые объекты, обеспечивающие достаточное накопление жира перед зимним сном, — желуды дуба монгольского и орехи кедра корейского. Животной пищи в рационе медведя гораздо меньше (12 % корма). В его экскрементах обнаруживали остатки муравьев (рыжих лесных и муравьев-древоточцев), жуков мертвоедов, изюбря, косули, барсука. На изюбрей и кабанов медведи охотятся осенью или весной, преимущественно в годы с острой нехваткой основных кормов (желудей дуба монгольского и орехов кедра корейского), однако на Большом Хехцире нападения на крупных копытных регистрируются редко. Также медведи подбирают останки жертв других хищников (тигра, волка) или туши животных, погибших по иным причинам. Осенью, особенно в голодные годы, раскапывают кладовые бурундуков. Нередко медведи выходят вблизи заповедника, где активно кормятся овсом и кукурузой молочной спелости. По словам жителя с.Киинск (12 км к югу от заповедника) С.Н.Шереметьева, в междуречье Кия—Чирки в июле 2003 г. на одном из полей, засеянных овсом, днем видели одновременно четырех особей. Питаясь недозревшей кукурузой даже вблизи населенного пункта, бурый медведь иногда мог длительное время оставаться незамеченным. Так, в августе 2007 г. в окрестностях того же села медведь в течение 7–10 дней посещал одно из полей. Вероятно, он приходил ночью. По краю поля медведь не кормился, предпочитая трапезничать в центре, поэтому никто даже не подозревал о его набегах. Хозяин поля (и госинспектор Большехехцирского заповедника) А.И.Лукин постоянно проверял свои владения по периметру: они выглядели нетронутыми. На грунтовой дороге, окружавшей поле, отпечатков лап медведя тоже не было. Когда настало время убирать урожай, Лукин был потрясен — в центре поля вся кукуруза оказалась съеденной, кругом были следы кормежки и места отдыха зверя. Осенью медведи также посещают поля с овсом и кукурузой, оставшиеся неубранными: их экскременты, содержащие остатки этих злаков, находили в южной части заповедника, которая расположена в 10–12 км от ближайших полей, засеваемых этими культурами. В питании медведя доля овса (по остаткам в экскрементах — 7 % корма) несколько ниже, чем кукурузы (11 %).

Суточная активность бурых медведей определялась по встречам с ними и с помощью фотоловушек (всего 45 регистраций). Появление животного у фотоловушки считалось за одну регистрацию вне зависимости от того, сколько именно фотографий было сделано в этот момент. Медведи активны в основном в светлое время суток (84.4 % регистраций). При этом их оживление постепенно нарастает с шести часов утра, а убывает с девяти часов вечера, однако днем, с часу до трех, их активность также снижается. Наиболее пассивны звери ночью, с полуночи до шести утра (15.6 % регистраций).

Обычно период спаривания приходится на июнь, но иногда затягивается до третьей декады июля. Самые ранние признаки гона — свежие следы самца и самки, ходивших вместе, — зарегистрированы 17 мая 2006 г. на территории между Белой Речкой и ручьем Белый. В тот же день в бассейне Белой Речки было обнаружено множество старых следов этих же зверей, но державшихся раздельно, причем рядом со следами медведицы находились следы медвежонка-второгодка (ширина отпечатка пальмарной мозоли — большой подушки передней лапы — 10 см). Очевидно, он ушел от матери после того, как она образовала пару с самцом.

Массовое залегание в берлоги происходит в ноябре, однако самцы могут бродить и в декабре. Так, 16 декабря 1999 г. на правом берегу р.Быкова отмечены свежие следы бурого медведя, шедшего по старым следам самца тигра. Первые следы вышедших из берлог медведей начинают встречаться в марте. Самая ранняя регистрация свежих следов самца бурого медведя произошла 9 марта 1996 г. в низовьях р.Цыпа. Не накопившие жировых отложений и, соответственно, не залегшие в зимний сон медведи-шатуны — крайне редкое явление в заповеднике, что отмечалось и ранее [3, 5]. Обычно даже в годы, неурожайные на основные корма, животным удается накопить достаточно жира для благополучной зимовки.

В заповеднике у бурого медведя практически нет естественных врагов, на него способен успешно охотиться только тигр. Но в настоящее время тигры не живут на Хехцире постоянно. С 2013 г. отмечаются лишь их ежегодные заходы [6, 7], приуроченные главным образом к теплоте времени года (апрель–октябрь). В 1992–2007 гг., когда на Хехцире обитала оседлая группировка тигров, к их свежим следам взрослые самцы бурого медведя относились спокойно и могли передвигаться как по ним, так и в противоположном направлении. Например, 27 ноября 1992 г. в верховьях р.Быкова бурый медведь, выйдя на след тигрицы, потоптался, а затем прошел за ней около 2 км, периодически уклоняясь в сторону. Высота снежного покрова на маршруте зверей составляла 9–14 см.

За время исследований бурые медведи редко посещали пасеки в 1988, 1993, 2007, 2008, 2010 и 2013 г. Всего за эти шесть лет они уничтожили 30 ульев. Звери навевались на три пасеки, расположенные в 60–400 м к югу от р.Чирки (южной границы заповедника) в охранной зоне,



След бурого медведя на дороге среди полей. Междуречье Кия—Чирки (май 2012 г.).

а в 1993 г. один раз — на ту, что находится у северной границы заповедника (в окрестностях рыбопитомника). Как правило, в течение теплого периода года бурые медведи посещали одно-два пчеловодных хозяйства по 1-2 раза каждое и уничтожали от одного до пяти ульев. Например, из трех пасек, расположенных в охранной зоне южной части заповедника, животные чаще обследовали ту, кото-



Этому медведю удалось накопить достаточно жира для благополучной зимовки в голодный год. Правобережная долина р.Одыр (октябрь 2015 г.).

рая находится около оз.Кривое, игнорируя соседние. Так, в июне 1993 г. медведь посетил только ее, разломав один улей, а в июле 2010 г. нападением подверглась также только она, причем дважды: в первый раз было разрушено четыре улья, во второй — один. В 2007 г., напротив, пострадали два близлежащих пчеловодных хозяйства, где зверь повредил три улья в июне и августе. Однако из этого правила были исключения: в 2013 г. два медведя настойчиво приходили на пасеку у оз.Кривое с середины мая до третьей декады июня и разрушили 12 ульев. Спустя некоторое время на этой пасеке и в ее окрестностях отстреляли двух особей. До осени визиты зверей на нее прекратились. В середине октября медведь объявился снова, перевернул один улей и ушел, не тронув содержимого. Тем не менее в подавляющем большинстве случаев бурые медведи не наносили вреда пасакам. Многократно отмечались следы, тянущиеся в десятках метров от них, но животные проходили мимо. Не-



Следы бурого медведя в окрестностях пасеки на оз.Кривое. Междуречье Кия—Чирки (сентябрь 2006 г.). В верхней левой части снимка видна релка, где располагается пасека.

редко медведи передвигались непосредственно по территориям пасек, о чем свидетельствовали отпечатки лап, но при этом ничего не трогали.

Нападения бурого медведя на домашних животных в окрестностях заповедника происходили крайне редко. Так, в июне—июле 1999 г. крупный самец убил шесть коров в окрестностях с.Киинск. В июле он ушел к с.Могилевка (11 км к югу от заповедника), где добыл еще одну корову (за пределами села), около останков которой и был отстрелян. Обычно медведи довольствуются трупами домашних животных, которые люди выбрасывают вблизи сел. Так, весной и в августе 2007 г. к ферме на окраине с.Киинск медведей привлекали туши погибших телят.

Изредка медведи могут заходить непосредственно в населенные пункты. Возможно, это связано с нехваткой пищи в естественных местообитаниях зверей, ведь тогда им приходится много перемещаться в ее поисках. Однако не всегда этим можно объяснить их поведение. Например, в конце октября — начале ноября 2013 г. медведь прошел через центр с.Киинск и направился на север к хребту Большой Хехцир. В середине ноября 1992 г. были отмечены следы бурого медведя на сантиметровом снегу, не полностью покрывавшем землю, в дачном поселке Здравница, находящемся в 6-6.5 км к югу от Хабаровска и в 8-8.5 км к северу от заповедника. Животное побродило по улицам и ушло. В обоих случаях визиты в село и в дачный поселок наносились ночью. Из средств массовой информации стало известно, что осенью 2015 г., когда был очень плохой урожай основных кормов, медведь объявился в Хабаровске, где его отстреляли.

На бурых медведей, выходящих в теплый период года из заповедника на сопредельную территорию междуречья Кия—Чирки, практикуется незаконная охота. По имеющимся данным, в 2001–2003 гг. убито 17 особей, в 2015 г. — девять. Очевидно, медведи гибнут в этом районе ежегодно, а значит, приведенные цифры занижены, так как информация собиралась не систематически. При целенаправленной охоте у добытых медведей чаще отрезали кисти и ступни или вырезали желчный пузырь, но нередко бросали вообще нетронутые туши и в единичных случаях забирали мясо. Также охота велась на зверей, начинавших выходить к летним лагерям (коровникам), которых в настоящее время больше не существует. По словам местных жителей, в них убийство отдельных животных было обычным явлением. Около лагерей пастухи, как правило, бросали трупы телят и коров, привлекавшие медведей как легкодоступная пища. Отдельные особи начинали посещать падаль и попадали под выстрел. Так, в ноябре 2001 г. были осмотрены останки двух медведей, убитых летом в окрестностях лагеря «Огонек».

Один раз медведь погиб из-за поражения электрическим током в западной части заповедника.

В мае 2000 г. вблизи устья р.Чирки (правого притока р.Уссури) на просеке линии электропередачи, где провис один из проводов, током убило двухлетнего самца изюбря и привлеченную его останками взрослую самку бурого медведя (ширина пальмарной подушки — 12,5 см). Позднее другой медведь (предположительно, гималайский) утащил труп медведицы от места гибели на 70 м в глубь леса, где и поедал (к тому времени линию электропередачи уже обесточили).

К кордонам заповедника медведи могут приближаться на несколько десятков метров даже тогда, когда в них находятся люди. Пограничные инженерно-технические сооружения на границе с Китаем не представляют для бурых медведей серьезной преграды. К фотоловушкам эти животные, как правило, относятся спокойно: не трогают вообще или ограничиваются обнюхиванием. Но бывают и исключительные случаи. Например, утром 8 ноября 1998 г. бурый медведь (ширина отпечатка пальмарной мозоли — 13 см), приблизившись к фотоловушке, установленной в левобережной долине р.Одыр, бросился в сторону воды огромными шагами, явно чего-то испугавшись. К фотографирующему устройству он свернул с тянущейся рядом минерализованной полосы (минполосы), где шел по моим вечерним следам, слегка присыпанным ночным снегом. Судя по снимкам отдельных частей тела, именно бурый медведь 15 октября 2014 г. сильно повредил фоторегистратор, установленный в окрестностях вершины горы Острая (южные предгорья Большого Хехцира) и найденный 7 мая 2015 г. примерно в трех метрах от дерева, к которому крепился.

На Большом Хехцире при встречах с людьми бурые медведи, как правило, уходили или не спеша убегали. Иногда, перед тем как отступить, зверь вставал на задние лапы. Однако приведу четыре случая из личной практики, когда встречи с этими животными не ограничивались наблюдением за уходящим зверем с безопасного расстояния. Описанные ниже эпизоды могли привести к неприятным последствиям, в том числе и для автора.

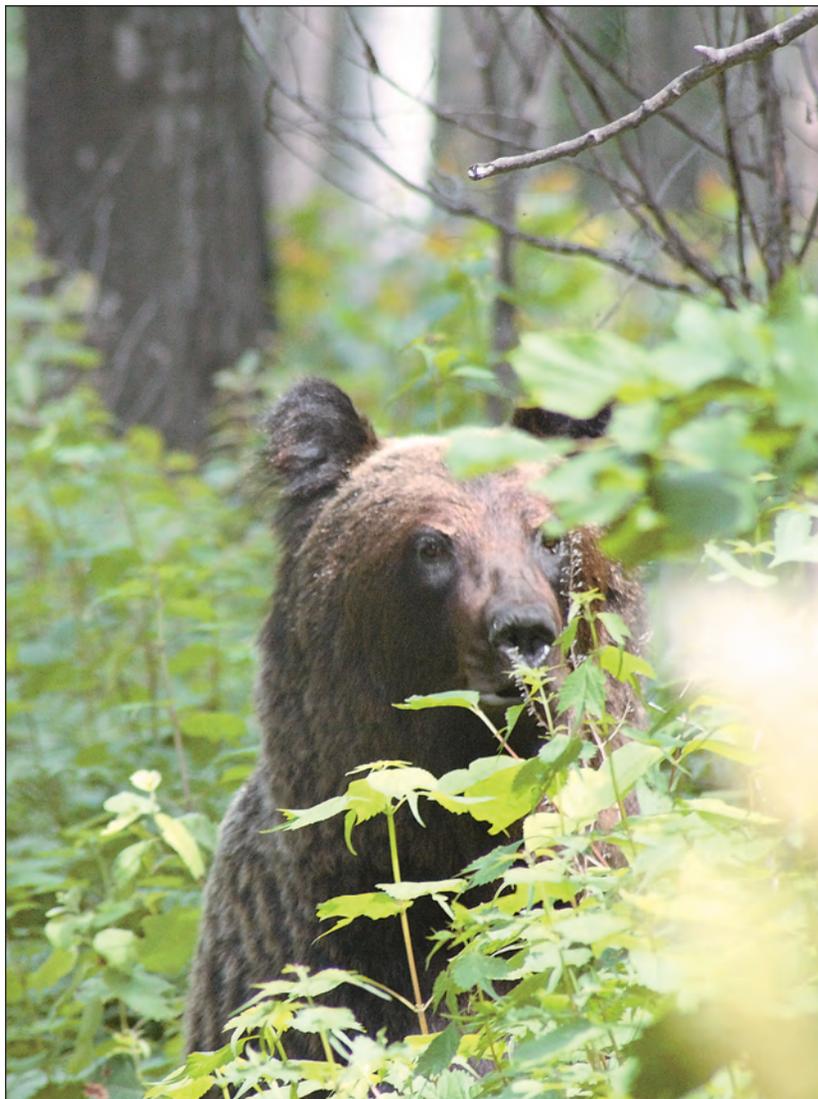
Первый случай — пример настойчивого преследования бурого медведя (что делать нежелательно). Мы с бывшим научным сотрудником заповедника С.Н.Хлебасом непреднамеренно догнали медведя, пройдя по его следам на минполосе около 2 км. Это произошло 7 июня 1988 г. около шести часов вечера на территории между ручьем Золотой и р.Пилка. Стояла ясная погода. Медведь прошел незадолго до нас в сторону реки, на что указывали свежие следы. Очевидно, это был взрослый самец (ширина отпечатка пальмарной подушки — 15 см). Увидев зверя издалека, мы приблизились к нему примерно на 30 м и, стараясь сохранять эту дистанцию, преследовали в течение 15 мин. Медведь, двигаясь по минполосе, периодически сворачивал в лес и скрывался из виду. Выйдя в очередной раз из леса, он остановился



Следы бурого медведя, шедшего по следам автора. Минполоса в левобережной долине р.Одыр (ноябрь 1998 г.).



Фотоловушка, поврежденная бурым медведем 15 октября 2014 г. в окрестностях вершины горы Острая (май 2015 г.).



Медведь, сфотографированный через несколько мгновений после броска на автора и Б.И.Горбачёва. Бассейн Белой Речки (июль 2010 г.).

поперек полосы и посмотрел на нас. Потом повернул и, пройдя в прежнем направлении около 10 м, приблизился к дереву, растущему на обочине, встал на задние лапы (почти спиной к нам) и потерял об него. Затем снова вышел на минполосу, прошел немного в прежнем направлении и свернул к р.Чирки.

Второй пример, когда необдуманные действия людей могли закончиться для них нехорошо. Встреча с семьей бурых медведей произошла в десятом часу утра 18 июля 1989 г. на левобережье ручья Золотой, вблизи его устья. Ночью прошел дождь, и в лесу было сыро, небо оставалось затянутым тучами. На минполосе, по которой пролегал наш с Хлебасом маршрут в направлении р.Усури, в 15-20 м от себя мы увидели черного медведя, стоявшего к нам спиной (лишь переносица у него оказалась коричневой). Неожиданно к жи-

вотному (это была медведица) выскочили три медвежонка. Тут же вся семья направилась в нашу сторону. Два малыша по цвету не отличались от матери, а третий оказался очень светлым — голова, шея и туловище цвета соломы, ноги и уши очень темные, почти черные. Мы отступили по минполосе своим следом и свернули в сторону к растущему неподалеку дереву, намереваясь сфотографировать зверей. Обзор мешали кусты и высокая трава. Послышались шаги по луже. Животных видно не было, но они находились метрах в восьми от нас. Неожиданно наступила тишина, и в следующий момент медведица громко подобно рывкнула (учуяла наши следы). В ту же секунду звери бросились бежать с минполосы в нашу сторону, прямо через скрывавшие их заросли. Они промчались в нескольких метрах от нас, на что указывал шелест и вздрагивавшие кусты. Хлебас быстро залез на дерево, при этом «Зенит», висевший у него на груди, зацепился за сук, оторвался от футляра и упал на землю. Я не мог пошевелиться, оставшись стоять под деревом, и вдруг увидел, как подергиваются трава и кусты, скрывавшие еще одного приближавшегося медведя. Им оказался светлый медвежонок, выскочивший из травы в 1.5-2 м от меня. Он, не останавливаясь, повернул и устремился вслед за сво-

ими родственниками, исчезнув в зарослях. Мое оцепенение прошло, и я, швырнув фотоаппарат, забрался на дерево еще выше Хлебаса. Там мы провели минут пять, а возможно, и больше. Несколько раз покричали на всякий случай. Фотоаппараты, кстати, не пострадали.

Опасные ситуации также могут возникнуть, если случайно подойти к медведю очень близко. Одна из подобных встреч произошла на правобережье р.Цыпа 15 сентября 2001 г. в девятом часу утра. Было ясно, и дул сильный ветер. Я издали увидел обгорелую корягу на фоне ствола белой березы, растущей около минполосы, по которой пролегал мой путь. Приблизившись к «коряге» на расстояние 15 м (возможно, на меньшее), я резко остановился, так как ею оказались голова и шея бурого медведя, возвышавшиеся над кустами лесопедацы. Через полминуты зверь скрылся в зарос-

лях. Отступив примерно на 10 м (сначала бегом, потом, справившись с собой, шагом), я взял палку и несколько раз ударил ею по слегка наклоненному дубу. Через мгновение выяснилось, что медведей двое (самка и медвежонок-сеголетка): они встали на задние лапы в нескольких метрах от меня. Несколько секунд мы смотрели друг на друга с противоположных сторон минполосы. Мне снова пришлось бить палкой по дубу и даже кричать — и животные убежали. Однако, удалившись на 100 м в сторону р.Цыпа, они еще раз остановились, встав на задние лапы. Мне вновь пришлось колотить палкой по дереву — только после этого звери скрылись окончательно.

Иногда опасная ситуация складывается, когда встреча накоротке происходит неожиданно — как для медведя, так и для человека. Подобные обстоятельства сложились 7 июля 2010 г. в четвертом часу дня. При этом казалось, что медведя не мог понять, кто перед ним. Мы со старшим годинспектором заповедника Б.И.Горбачёвым не спеша шли к Белой Речке (до нее оставалось около 1.5 км) с кордона на ручье Белый по центральной минполосе, негромко разговаривая. Неожиданно на минполосу в 15 м от нас вышел бурый медведь и, встав на задние лапы, стал на нас смотреть. Немного погодя он опустил на четыре лапы и скрылся за стоящим рядом кустом. Мы не двигались. Через мгновение он появился снова, и все повторилось почти так же, как и в первый раз, с той лишь разницей, что, опустившись на четвереньки, зверь сделал бросок в нашу сторону. Гор-

бачёв громко крикнул, медведь тут же остановился и, вновь встав на задние лапы, стал смещаться за куст. В этот момент я его сфотографировал. Горбачёв уже приготовил карабин к стрельбе. Спустя несколько секунд зверь предстал перед нами в третий раз. Его действия были такими же, как и в начале встречи, и он так же ушел за куст. Заросли скрывали от нас животное. Мы стояли по разные их стороны секунд тридцать. Вдруг медведь понесся от нас не разбирая дороги. Треск стоял такой, будто он сметал на своем пути толстые ветви или небольшие деревья. Такого панического бегства медведя мне ранее наблюдать не приходилось.

Из приведенных примеров видно, что в большинстве случаев опасные ситуации при встречах с бурым медведем вызывают сами люди. Тем не менее неспровоцированные нападения медведя на человека случаются, и хотя они очень редки, однако происходили во все времена [8]. В Большехехцирском заповеднике и его окрестностях подобные трагедии не отмечались.

Длительное существование заповедного режима на хребте Большой Хехцир обеспечило сохранение в лесах бурого медведя. В условиях заповедника он приспособился жить в непосредственной близости от людей. Такое соседство оборачивается для него как пользой (дополнительной пищей — кукурузой, овсом и др.), так и злом (гибелью отдельных животных). Популяция бурого медведя на Хехцире стабильна, и хочется надеяться, что так будет продолжаться долгое время. ■

## Литература

1. Васильев Н.Г., Матюшкин Е.Н., Купцов Ю.В. Большехехцирский заповедник // Заповедники СССР. Заповедники Дальнего Востока СССР. М., 1985. С.130–146.
2. Ткаченко К.Н. Численность бурого медведя в заповеднике «Большехехцирский» (Хабаровский край) // V Дальневосточная конференция по заповедному делу, посвященная 80-летию со дня рождения академика РАН А.В.Жирмунского (Владивосток, 12–15 октября 2001 г.): Материалы конференции. Владивосток, 2001а. С.282.
3. Макаров Ю.М., Тагирова В.Т. Крупные хищники Большехехцирского заповедника // Териологические исследования на юге Дальнего Востока. Владивосток, 1989. С.134–136.
4. Долгих А.М., Черных П.А., Ткаченко К.Н. Млекопитающие // Флора и фауна заповедников. Позвоночные животные Большехехцирского заповедника. Вып.53. М., 1993. С.45–55.
5. Казаринов А.П. Фауна позвоночных Большехехцирского заповедника // Зоогеография. Вопросы географии Дальнего Востока. Вып.11. Хабаровск, 1973. С.3–29.
6. Ткаченко К.Н. Новые заходы амурских тигров (*Panthera tigris altaica* Temminck, 1844) на хребет Хехцир (Хабаровский край) // Амурский зоологический журнал. 2014. Т.6. №3. С.317–318.
7. Ткаченко К.Н. Волк (*Canis lupus*) в Большехехцирском заповеднике и его окрестностях (Хабаровский край) // Зоологический журнал. 2015. Т.94. №8. С.938–943.
8. Кречмар А.В. Еще раз о медведях и фотографах // Природа. 2009. №10. С.57–63.

# Зарождение творчества: загадки неандертальцев

Е.Н.Панов

В этой части статьи\* речь пойдет о европейских популяциях неандертальца (*Homo neanderthalensis*), образ жизни которых десятилетиями реконструировали антропологи и археологи разных стран Европы. Мне придется оставить в стороне так называемых азиатских неандертальцев, к изучению которых ученые из Института археологии и этнографии СО РАН (Новосибирск) приступили в 1982 г. В Денисовской пещере на Алтае были обнаружены многочисленные следы присутствия гоминид, названных «денисовцами». Считается, что они представляют собой популяцию, сестринскую европейским неандертальцам. Разделение этих двух эволюционных ветвей произошло около 400 тыс. лет назад\*\*.

Основные сведения о быте и обычаях неандертальцев, а также о причинах их исчезновения с лица нашей планеты наиболее полно обобщены в статье британского археолога У.Девиса [1], которую я взял за основу дальнейшего рассказа.

По мнению палеоантропологов и генетиков, первые люди с чертами неандертальцев появились в Европе около 600 тыс. лет назад [2], но расцвета они достигли много позже — примерно между 115 и 35 тыс. лет назад,



**Евгений Николаевич Панов**, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории сравнительной этологии и биокоммуникации Института проблем экологии и эволюции имени А.Н.Северцова РАН. Лауреат Государственной премии РФ «За фундаментальные исследования в области коммуникации и биосоциальности животных» (1993). Научные интересы связаны с эволюцией поведения животных.

**Ключевые слова:** неандертальцы, демография, погребальный обряд.  
**Key words:** neanderthals, demography, funerary rites.

в период последнего оледенения (считается, что многие особенности *H.neanderthalensis* сформировались именно под влиянием тяжелых условий среды). Ближе к концу этой эпохи, начиная с 70 тыс. лет назад, общая численность неандертальцев, по анализу митохондриальной ДНК (мтДНК), оставалась низкой. Их репродуктивный потенциал оценивался по числу женщин детородного возраста — всего лишь от 3 тыс. до 12 тыс. на весь огромный ареал вида. Предполагается, что популяция состояла из пространственно разобщенных групп и что в Западной Европе их было примерно 12. Эти разреженные субпопуляции невысокой численности находились под устойчивой угрозой вымирания, и некоторые, действительно, терпели крах. А такая демографическая ущербность, вкупе с давлением со стороны неблагоприятных условий среды, заставляла неандертальцев все время быть начеку и проявлять максимальную, как принято ныне говорить, креативность. Об этом ясно свидетельствуют успехи, которых им удалось достичь около 40 тыс. лет назад, к моменту появления конкурентов — архаичных *H.sapiens*. Приведу несколько примеров.

## Охотничье мастерство

В отличие от обитателей пещеры Бломбос, чей рацион, напомним, отличался богатым разнообразием, неандертальцы были охотниками, которые специализировались на добыче крупного зверя. Разумеется, на стол шло все, что так или иначе пригодно в пищу, — и животного, и растительного происхождения [3, 4]. Но спектр главных

\* Начало см.: 2016. №7. С.41–49.

\*\* Подробнее см.: Гельфанд М.С. Геном неандертальца: открытые вопросы // Природа. 2016. №1. С.27–35.

жертв ограничивался всего лишь двумя видами травоядных — северным оленем (*Rangifer tarandus*) и бизоном (*Bison priscus*). Это значит, что при поисках добычи промысловик приходилось преодолевать значительные расстояния, а затем переносить тушу убитого зверя за километры к постоянному месту жительства. И лишь изредка ее разделявали на месте удачной охоты.

Основным методом изготовления орудий повсеместно в ареале неандертальцев была технология мустье (М). Снабжать каменные изделия рукоятками они научились около 200 тыс. лет назад на Ближнем Востоке и, вероятно, ненамного позже в Европе. Близ Бонна (Западная Германия) была найдена открытая стоянка неандертальцев возрастом более 120 тыс. лет. Обнаружено место, где располагался очаг и временное укрытие типа вигвама. На тыльных поверхностях каменных орудий, найденных здесь в изобилии, присутствовали следы березового дегтя — смолистого вещества, покрывающего почки березы (пчелы используют его для приготовления прополиса). У археологов

не вызывает сомнения, что он использовался обитателями лагеря для крепления деревянных рукояток к каменным изделиям. Другие подобные артефакты среднелепистоценового возраста обнаружены в заброшенных карьерах Кампителло (Центральная Италия) и Кенигсо (Германия) [5, 6].

Уже в среднем палеолите, на разных его временных отрезках, в отдельных локальных популяциях осваивались приемы, очень похожие на те, которые археологи считают характерными для гораздо более поздних индустрий — М4 и даже М5 (рис.1). Первую из них (М4), названную по преобладанию артефактов типа «ножей» и «ножичков», долгое время рассматривали как инновационный шаг вперед, предпринятый людьми современного типа только в верхнем палеолите. Но сейчас накапливается все больше свидетельств того, что такого рода орудия умели мастерить и неандертальцы. Как пишет Девис, в среднем палеолите техника обработки камня при изготовлении артефактов этого типа не всегда приводила к высокой степени отточенности их форм, но некоторые набо-

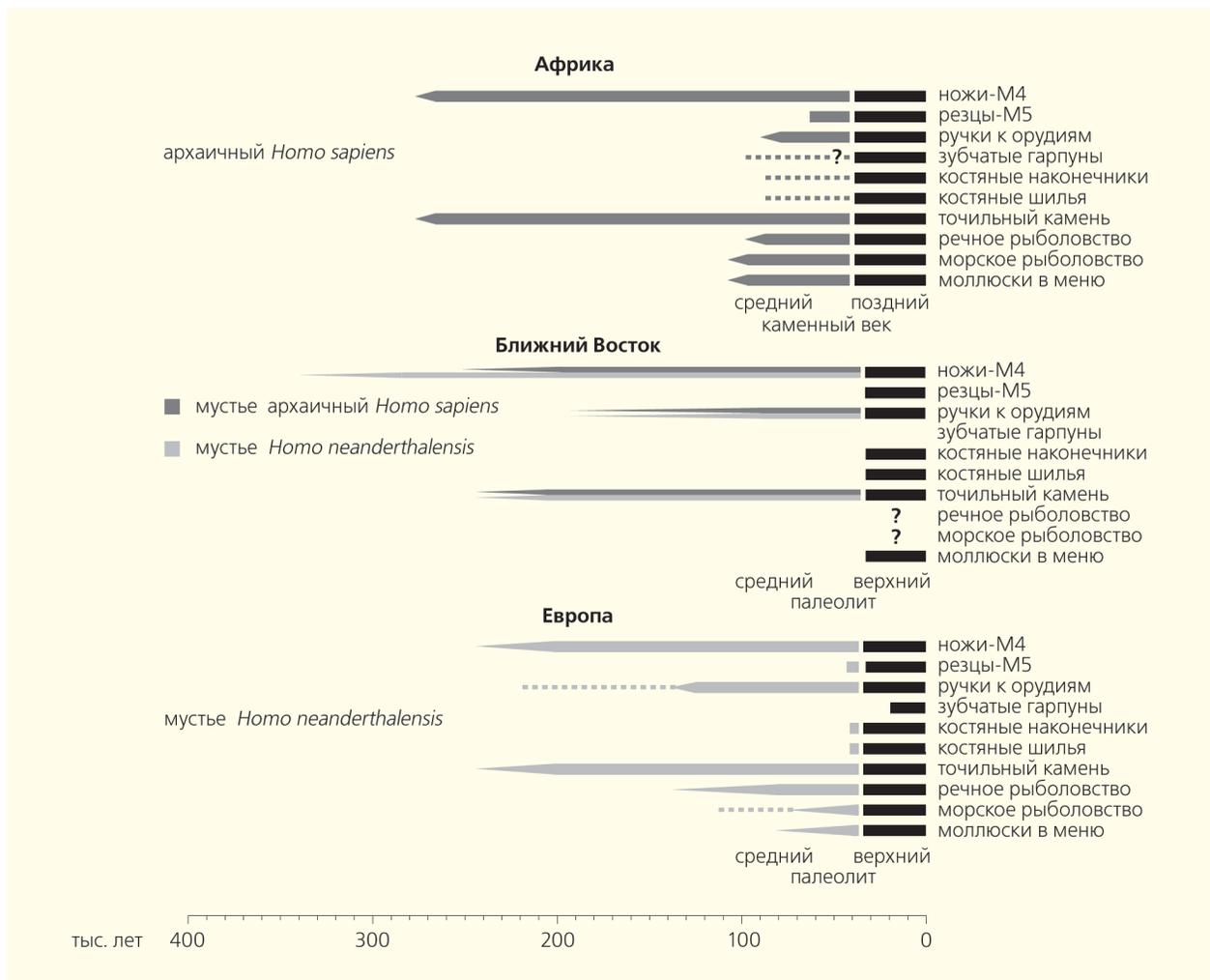


Рис.1. Хронология появления инноваций в сфере материальной культуры в разных регионах Старого Света (по: [7], с изм.).

ры таких орудий выполнены в «верхнепалеолитическом стиле» клинков, концевых скребков и резцов. Напомню, что резцы характерны как раз для наиболее продвинутой технологии М5. Среди изделий, принадлежащих неандертальцам, обнаружены «наноостроконечники» (длиной менее сантиметра) — явное, по мнению автора, свидетельство того, что эти гоминиды обладали немалой сноровкой и точностью мастерства.

Особенно продвинутыми считают такие региональные варианты мустьерских технокомплексов, как шательперон, практиковавшийся обитателями пещер на юго-западе Франции и прилежащих территориях нынешней Испании, и уллуцо, характерный для неандертальцев Аппенинского п-ова.

К инновациям в материальной культуре неандертальцев следует отнести также использование ими кости как материала для изготовления инструментов. Не все исследователи разделяют эту точку зрения. Сторонники ее утверждают, что такие орудия принадлежат первым пресapiенсам, селившимся в пещерах, которые ранее служили местами обитания неандертальцев. Противники такой трактовки находятся сегодня в большинстве и утверждают, что костяные шилья появились в инвентаре европейских *H.neanderthalensis* в самом конце среднего палеолита (около 40 тыс. лет назад). О том, чем и как аргументирована эта позиция, будет сказано далее.

Немаловажно и то, что подобные прорывы в технологии зачастую оказывались «короткоживущими», словно бы их изготовители не отдавали себе ясного отчета в полезности такого рода инноваций. Во всех аналогичных случаях происходил довольно быстрый возврат к наиболее устойчивой, традиционной индустрии мустье. На поздних этапах существования неандертальцев она выступала в том ее варианте, который археологи именуют шательпероном. Эта ограниченность в способности удержать и развить собственные новоприобретения материальной культуры Девис называет стеклянным потолком неандертальцев. А другой видный исследователь, американский археолог Н.Конард, уверен в том, что именно это обстоятельство оказалось одним из важнейших факторов, которые привели в конечном итоге к неспособности *H.neanderthalensis* выдержать конкуренцию с пришлыми *H.sapiens* [7].

### Уклад повседневной жизни

О том, из каких ячеек могла состоять локальная популяция неандертальцев, говорит уникальная находка в пещере Эль-Сидрон (север Испании). В ней обнаружили останки сразу 12 индивидов: трех мужского пола, стольких же женского, трех подростков и трех детей в возрасте 2–3, 5–6 и 8–9 лет. Одна гипотеза состоит в том, что все они погибли одновременно в результате катастрофы, напри-

мер, обвала каменной глыбы с крыши убежища. Произошло это примерно 41–37 тыс. лет назад. Согласно другому предположению, все члены коллектива были убиты снаружи компанией каннибалов, которые унесли трупы в пещеру, где и съели их. На счастье генетиков, условия в месте упокоения этих неандертальцев были чрезвычайно благоприятны для сохранения некоторых тканей тела. Из них извлекли образцы мтДНК, что позволило прийти к следующим выводам. Мужчины имели сходные гаплотипы и были, вероятно, братьями. Женщины же оказались неродственными друг другу. Дети принадлежали разным матерям. Иными словами, предполагается, что у неандертальцев система социосексуальных связей была патрилокальной, т.е. основой ячейки была группа самцов, а самки перемещались сюда из коллективов, где они родились (так происходит у многих видов млекопитающих, и у шимпанзе в частности) [8]. Таким образом, можно предположить, что локальная популяция складывалась из групп численностью 10–20 особей, живших большую часть времени изолированно друг от друга, но составлявших звенья разветвленной социальной сети.

Археологи пытались выяснить, как такая группировка могла использовать площадь своего жилища. Ученые основывались на данных, полученных при тщательном изучении большого числа пещер: одна на территории современной Португалии, две в Испании, свыше десяти во Франции, две в Украине и одна в Израиле.

Организация жилого пространства, как оказалось, подчинялась в общем принципу «центробежного» использования. Суть его в том, что обитатели пещеры расчищали ее центральную зону, так что все ненужное оказывалось на периферии. В этом отношении здесь есть немало общего с поведением многих из нас, у кого балкон квартиры оказывается со временем буквально забитым всяким хламом, который, может быть, «понадобится когда-нибудь потом». Поэтому напрашивается мысль, что расчистка центра жилища не преследовала у неандертальцев задачу сделать помещение более комфортным, но была следствием подсознательного желания не наступать все время на осколки камня и прочие отбросы.

Раскопки в пещере Кебара (Израиль), где найден наиболее хорошо сохранившийся скелет неандертальца, отчетливо свидетельствуют о том, что в период между 60 и 44 тыс. лет до нашего времени неандертальцы интенсивно пользовались огнем для обогрева и освещения жилища, а также для готовки. Толщина культурного слоя с большим количеством древесного угля и пепла составляет здесь около 4 м. Иногда (вероятно, в хорошую погоду) костер для приготовления пищи разжигали у самого входа в пещеру [4, 10]. По мнению К.Харди, активность, связанная с использованием огня, очень сильно сократилась в период от 36 до 32 тыс. лет [4].

## Захоронения

К 2005 г. палеоантропологи располагали останками 134 европейских и ближневосточных неандертальцев разного пола и возраста [11]. (Двадцатью годами ранее речь шла о 206 находках: 40 скелетах и 166 отдельных фрагментах [12].)

В 1908 г. в пещере Ля-Шапель-о-Сен во Франции был обнаружен один из первых полных скелетов. Это навело ученых на мысль, что у неандертальцев уже в период между 56 и 47 тыс. лет назад существовали специальные похоронные ритуалы. Старый беззубый индивид покоился на спине в продолговатой ямке глубиной около 30 см. Ноги согнуты и колени подтянуты к груди. Эту позу некоторые истолковали так, что ее сознательно придали покойнику, имитировав тем самым положение эмбриона в утробе матери.

Действительно ли неандертальцы хоронили умерших, исполняя некие ритуалы? Интерес к этому вопросу вспыхнул с новой силой в два последних десятилетия прошлого века. К тому времени множество новых находок свидетельствовали как будто бы в пользу такой возможности. Например, вместе с останками ребенка было обнаружено большое количество цветочной пыльцы [13]. Авторы находки утверждали, что тело покойного осыпали цветами, а один из наиболее упорных скептиков, американский археолог Дж.Соммер, настаивал на том, что цветущие растения скорее могли натаскать сюда грызуны — персидские песчанки (*Meriones persicus*) [14]. Противники идеи поставили под сомнение также и намеренность захоронения в Ля-Шапель-о-Сен, а защитники гипотезы в ответ вновь изучили это место, намереваясь доказать, что углубление, в котором покоились кости, было не естественным, а выкопано силами соплеменников умершего [15].

Лишь в самые последние годы отношение научного сообщества палеоантропологов к теме захоронений у неандертальцев изменилось коренным образом. Все больше ученых оказывается на стороне нескольких энтузиастов, которые изначально пришли к выводу, что похороны умерших у этих гоминид представляли собой значимую социальную традицию. Среди тех, кому удалось переломить устойчивый скепсис противников гипотезы, назову профессоров университетов, Барселонского и Джорджа Вашингтона, — Ж.Зилхао и Ф. д'Эррико. Им и их коллегам принадлежит основная заслуга в формировании новой парадигмы, стирающей качественные грани между когнитивными способностями пресapiенсов Африки и неандертальцев Евразии [7, 16].

Археолог из Лейденского университета Д.Коутаманис обобщила сведения о 29 захоронениях возрастом от 130 до 28 тыс. лет. Из них в 15 обнаружены останки одиночек, в прочих похоронены от двух до 30 индивидов разного пола и возраста [17]. Автор четко оговаривает те особен-

ности мест погребения, которые могли бы указывать на то, что соплеменники умершего намеренно осуществляли здесь похороны.

В этом отношении особенно интересные результаты дали раскопки на юго-западе Франции, в департаменте Дордонь. Здесь в обширной нише (площадью примерно 10×6 м) под навесом скалы было найдено коллективное захоронение, датированное 70–60 тыс. лет до н.э. Оно получило у археологов название Ла-Ферраси. В трех разных местах на удалении 2–3 м друг от друга находились останки шести индивидов, уложенных по двое рядом, а в стороне от них — еще одного.

Все скелеты, кроме одного, покоились в углублениях, соответствующих по величине размерам скелетов, которые принадлежали особям разного возраста. Одна из могил выглядела как почти правильной формы четырехугольник, и все они были ориентированы по длине в направлении восток–запад.

Останки, лежавшие параллельно в полуметре друг от друга под нависающей стеной в дальнем левом углу укрытия, принадлежали взрослым мужчине и женщине. Положение их тел одинаково, головы сближены. Под головой одного индивида лежал большой плоский камень, а два других таких же — по бокам верхней части туловища. Под этим скелетом нашли кусок кости с «гравировкой» в виде параллельных линий (рис.2).

В двух овальных могилах почти одинаковых очертаний, расположенных ближе к середине ук-

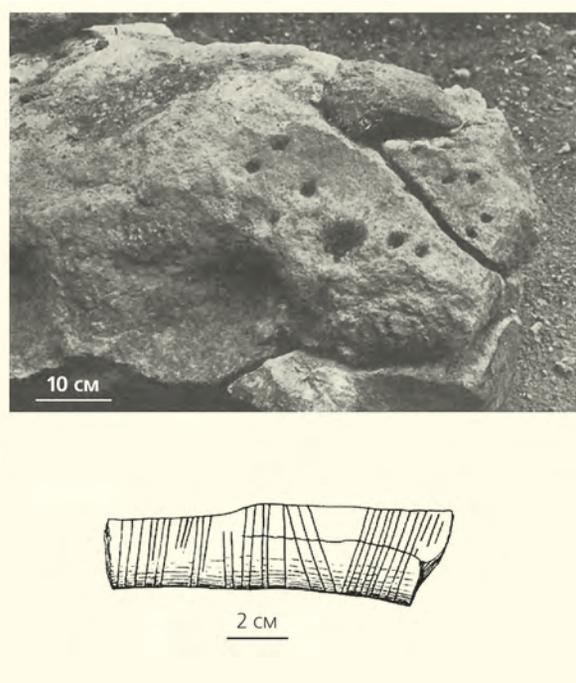


Рис.2. Артефакты из захоронений Ла-Ферраси: «узор» из углублений на камне (вверху), прикрывающем могилу, и кусок кости с «гравировкой» в виде параллельных линий [16].

рытия, лежали останки 10-летнего ребенка и новорожденного. Неподалеку были подготовлены еще две пустовавшие могилы. В них нашли кости животных и несколько каменных орудий, искусно обработанных. Третья пара останков в соседних углублениях (в 3 м от предыдущих) принадлежала двухлетнему ребенку и другому, недоношенному. Около второго археологи обнаружили три каменных скребка.

В 3 м от этих захоронений располагались шесть углублений неправильной треугольной формы. В одном из них, размером 1,4×0,3 м покоились останки трехлетнего ребенка. Рядом лежали три хорошо выполненных орудия мустьерского типа, а прикрыта могила была плоским камнем, на нижней стороне которого выбиты 18 попарно расположенных углублений.

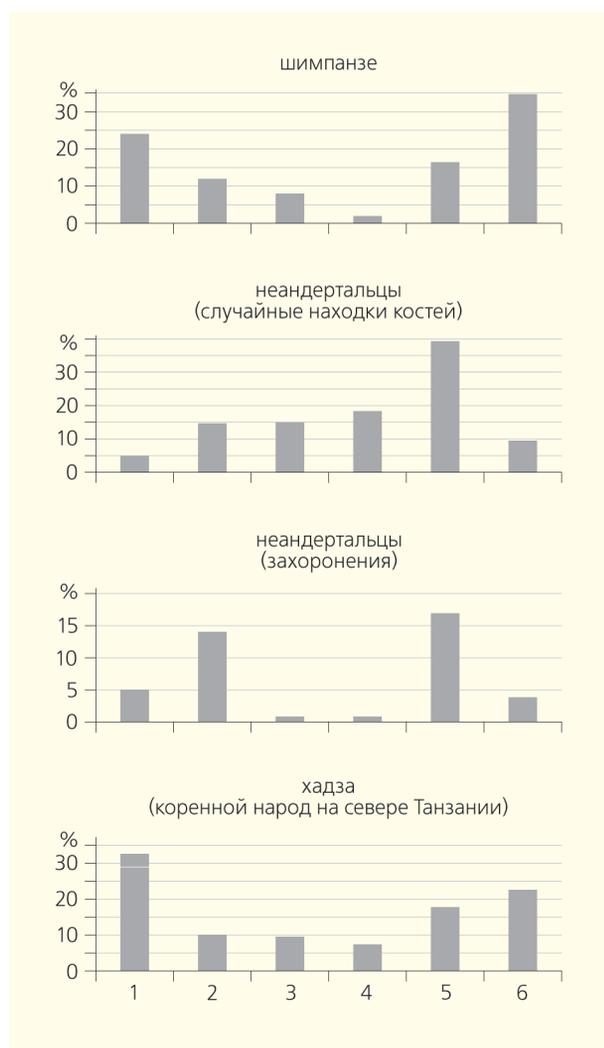


Рис.3. Динамика смертности у неандертальцев, построенная на материалах различных захоронений, а также у современных охотников-собирателей (хадза) и у шимпанзе: 1 — новорожденные, 2 — грудные, 3 — дети, 4 — подростки, 5 — взрослые, 6 — старики (по: [18], с изм.).

Я столь подробно описываю это первобытное кладбище, чтобы читатель не усомнился в том, что захоронения были выполнены намеренно и с очевидным пиететом в отношении умерших. Особенно трогательно, как мне кажется, бережное отношение к телам не только взрослых и юных членов общины, но и к ребенку, погибшему во время родов. Это, несомненно, указывает на очень высокий уровень социальных связей и солидарности между членами группировки и на существование похоронных обрядов. Предполагается, что все покойники находились в родственных связях, а дети были потомками взрослой пары. Это дает основание допустить возможность существования у неандертальцев нуклеарной семьи [15]. Впрочем, и сам автор публикации не уверен в том, что похоронена именно семейная группа.

Коутаманис проводит четкую грань между такими понятиями, как «захоронение вообще» и «персональная усыпальница», и убедительно показывает, что все семь могил в Ла-Ферраси следует отнести именно ко второй категории. Другие авторы сосредоточились на деликатно-уважительном отношении неандертальцев к детям [18]. Эти авторы пишут: «Детальное изучение детских захоронений показало, что неандертальцы могли с особым вниманием относиться к похоронам юных членов общества. Более трети всех захоронений содержат останки детей младше четырех лет». Но, как считает Дж.Зилхао, эта пропорция заметно уменьшилась в последующие эпохи, например в верхнем палеолите [11].

Большое количество захоронений маленьких детей у неандертальцев может создать неверное представление о высокой смертности в их популяциях. Можно было бы предположить, что два пика смертности приходились здесь на периоды раннего детства и возмужания (рис.3). Однако такой вывод противоречит данным, основанным на частоте находок скелетов индивидов разного возраста. Анализ этих материалов подтверждает лишь существование второго пика. Преобладание в выборках индивидов на ранних стадиях взрослости объясняют факторами повышенного «демографического стресса», а малое число старых индивидов — тем, что они, как полагают, редко умирали естественной смертью в своих жилищах [12]. В общем, создается впечатление, что имеющихся данных по динамике смертности у неандертальцев недостаточно, чтобы делать какие-либо окончательные заключения.

### Красители и амулеты

Исследования последних лет рассеяли сомнения если не всех, то большинства скептиков, в том, что неандертальцы все же хоронили умерших, причем вне зависимости от их возраста и социального статуса. Даже ребенка, погибшего до или во время

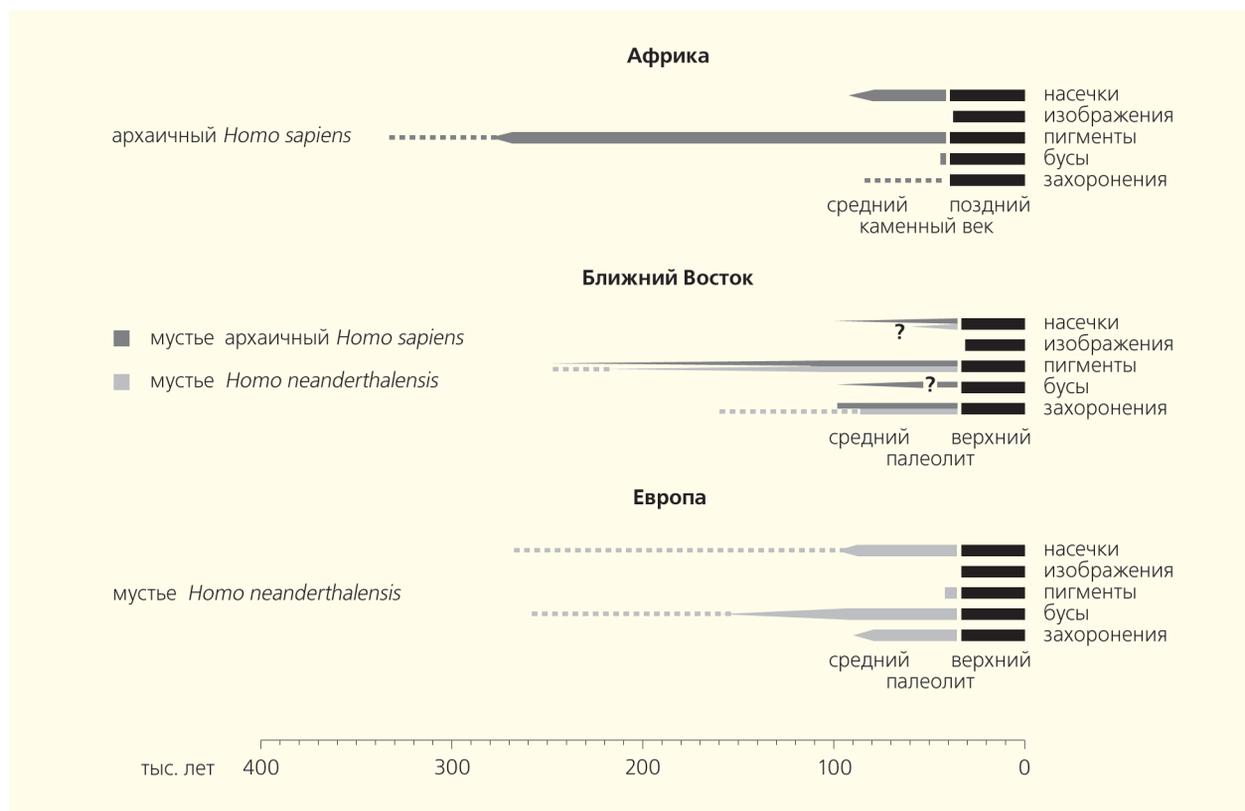


Рис.4. Хронология появления инноваций символического характера в разных регионах Старого Света (по: [7], с изм.).

родов, считали равноправным членом коллектива, который должен быть предан земле в соответствии с традиционными обрядами, требующими неперемногого выполнения. Эти открытия заметно усилили позиции тех ученых, которые и раньше настаивали на существовании у неандертальцев таких проявлений, которые казалось невозможным объяснить чисто утилитарными потребностями выживания.

Напрашивается мысль, что в той социальной обстановке, которую рисуют нам традиции захоронения умерших, немаловажное значение приобретает потребность субъекта в самоидентификации. Оставаясь членом коллектива, индивид подсознательно стремится выделиться на фоне других его членов. Простейшим способом самовыражения личности оказываются все те проявления ее активности, которые так или иначе подпадают под понятие «творчество». В современном обществе примером тому может служить формирование собственного имиджа посредством выбора одежды (в самом широком смысле этого слова), прически и макияжа. У неандертальцев аналогом всего этого могли быть раскраска тела и/или лица, а также использование украшений.

Именно с этих позиций археологи-новаторы трактуют присутствие в пещерах неандертальцев запасов минеральных красителей и таких артефактов, как продырявленные клыки крупных млекопи-

тающих и просверленные раковины моллюсков. Первые использовались в качестве подвесов-амuletов, а из вторых изготовляли бусы. И так, здесь мы видим полную аналогию с многочисленными находками такого рода в пещере Бломбос и в других подобных ей убежищах Южной Африки. С той лишь существенной разницей, что все тамошние артефакты были продуктами деятельности не «диких» неандертальцев, но архайческих представителей нашего вида *H.sapiens* (рис.4).

Точка зрения, согласно которой нет принципиальной разницы между уровнем духовности и когнитивных возможностей двух разных популяций гоминид, живших одновременно на разных континентах, не встречает однозначной поддержки у всех без исключения палеоантропологов. Среди них пока еще немало таких, кто не склонен отказываться от убеждения, сложившегося на ранних этапах становления этой науки. Суть его в бесспорной «примитивности» неандертальцев по сравнению с теми гоминидами, имя которых «звучит гордо». Вот как названа статья одного из таких консерваторов: «Символизм и персональные орнаменты у неандертальцев: надувание мыльного пузыря?» [19]. О том, как сторонники противоположной, новаторской, позиции пытаются отстаивать ее достоверность, речь пойдет ниже, после того как мы познакоимся с конкретными фактами, работающими в пользу выдвинутых представлений.

## И снова охра!

Недавние раскопки в Нидерландах (Маастрихт-Бельведер) показали, что еще около 250–200 тыс. лет назад неандертальцы выскивали кусочки породы, содержащие оксид железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) за десятки километров от своих жилищ и доставляли находки туда. Было это в то самое время, к которому относятся наиболее ранние свидетельства того же самого образа действий у пресapiенсов Южной Африки. Европейские гоминиды собирали помимо охры минералы с окислами марганца, которые могли использоваться для выделки черного пигмента и разных оттенков коричневого [20].

Запасы веществ, пригодных для изготовления красителей, обнаружены археологами более чем в 40 прибежищах неандертальцев в Европе, где те жили в период между 60 и 40 тыс. лет назад, т.е. до самого конца среднего палеолита. Например, на стоянке Пеш-дель-Азе во Франции нашли более 500 небольших фрагментов диоксида марганца общим весом около 750 г. На половине из них видны следы практического использования, и, кроме того, обнаружен камень, которым скребли эти минералы [21].

Вообще говоря, неандертальцев больше привлекали черные пигменты. Красные же обычны в культурных слоях нескольких пещер на севере Испании (Куэва де лос Авионес и Куэва Антон). Обитатели пещеры Куэва де лос Авионес добывали охру в 3–5 км от жилья, а за минералом натрояррозитом с содержанием желтого пигмента они отправлялись еще дальше (7 км). Все варианты красителей оказались особенно обильными в убежище Грот-дю-Ренн (Франция). Здесь археологи собрали 18 кг таких материалов для изготовления краски.

Охру использовали для окрашивания раковин моллюсков, которые шли на изготовление бус, и, как предполагается, в качестве макиажа на неандертальских стоянках Южной Европы (Испания, Франция и Италия). То же самое практиковали обитатели пещер Схул и Кавзех на территории современного Израиля. Палеонтологический возраст гоминид, живших в этих пещерах, определяют сегодня как 130–90 тыс. лет. Вопрос состоит в том, использовались ли названные традиции употребления красителей только пресapiенсами, пришедшими сюда из Африки, или же аналогичное поведение было ранее свойственно также неандертальцам, жившим здесь до их появления. В пользу первого предположения свидетельствуют останки гоминид, обнаруженные в этих убежищах. С другой стороны, индустрия каменных орудий (мустье-леваллуа), найденных здесь же, соответствует той, что практиковалась в этот период неандертальцами в Западной Европе [22]. Раковины моллюсков со следами охры из пещеры Кавзех датируются 92 тыс. лет. Эти ран-

ние сроки заставляют ученых задуматься, успели ли к этому времени заселить Ближний Восток выходцы с африканского континента.

В общем, создается впечатление, что сегодня нет достаточных оснований отвергать вторую гипотезу. Проще предположить, что обе популяции какое-то время жили совместно, гибридизировали и вели примерно одинаковый образ жизни. Замечу кстати, что существует точка зрения, согласно которой гибридизация могла быть интенсивной, что сыграло важную роль в уходе с эволюционной сцены неандертальцев, чья генетическая идентичность была утрачена в результате их «поглощения» пресapiенсами [11].

## Раковины для бус

Оказывается, что и в стремлении предстать в наилучшем виде перед соплеменниками неандертальцы едва ли уступали обитателям пещеры Бломбос и других подобных ей на юге и на севере Африки. Разница, пожалуй, лишь в том, что в Европе и на Ближнем Востоке материалом для бус служили раковины других видов моллюсков — двустворчатых, а не брюхоногих.

К сожалению, коллекции раковин, собранных археологами в пещерах неандертальцев, сильно уступают по количеству экземпляров африканским находкам. Так, в культурном слое пещеры Куэва де лос Авионес раковин было множество, но 97.5% (785 штук) из них принадлежали четырем видам моллюсков, которых местные жители употребляли в пищу. Так что все это было кухонными отбросами. И только 35 раковин, относящихся к 12 съедобным видам, могли использоваться в качестве украшений. Собирая их недалеко (в 1.5–7.0 км) от пещеры, искатели не были особенно привередливыми: брали все, что попадалось под руку. В выборке присутствуют по 1–3 раковины 11 видов, и только моллюск *Glycymeris insubrica* представлен 18 экземплярами. Замечательно то, что раковины только этого вида входят в коллекцию (всего лишь 10 штук), собранную археологами в пещере Кавзех в Израиле, за многие сотни километров от Куэва де лос Авионес. Можно предположить, что этот вид был тогда наиболее многочисленным в прибрежных водах как на северо-западе, так и на востоке Средиземного моря. И там и тут отверстия, предназначенные для протягивания через них нитки, расположены на раковинах в одном и том же месте — на выпуклости выше точки соединения двух створок.

Среди артефактов, собранных в Грот-дю-Ренн, наряду с пятью костяными инструментами вроде шильев и одиннадцатую подвесками из продырявленных клыков крупных млекопитающих, присутствует только одна раковина вымершего вида *Rhynchonella* sp., но обработанная так, чтобы служить не фрагментом бус, а чем-то вроде аму-

лета. В разных местах пещеры нашли также два фрагмента домика морского гребешка, которые оказались половинками общей раковины. Одна из них была частично окрашена охрой. Это натолкнуло Зилхао на мысль, что такие раковины могли играть какую-то роль в ритуальном поведении обитателей убежища [16]. Понятно, однако, что при таком количестве раковин в трех упомянутых местах раскопок не стоило и пытаться реконструировать внешний вид бус или иных украшений, как это было сделано на материалах из пещеры Бломбос.

Неандертальцы ли были изготовителями артефактов в Грот-дю-Ренн? Здесь перед палеоантропологами встала непростая задача точно того же характера, как и в попытках выяснить, какие именно гоминиды раскрашивали раковины в пещере Кавзах в Израиле. Тот бесспорный факт, что пресапиенсы, эмигрировавшие из Африки, стали селиться в тех же местах, где жили неандертальцы, а зачастую и бок о бок с ними, неизбежно приводит к спорам о принадлежности артефактов. Дискуссии становятся особенно ожесточенными, когда на этой почве сталкиваются взгляды консерваторов, сомневающих в интеллектуальных способностях неандертальцев, и тех, кто отстаивает противоположную точку зрения. Именно такая ситуация сложилась вокруг артефактов, добытых при раскопках в пещере Грот-дю-Ренн.

Эта коллекция находок служит одним из наиболее весомых аргументов сторонников гипотезы о существовании у неандертальцев поведения, которое именуется символическим. Возражения, выдвинутые международным коллективом археологов во главе с британским профессором Т.Хайгхемом, сводились к утверждению, что при прежних раскопках в пещере была нарушена первоначальная последовательность археологических слоев [23]. Что же критики имели в виду? Хорошо известно, что в конце среднего палеолита пещеру заселили кроманьонцы, ранние представители людей современного типа. Понятно, что следы их пребывания, а именно материальная культура протоориньяк, сохранились в культурном слое, лежащем выше того, где должны быть сосредоточены останки неандертальцев и артефакты, изготовленные ими. Каменные орудия этой более ранней эпохи относятся к индустрии шательперон, которая может служить визитной карточкой популяции неандертальцев, населявших территорию юго-запада современной Франции и крайнего востока Пиренейского п-ова. А если при раскопках были допущены ошибки, то все, что можно было бы считать делом их рук, могло оказаться в слое ориньяка и, таким образом, быть в действительности продуктом деятельности кроманьонцев [23].

Используя радиоуглеродный метод датирования, Хайгхем с коллегами повторно проанализи-

ровали возраст всех костных останков животных в разрезе от верхнего слоя VII (протоориньяк) до нижележащего X (шательперон). Ученые пришли к выводу, что возраст этих объектов из слоя X слишком мал, чтобы их можно было считать относящимися к тому времени, когда в пещере жили неандертальцы. Таким образом, по мнению этих исследователей, кости могли быть перемещены сюда из более молодого, протоориньякского слоя. На этом основании было сделано заключение, что и предметы материальной культуры, приписываемые неандертальцам, также могли претерпеть перемещения по вертикали и принадлежать периоду пребывания здесь кроманьонцев.

Другая группа ученых, с участием двух энтузиастов идеи «очеловечивания» неандертальцев (Зилхао и д'Эррико), выступила с резкими возражениями против сделанных выводов [24]. Они подчеркивают, что, сосредоточившись на анализе возраста костей, скептики проигнорировали сведения о деталях размещения в слоях шательперонских каменных орудий, локализация которых как раз наиболее важна при проведении границ между слоями. Диагностическим компонентом слоя X с самого начала служили зубы, определенные как принадлежащие неандертальцам (помимо них в пещере была найдена еще височная кость). Из 34 зубов 25 (73.5%) найдены в этом слое и только девять — в ниже- и вышележащем. Важно то, что именно в том же слое X располагалась основная масса шательперонских орудий (например, 74.2% остроконечников и 72.9% скребков, характерных для этой технологии). К тому же уровню была приурочена большая часть предметов украшений (70.7%) и фрагментов минералов, содержащих пигменты (71.1%) [24].

Аргументация этих авторов выглядит весьма убедительной, а сами они абсолютно убеждены в справедливости своей позиции. Они, в частности, не вполне уверены в корректности оценки возраста костей животных из шательперонского слоя X, проведенной их оппонентами [24]. Датировки этих объектов варьируют очень широко: от 46 до 21 тыс. лет, но для 9 из 15 — от 39 до 34 тыс. [23, с.20237].

Преграда для окончательных суждений о том, кто же прав в этом споре, состоит в следующем. По данным других исследователей, расселяющиеся с востока люди современного типа достигли Юго-Западной Европы как раз в названное время. По мнению израильского археолога О.Бар-Йозефа и его коллег, это произошло между 38 и 33 тыс. лет назад (рис.5) [25]. Авторы считают, что все те объекты «символического» характера, которые найдены в пещерах Франции, есть дело рук людей современного типа, а не неандертальцев. Вопрос опять-таки упирается в то, насколько надежны датировки костных останков, полученные в 2010 г. в пещере Грот-дю-Ренн. Поскольку, как уже было сказано, пришлые гоминиды и неандертальцы

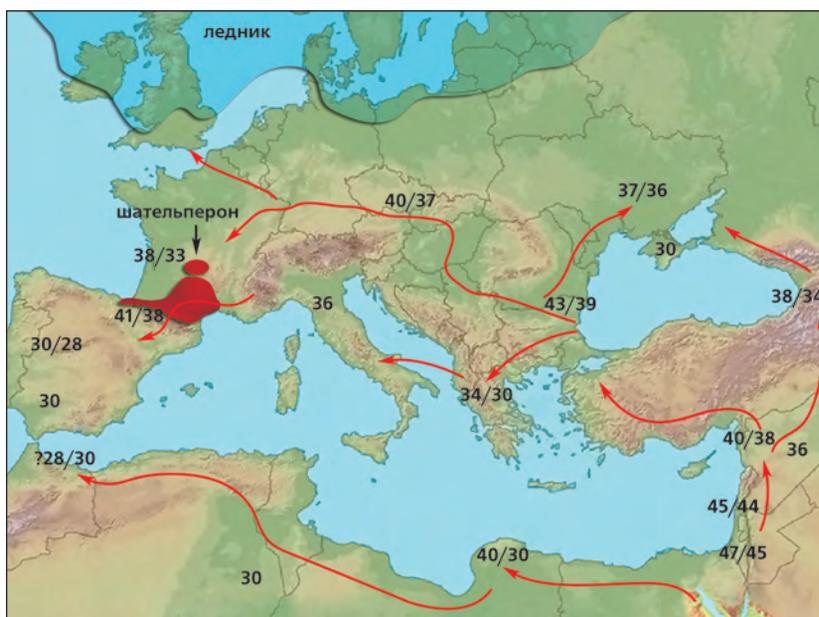


Рис.5. Хронология расселения архаического *Homo sapiens* в Европе и Западной Азии (по: [25], с изм.). Цифрами показан возраст находок в тыс. лет назад.

несколько тысяч лет жили бок о бок и скрещивались друг с другом, вероятно, не имеют особого смысла попытки провести четкую разделительную линию между культурами тех и других. Несомненно, имела место взаимная ассимиляция как технических навыков, так и традиционных обычаев. Как считают некоторые исследователи, достижения неандертальцев в духовной сфере были заимствованы ими от пришельцев. Но тогда следует отдать должное первым, ибо если так, то они были достаточно интеллектуально развитыми, чтобы усвоить передовой опыт более продвинутого кроманьонца [26].

### Почему же исчезли неандертальцы?

Политическая история человечества предстает со страниц учебников как почти непрерывная цепь кровопролитных войн между народами и между государствами. Неудивительно поэтому, что долгое время господствовало представление, согласно которому «дикие неандертальцы» были физически истреблены людьми современного типа, вторгнувшимися в их владения. Многие из того, о чем шла речь, позволяет усомниться в верности такого сценария.

Сегодня ученые склоняются к иным объяснениям, видя две разные, хотя и тесно взаимосвязанные причины ухода неандертальцев с эволюционной сцены. Первая основана на закономерностях общебиологического характера. Я упоминал о том, что локальные популяции этого вида гоминид отличались невысокой численностью и состояли из небольших пространственно изо-

лированных группировок. Одно лишь это позволяет отнести неандертальцев к числу так называемых угрожаемых видов — по современным критериям тех, кто занимается вопросами охраны природы. По мнению Девиса, отдельные локальные популяции могли вымирать еще до прихода людей современного типа [1].

При такой изначально невысокой степени сопротивляемости среде дальнейшие перспективы существования локальных популяций и вида в целом не могли не ухудшиться с появлением конкурентов. Тем более что пришельцы полагаются на те же самые ресурсы среды, которые первоначально находились в полном распоряжении неандертальцев. Группировки тех и других могли соперничать не только из-за убе-

жищ и мест охоты, но даже на почве доступа к источникам оптимальных материалов для производства каменных орудий.

В результате, под напором движущихся с востока иммигрантов, неандертальцы отступали далее и далее к юго-западу. Последним их прибежищем оказалась часть Пиренейского п-ова западнее р.Эбро. Здесь они, как предполагают, просуществовали до 25.5–22.5 тыс. лет назад. К этому времени изменения климата привели к формированию здесь полупустынь, что отчасти замедлило проникновение в этот регион новых поселенцев, не успевших приспособиться к таким условиям [27]. Когда же те со временем проникли и сюда, началась интенсивная гибридизация, результатом которой стало «растворение» неандертальцев в более устойчивых популяциях кроманьонцев [11].

\* \* \*

Основная идея исследований, результаты которых я постарался обобщить, состоит в следующем. Недавние успехи в реконструкции образа жизни африканских пресэпиенсов и европейских неандертальцев заставляют поставить под сомнение основные идеи относительно переломных точек интеллектуального прогресса: «выход из Африки» и «сапиенская революция». В свете новых идей господствовавшие представления о существовании тесной функциональной связи между анатомическими и когнитивными характеристиками у разных видов гоминид палеолита оказываются далеко не столь очевидными. Приходится также отодвинуть появление способностей к символическому мышлению по крайней мере на 30 тыс. лет назад, с отметки в 40 тыс. лет до 70 тыс. [28]. ■

## Литература

1. *Davies W.* Climate, creativity and competition: evaluating the Neanderthal «glass ceiling» // *Developments in Quaternary Science* / Ed. J.J.M. van der Meer. Amsterdam, 2012. V.16. P.103–128.
2. *Krings M., Stone A., Schmitz R.W. et al.* Neanderthal DNA sequences and the origin of modern humans // *Cell*. 1997. V.90. P.19–30.
3. *Hardy B.L., Moncel M.-H.* Neanderthal use of fish, mammals, birds, starchy plants and wood 125–250,000 years ago // *PLoS One*. 2011. V.6. e23768. Doi:10.1371/journal.pone.0023768.
4. *Hardy K., Buckley S., Collins M.J. et al.* Neanderthal medics? Evidence for food, cooking, and medicinal plants entrapped in dental calculus // *Naturwissenschaften*. 2012. B.99. S.617–626. Doi:10.1007/s00114-012-0942-0.
5. *Mazza P., Martini F., Sala B. et al.* A new Palaeolithic discovery: tar-hafted stone tools in a European Mid-Pleistocene bone-bearing bed // *J. Archaeol. Sci.* 2006. V.33. P.1810–1818. Doi:10.1016/j.jas.2006.01.0006.
6. *Koller J., Baumer U., Mania D.* High-tech in the Middle Palaeolithic: Neanderthal-manufactured pitch identified // *Europ. J. Archaeol.* 2001. V.4. P.385–397. Doi:10.1177/146195710100400315.
7. *Conard N.J.* The demise of the Neanderthal cultural niche and the beginning of the Upper Paleolithic in Southwestern Germany // *Neanderthal Lifeways, Subsistence and Technology* / Eds N.J.Conard, J.Richter. Heidelberg, 2011. P.223–240. Doi:10.1007/978-94-007-0415-2.
8. *Lalueza-Fox C., Rosas A., Estalrich A. et al.* Genetic evidence for patrilineal mating behavior among Neanderthal groups // *PNAS*. 2011. V.108. P.250–253. Doi:10.1073/pnas.1011553108.
9. *Albert R. M., Berna F., Goldberg P.* Insights on Neanderthal fire use at Kebara Cave (Israel) through high resolution study of prehistoric combustion features: Evidence from phytoliths and thin sections // *Quaternary International*. 2012. V.247. P.278–293. Doi:10.1016/j.quaint.2010.10.016.
10. *Zilhão J.* Burial evidence for social differentiation of age classes in the Early Upper Paleolithic // *Etud. Res. Archéol. Univ. Liège*. 2005. V.111. P.231–241.
11. *Trinkaus E.* Neanderthal mortality patterns // *J. Archaeol. Sci.* 1995. V.22. P.121–142.
12. *Leroi-Gourhan A.* The flowers found with Shanidar IV, a Neanderthal burial in Iraq // *Science*. 1975. V.190. P.562–564. Doi: 10.1126/science.190.4214.562.
13. *Sommer J.D.* The Shanidar IV «flower burial»: a re-evaluation of Neanderthal burial ritual // *Cambridge Archaeol. J.* 1999. V.9. P.127–129.
14. *Rendu W., Beauval C., Crevecoeur I. et al.* Evidence supporting an intentional Neanderthal burial at La Chapelle-aux-Saints // *PNAS*. 2014. V.111. P.81–86. Doi:10.1073/pnas.1316780110.
15. *D'Errico F.* The invisible frontier. A multiple species model for the origin of behavioral modernity // *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*. 2003. V.12. P.188–202. Doi:10.1002/evan.10113.
16. *Zilhão J.* Personal ornaments and symbolism among the Neanderthals // *Developments in Quaternary Science*. 2012. V.16. P.35–49. Doi:10.1016/B978-0-444-53821-5.00004-X.
17. *Koutamantis D.* The place of the Neanderthal dead: Multiple burial sites and mortuary space in the Middle Palaeolithic of Eurasia. Leiden, 2012.
18. *Spikins P., Hitchens G., Needham A., Rutherford H.* The cradle of thought: growth, learning, play and attachment in Neanderthal children // *Oxford J. Archaeol.* 2014. V.33. P.111–134.
19. *Mellars P.* Neanderthal symbolism and ornament manufacture: The bursting of a bubble? // *PNAS*. 2010. V.107. P.20147–20148. Doi:10.1073/pnas.1014588107.
20. *Roebroeks W., Sier M.J., Nielsen T.K. et al.* Use of red ochre by early Neanderthals // *PNAS*. 2012. V.109. P.1889–1894. Doi:10.1073/pnas.1112261109.
21. *D'Errico F., Salomon H., Vignaud C., Stringer C.* Pigments from the Middle Palaeolithic levels of Es-Skhul (Mount Carmel, Israel) // *J. Archaeol. Sci.* 2010. V.37. P.3099–3110. Doi:10.1016/j.jas.2010.07.011.
22. *Mayer D.E.B.Y., Vandermeersch B., Bar-Yosef O.* Shells and ochre in Middle Paleolithic Qafzeh Cave, Israel: indications for modern behavior // *J. Hum. Evol.* 2009. V.56. P.307–314. Doi:10.1016/j.jhevol.2008.10.005.
23. *Higham T., Jacobi R., Julien M. et al.* Chronology of the Grotte du Renne (France) and implications for the context of ornaments and human remains within the Chatelperronian // *PNAS*. 2010. V.107. P.20234–20239. Doi:10.1073/pnas.1007963107.
24. *Caron F., D'Errico F., Del Moral P. et al.* The reality of Neanderthal symbolic behavior at the Grotte du Renne, Arcy-sur-Cure, France // *PLoS One*. 2011. V.6. e21545. Doi:10.1371/journal.pone.0021545.
25. *Bar-Yosef O.F.E.R., Belfer-Cohen A.N.N.A., Adler D.S.* The implications of the Middle-Upper Paleolithic chronological boundary in the Caucasus to Eurasian prehistory // *Anthropologie*. 2006. V.44. P.49–60.
26. *Klein R.G.* The human career: human biological and cultural origins. Chicago, 2009.
27. *Banks W.E., d'Errico F., Peterson A.T.* Neanderthal extinction by competitive exclusion // *PLoS One*. 2008. V.3. e3972. Doi:10.1371/journal.pone.0003972.
28. *D'Errico F., Vanhaeren M., Henshilwood C. et al.* From the origin of language to the diversification of languages // *Becoming eloquent: Advances in the emergence of language, human cognition, and modern cultures*. Amsterdam, 2009. P.13–68.

# В царстве летучих драконов

В.В.Бобров,

кандидат биологических наук

Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н.Северцова РАН  
Москва

Пробираясь в самом центре вьетнамского тропического леса сквозь сплетение лиан под непрерывный звон цикад, невидимых в густых кронах, я тщательно осматривал обступающую меня толщу листвы и ветвей в поисках интересной живности. Мое внимание привлекла небольшая серовато-зеленая ящерица, которая сновала по стволу, слизывая длинным языком муравьев, поднимавшихся куда-то цепочкой. Я уже хотел накрыть ящерицу рукой, как вдруг она прыгнула в воздух, а когда начала падать, у нее по бокам раскрылись два широких, как у бабочки, «крыла» — и она легко перелетела около 20 м до следующего дерева. Это была одна из самых замечательных рептилий на свете — летучий дракон (а именно — индонезийский летучий дракон, *Draco indochinensis*). Свое название эти небольшие ящерицы получили за необычную для рептилий способность к планирующему полету, который осуществляется благодаря кожным складкам тела, поддерживаемым шестью сильно удлинненными ложными ребрами. У спокойно сидящего дракона ложные ребра отогнуты назад, плотно прижаты к телу и почти незаметны. Во время прыжка они расправляются, кожа между ними натягивается — и вся «конструкция» приобретает вид широких полукруглых крыльев, удерживающих животное во время полета. Ящерица сначала движется по диагонали вниз, вытягиваясь всем телом, но затем, вблизи конечного пункта, немного разворачивается и «причаливает», держа голову направленной вверх. Летучие драконы ведут древесный образ жизни, причем, как правило, на значительной высоте, поэтому увидеть их нелегко. Каждый самец обладает довольно обширным охотничьим участком, охватывающим группу из нескольких деревьев, расположенных по соседству. Питаются летучие драконы преимущественно муравьями. Окрасены в довольно скромный серовато-зеленый цвет, однако кожные складки, горловой мешок и выросты по сторонам шеи чрезвычайно яркие — красновато-желтые.

Более 40 видов этих удивительных созданий населяют тропические леса Индо-Малайского фаунистического царства, занимающего страны Юго-Восточной Азии. Летучих драконов можно с полным правом назвать символом этого царства,



«Крылья» индокитайского летучего дракона (*Draco indochinensis*).

Здесь и далее фото автора

ведь они — его эндемики, т.е. в своем распространении не выходят за его пределы. Интересно, что именно в этом царстве летающие (или, правильнее сказать, планирующие) виды появились сразу в нескольких группах животных. Например, веслоногие лягушки (семейство Rhacophoridae), древес-



Крокодиловое озеро в национальном парке «Катъен» Южного Вьетнама.

ные млекопитающие шерстокрылы (отряд Dermoptera), убообразные змеи из рода *Chrysopelea* — также эндемики Индо-Малайской области. Это одна из шести зон Земли, выделяемых согласно схеме зоогеографического районирования суши Альфреда Уоллеса [1]. О ее восточной границе до сих пор идут споры, так как существует большая переходная зона между Индо-Малайской и Австралийской фаунистическими областями (так что этот промежуточный регион, включающий в себя острова Малайского архипелага, в зоогеографии даже называют Уоллесией). Северная же граница царства, отделяющая его от Палеарктики, различными специалистами исходно тоже проводилась по-разному, ведь, например, разделять сушу просто по ломаной линии нельзя (если только это не высокогорные хребты, недоступные для большинства групп животных), поскольку любая такая зона — переходная, так называемый экотон [2]. Чтобы определить переходную зону между Палеарктической и Индо-Малайской областями, была изучена фауна обширной территории Южного Китая — и границы этих двух царств были выделены на основании анализа распространения именно ящериц [3].

Во Вьетнаме, где произошла описанная встреча с индонезийским летучим драконом, уже почти 30 лет функционирует Российско-вьетнамский тропический научно-исследовательский и технологический центр (Тропический центр). Он был организован в 1987 г. Об истории его создания по-



Индокитайский летучий дракон, ведущий древесный образ жизни.



Калот-кровосос (*Calotes versicolor*) — обычный обитатель всех населенных пунктов Вьетнама.

дробно написал один из деятельных участников этого процесса — Борис Васильевич Бочаров (1929–2014), долгие годы работавший в Институте проблем экологии и эволюции имени А.Н.Северцова РАН. В своей брошюре [4] он описывает основ-

ные направления деятельности центра, установленные межправительственным соглашением:

- фундаментальные исследования в области биологии и экологии тропического региона (тропическая экология);

- испытание тропикостойкости материалов и техники и разработка средств защиты техники от коррозии, старения и биологических повреждений (тропическая технология);

- исследование отдаленных медико-биологических и экологических последствий массированного применения армией США гербицидов, дефолиантов и в первую очередь диоксина во время войны с Вьетнамом, а также исследование особо опасных инфекционных болезней — чумы, холеры, малярии (тропическая медицина).

Таким образом, наряду с решением прикладных задач, важная цель создания и работы этого российско-вьетнамского центра — фундаментальные исследования тропических лесов. Учитывая, что ящерицы — одна из наиболее многочисленных групп позвоночных, обитающих в этих лесах, именно эти пресмыкающиеся были выбраны в качестве модельной группы, к изучению которой я и приступил с первых же лет функционирования Тропического центра.

Прежде всего, надо сказать несколько слов о совершенно новой для любого российского исследователя экосистеме — тропическом лесу. Первая встреча с ним просто ошеломляет. Для натуралиста нет ничего более замечательного, чем работа в тропиках, потому что на Земле не найти другого места, где богатство жизненных форм представало бы в такой полноте. В тропических лесах отмеча-



Калот-кровосос в брачном наряде.

ется самое большое биологическое разнообразие. По этому первозданному царству бродить, словно по выставке достижений и достопримечательностей природы. Основная причина необычайного богатства флоры и фауны тропического пояса — постоянно высокая температура, оптимальная для жизни большинства организмов, а также древность этой экосистемы, не подвергавшейся в исторически обозримый период природным катаклизмам, подобным оледенению, которое охватило когда-то обширные пространства Северного полушария. Богатство видов живых организмов в этих местах — следствие многообразия экологических ниш и значительного пространственного распределения эндемиков, ареал многих из которых удивительно мал. Одна из наиболее ярких особенностей дождевых тропических лесов — разнообразие деревьев. В девственных лесах они достигают высоты 30–45 м, причем самые высокие, так называемые эмердженты, резко возвышаются над верхним пологом леса. У многих пород деревьев развиваются досковидные корни — боковые, проходящие у самой поверхности почвы или над ней и образующие треугольные вертикальные выросты, примыкающие к нижней части ствола. Они придают деревьям с поверхностной корневой системой большую устойчивость, столь необходимую во время обычных для джунглей гроз и тайфунов. Примечательные особенности тропического леса — обилие лиан и эпифитов (растений, произрастающих на других растениях, но не живущих за счет них) и практически полное отсутствие травяного покрова. Почва в таком лесу покрыта листовым опадом.

Заглянем под полог тропического леса, чтобы познакомиться с населяющими его ящерицами. Раз уж мы начали с летучих драконов, относящихся к семейству агамовых (Agamidae), другими его представителями и продолжим. В Индо-Малайском царстве сосредоточено более половины видов этого разнообразного семейства, которое входит в инфраотряд игуанообразных ящериц (Iguania) и широко распространено в субтропических и тропических районах Старого Света. Основным отличительным признаком агамовых ящериц — характер расположения и форма зубов. Зубы у них так называемого акродонтного типа, т.е. прирастают основанием к верхнему краю челюстных костей на нижней челюсти и, наоборот, к нижней кромке челюстных костей на верхней.

Помимо летучих драконов во Вьетнаме обитает множество других интересных агамовых ящериц. Почти на любом кусте в каждом сельском населенном пункте Вьетнама сидит с «надменным» видом довольно крупная ящерица. Это калот-кровосос (*Calotes versicolor*) — один из немногих представителей рептилий в тропиках, кто приспособился к жизни рядом с людьми. Свое необычное название он получил, по-видимому, потому, что головы самцов в брачный период ярко-красные, а также из-за манеры кусать до крови тех, кто пытается

взять его в руки, и при этом долго не разжимать челюстей. Все представители рода *Calotes* характеризуются стройным, умеренно сжатым с боков телом и короткой четырехгранной, пирамидальной головой. Тело калотов покрыто однородной ребристой чешуей, расположенной правильными поперечными или косыми рядами. У большинства видов вдоль середины спины, немного не достигая задних конечностей, проходит более или менее выраженный гребень из увеличенных треугольных чешуй. Всем представителям рода свойственна способность к быстрой перемене окраски под влиянием нервного возбуждения (и его спада), а также температуры и света. Большинство калотов коричневатого или зеленоватого цвета, часто с темными или светлыми поперечными полосами и пятнами. Изменение окраски проявляется обычно в выпячивании ярких красных, оранжевых или желтых пятен в сочетании с черными, охватывающих все тело или отдельные его части. Особенно быстрая смена окраски наблюдается в период размножения у дерущихся самцов, непрерывно желтеющих и краснеющих. Один из самых красивых калотов — усатый (*Calotes mystaceus*), «в гневе» его голова и передняя часть шеи приобретают бирюзово-синий цвет. Калоты ведут преимущественно древесный образ жизни, и если спускаются на землю, то лишь для того, чтобы стремительно перебежать к соседнему дереву, высоко держа туловище на вытянутых лапах и дугой изогнув кверху хвост. Очень интересно наблюдать за ухаживаниями



Необычайно красивый усатый калот (*Calotes mystaceus*).



Слева — зеленая гребненогая ящерица (*Acanthosaura capra*), населяющая тропические леса Центрального Вьетнама. Справа — кардамонская гребненогая ящерица (*A. cardamomensis*), впервые обнаруженная на территории Вьетнама во время экспедиции Тропического центра на о.Фукуок.

самцов: медленно приближаясь к сидящей неподвижно самке, они периодически останавливаются, приседают на передние ноги и кивают головой, быстро открывая и закрывая рот.

Довольно часто в лесу на стволах деревьев и на поверхности земли попадаются другие агамы — изумрудно-зеленые крупные акантозавры, или гребненогие ящерицы (род *Acanthosaura*). Весь облик акантозавра придает ему удивительное сходство с маленьким сказочным драконом. Высокая треугольная голова увенчана длинными шипами, а вдоль спины проходит высокий гребень из крупных плоских треугольных чешуй. Латерально уплощенное тело покрыто мелкой чешуей, перемежающейся более крупными бугорками.

Почти всюду на песчаном побережье Вьетнама живут удивительные агамы-бабочки (род *Leiolepis*). Они получили свое название потому, что для более эффективного поглощения тепла, принимая солнечные ванны, уплощают свое тело и раскрывают по бокам своеобразные ярко-красные «крылья».



Пятнистая агама-бабочка (*Leiolepis guttata*).

Также у этих ящериц есть интересная способность — стремительно носиться по песку, как будто порхая над поверхностью. От всех прочих ящериц агамы-бабочки отличаются сразу несколькими особенностями. Во-первых, они растительноядны: поедают цветки и плоды различных растений, а не муравьев и прочую мелкую живность. Во-вторых, они живут в норах (довольно глубоких — до 1.5 м длиной), которые сами же и выкапывают своими мощными конечностями, снабженными длинными когтями. Эти агамы — очень пугливые создания: заведя опасность, мгновенно убегают и прячутся в норах. Однако местные жители ловят их и употребляют в пищу.

Ящерицы, которые первыми встречают приезжающих в тропики, — гекконы (семейство *Gekkonidae*). Многие виды, представители сразу нескольких родов — *Hemidactylus*, *Cosymbotus*, *Gehyra*, давно перешли к синантропному образу жизни и даже стали называться домовыми гекконами. Во Вьетнаме домовые гекконы — постоянные обитатели человеческого жилья, они освобождают комнаты от комаров, мух и других малоприятных насекомых. В отличие от большинства остальных ящериц гекконы — преимущественно ночные животные. Днем они прячутся, а ночью выходят на освещенные электрическим светом участки стен, чтобы поохотиться, полагаясь в поисках пищи на великолепное зрение. Они ловят слетающих к свету насекомых и попутно выясняют отношения друг с другом, совершенно не обращая внимания на людей и городскую шум. У гекконов сильно увеличенные глаза с вертикальным зрачком, расширяющимся в темноте, которые лишены подвиж-

ных век, поэтому защищены прозрачной пленкой (как у змей). Гекконы чистят глаза языком, периодически далеко высовывая его изо рта и облизывая засорившуюся глазную оболочку. Самая любопытная особенность этих ящериц — способность легко передвигаться по вертикальной поверхности. Если поймать геккона, можно почувствовать, как его лапы прилипают к руке. Эта ощутимая присасывающая сила не порождается обычными присосками, а обеспечивается пластинками с миллионами микроскопических щетинок, расположенных поперек каждого пальца. С их помощью животные удерживаются на стволах деревьев и стенах, как на «липучках», и легко передвигаются по гладким наклонным или вертикальным поверхностям, включая обычное стекло, и даже по потолку. Характер расположения этих пластинок на пальцах у гекконов имеет важное значение для определения их таксономической принадлежности.

Ни у кого из ящериц нет такой способности издавать звуковые сигналы, как у гекконов. Это адаптация к ночному образу жизни, ведь в темноте гораздо проще общаться друг с другом с помощью звуков. Почти в любом месте Вьетнама, будь то тропический лес или центр крупного города, как только стемнеет, непременно раздается мощный вопль невидимого в темноте животного — «та-ке», повторяющийся иногда до 10 раз подряд. Это достаточно крупный геккон токи (*Gekko gecko*) оповещает собратьев, что место занято и сюда лучше не соваться. В отличие от многих других гекконов, токи, особенно самцы, селятся в одиночку, выбирая себе постоянное убежище, вблизи которого неизменно охотятся. Питаются эти пресмыкающиеся всевозможными беспозвоночными, однако нередко поедают и мелких гекконов, и птенцов, и небольших грызунов. Попав в руки человека, токи широко раскрывает пасть, глухо шипит и с громким квакающим звуком пытается укусить, причем, если ему это удастся, разжать его сомкнутые челюсти, не повредив, чрезвычайно трудно. Издавна эти гекконы использовались в восточной медицине: по своим целебным качествам они приравниваются к знаменитому корню женьшеня. В аптеках вьетнамских городов токи продаются в сушеном и живом виде, из них изготавливаются порош-



Плоскохвостый домовый геккон (*Cosymbotus platyurus*), делящий с человеком жилье как в городах, так и в деревнях.

ки, настойки и мази. Приготовленный из них тоник предлагают при переутомлениях, расстройствах нервной системы, прописывают от кашля и для понижения кровяного давления.

Одни из самых замечательных гекконов вьетнамских лесов — лопастехвостые (род *Ptychozoon*). По бокам тела, головы, ног, а также между пальцами у этих ящериц расположены плоские выросты кожи, переходящие на хвосте в небольшие округлые «лопасти». В сочетании с защитной окраской, удивительно напоминающей покрытую лишайником кору, эти выросты делают лопастехвостого геккона совершенно незаметным на стволе дерева, а натянутые складки кожи, увеличивающие поверхность тела, позволяют ему совершать планирующие прыжки значительной дальности.

В тропических лесах Вьетнама очень много сцинковых ящериц (семейство Scincidae). Если остановиться и оглядеться, можно заметить, что в опадке, лежащем под ногами толстым ковром, снуют маленькие, очень красивые клиновидные сцин-



Геккон токи (*Gekko gecko*), обнаруживающий себя громкими криками «та-ке».



Пятнистый клиновидный сцинк (*Sphenomorphus maculatus*) — самый обычный обитатель опада, устилающего поверхность земли в тропическом лесу.

ки (род *Sphenomorphus*). Иногда даже кажется, что опад ожил, — столько ящериц в нем копошится. Чешуя сцинков блестит, отливая ярко-коричневыми и голубыми тонами, бока пестрые — все в черных и белых пятнышках. Характерный признак представителей этого семейства — налегающие друг на друга, округлые или округло-ромбовидные, как у рыб, чешуйки, причем боковые и спинные мало отличаются от брюшных. Отдельные чешуйки располагаются правильными продольными рядами. Лишь у немногих видов чешуя бугорчатая или снабжена достаточно сильно развитыми продольными килями, переходящими иногда в острые шипы. У всех сцинковых под роговым покровом залегают костные пластинки — остеодермы, пронизанные системой тонких канальцев. Вот почему тело этой ящерицы плотное и упругое на ощупь.



Бронзовый солнечный сцинк (*Eutropis macularius*), встречающийся в опаде как под пологом леса, так и в посадках различных культур.

Многочисленную группу среди сцинковых составляют солнечные сцинки (род *Eutropis*), ранее входившие в обширный род мабуй (*Mabuia*). Своё название они получили из-за того, что, в отличие от большинства других представителей своего семейства, которых надо долго и упорно искать, эти всегда на виду — там, где ярко светит солнце. Все солнечные сцинки обладают стройным туловищем с хорошо развитыми конечностями и постепенно утончающимся хвостом умеренной длины. Они отличаются великолепной окраской тела — яркой металлической, делающей их, пожалуй, самыми красивыми среди всех сцинковых.

Чрезвычайно многочисленная группа мелких и средней величины сцинковых ящериц, объединившихся ранее под общим названием «лигозомы» (подсемейство *Lygosominae*), в настоящее время разделяется на несколько самостоятельных родов (*Lygosoma*, *Scincella*, *Lipinia* и др.). Интересно, что внутри этой группы прослеживается постепенный переход от видов с вполне развитыми пятипальными конечностями до совершенно безногих ящериц со змеевидно вытянутым телом. Все лигозомы ведут наземный образ жизни и часто встречаются в лесной подстилке в глубине густого тропического леса. Многие из них с удивительным проворством взбираются на деревья, спасаясь от надвигающейся опасности.

К перечисленным трем семействам: агамовым, гекконам и сцинковым — относится львиная доля всех видов ящериц, населяющих Вьетнам. Другие семейства в фауне этой страны представлены лишь несколькими видами, однако от этого они не становятся менее интересными.

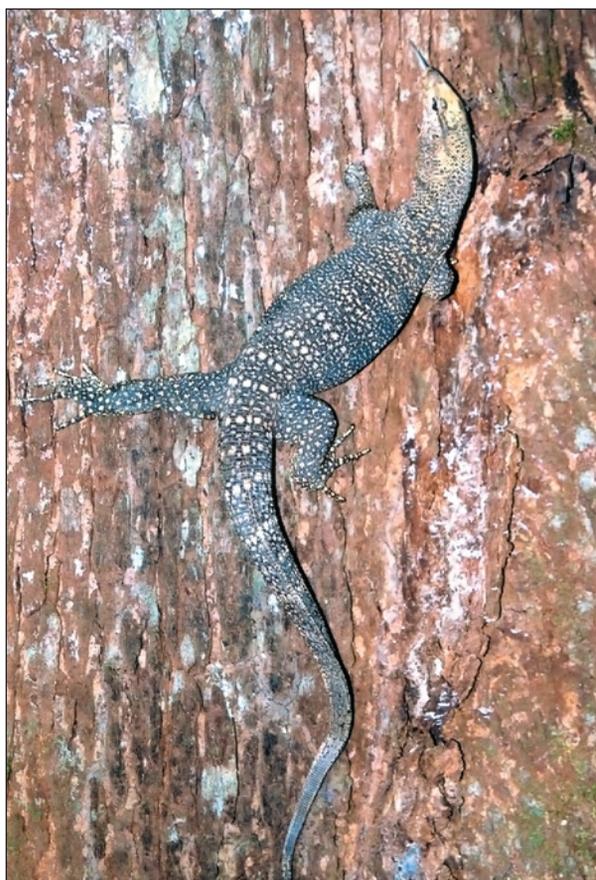
Одни из самых любопытных ящериц Вьетнама — долгохвостки (род *Takydromus*) из семейства настоящих ящериц, или лацертид (*Lacertidae*). От других представителей этого семейства долгохвосток отличает чрезвычайно длинный хвост, у некоторых видов превосходящий длину туловища и головы втрое или даже вчетверо. С этими пресмыкающимися я столкнулся уже в первые дни своей полевой работы. В один прекрасный день (а иных для зоолога в тропиках и не бывает) я вышел из леса на



Шестилинейчатая долгохвостка (*Takydromus sexlineatus*), населяющая травянистые поляны в лесу.

залитую солнцем опушку, направляясь к машине, ожидавшей меня на проселочной дороге. Внезапно легкое шевеление в траве привлекло мое внимание. Подойдя ближе, я заметил, что неведомое существо заскользило и остановилось в паре метров от меня. Я осторожно шагнул вперед и стал напряженно вглядываться в гущу травы. Спустя какое-то время различил наконец длинное стройное тело. Я подумал, что это змея, и бросился ее ловить. Рептилия попыталась ускользнуть, но вскоре оказалась у меня в руках и тут же обвила мои пальцы длинным тонким хвостом. Каково же было мое удивление, когда я обнаружил у «змеи» хорошо развитые ноги — она оказалась ящерицей. Недалом в густой траве я спутал ее со змеей: необычайно изящная, с очень длинным хвостом. Вдоль тела идут шесть белых полос, окаймленных черным, на желто-коричневом фоне — так что название шестилинейчатой долгохвостки (*Takydromus sexlineatus*) вполне оправданно. Во Вьетнаме эти ящерицы обитают только на травянистых пространствах, благо таких здесь в связи с массовыми вырубками лесов вполне достаточно. В гуще травы долгохвостки удивительно изящны: передвигаются быстро, не касаясь земли и хватаясь цепкими пальцами и хвостом за стебли, поэтому кажется, что они плывут. Целесообразно упомянуть, что представители этого рода встречаются и в фауне России: амурская (*T. amurensis*) и корейская (*T. wolteri*) долгохвостки обитают в Приморском крае.

Самые крупные ящерицы относятся к семейству варанов (*Varanidae*). Помимо своих размеров,



Дымчатый варан (*Varanus nebulosus*), прекрасно лазающий по деревьям.

вараны отличаются еще длинным, глубоко раздвоенным на конце языком, как у змей, который они постоянно высовывают изо рта. Что-то величавое есть в облике варанов: степенно вышагивают они на почти выпрямленных ногах, озираясь кругом и зондируя воздух языком (с его помощью они улавливают запахи), — ничего похожего на суетливую беготню мелких ящериц, волочащих брюхо по земле. Во время моей экспедиции на о.Фукуок дымчатый варан (*Varanus nebulosus*) попался в ловушку, поставленную териологами для отлова млекопитающих. Рептилия привлекла всеобщее внимание и послужила моделью для многочисленных фотографий. Когда варан был наконец отпущен на волю, он проворно вскарабкался на ствол дерева.

Совсем недавно [5] во Вьетнаме обнаружили представителя еще одного семейства ящериц, а именно ксенозавров (Xenosauridae), — крокодилового шинизавра (*Shinisaurus crocodilurus*). Раньше полагали, что он обитает только в Южном Китае. Иногда этот вид выделяют в самостоятельное семейство шинизавров, или крокодиловых ящериц (Shinisauridae). Вдоль спины у этой рептилии расположен ряд увеличенных чешуй, придающих животному отдаленное сходство с миниатюрным крокодилчиком (отсюда и название). Шинизавр живет у горных рек — на берегах, поросших тропической растительностью, где обычно сидит на нависающих над водой ветках деревьев и кустов. Это пресмыкающееся активно в дневное время, хорошо плавает и ныряет, в случае какой-либо опаснос-

ти скрывается в воде. Питается рыбой, головастиками, насекомыми и водными беспозвоночными.

В последние годы во Вьетнаме активно работают экспедиции не только российских ученых, но также американских и немецких. Если первый определитель ящериц Вьетнама 1979 г. [6] содержал сведения о 77 видах, то уже после предварительного обследования [7], организованного Тропическим центром в 1995 г., было перечислено 95 видов. В вышедшей в 2008 г. монографии [8], посвященной ящерицам Вьетнама, их уже 122, а к настоящему времени, согласно всемирной базе данных пресмыкающихся [9], их число приближается к 200. Однако цель исследований состоит не только в инвентаризации фауны. До сих пор очень слабо изучены сообщества ящериц, обитающих в различных регионах Вьетнама. Фактически существуют тщательные описания сообществ этих рептилий только для двух национальных парков — «Кукфьонга» [10] на севере страны и «Каттьена» [11] на юге. Мало изучены межвидовые взаимоотношения. Большой интерес вызывает зоогеографическое районирование Вьетнама, предварительный анализ которого, проведенный более 20 лет назад [12], показал, что герпетофауна северной части страны существенно отличается от таковой южной части. Более того, необходимо выяснить роль ящериц в функционировании сложнейших биоценозов тропиков. Перспективно исследование важности ящериц и рептилий в целом в жизни людей тропиков. Также эти животные чрезвычайно интересны с эволюционной точки зрения. ■

**Полевые исследования поддерживались Российско-вьетнамским тропическим научно-исследовательским и технологическим центром.**

## Литература

1. Wallace A.R. The geographical distribution of animals. N.Y., 1876.
2. Бобров В.В., Геронов В.М. Проблема экотонов в зоогеографии (обзор отечественной литературы) // Изв. РАН. Сер. биол. 1993. №6. С.896–902.
3. Бобров В.В. О границе между Палеарктическим и Индо-Малайским фаунистическими царствами в материковой части Азии (по данным о распространении ящериц (Reptilia, Sauria)) // Изв. РАН. Сер. биол. 1997. №5. С.580–591.
4. Бочаров Б.В. Предыстория Тропцентра. М., 2002.
5. Quyet L.K., Ziegler T. First record of the Chinese crocodile lizard from outside of China: report on a population of *Shinisaurus crocodilurus* Ahl, 1930 from northeastern Vietnam // Hamadryad. 2003. V.27. P.193–199.
6. Tien D.V. Key to the lizards of Vietnam // Tap. Chi. Sinh. Vat. Hoc. 1979. V.1. №1. P.2–10 (in Vietnamese).
7. Bobrov V.V. Checklist and bibliography of the lizards of Vietnam // Smithsonian Herpetological Information Service. 1995. V.105. P.1–28. Doi:10.5479/si.23317515.105.1.
8. Бобров В.В., Семенов Д.В. Ящерицы Вьетнама. М., 2008.
9. База данных The Reptile Database. Режим доступа: <http://reptile-database.reptarium.cz/> (дата обращения 03.05.2016).
10. Bobrov V.V. Spatial organization of a tropical lizard community in a forested area in northern Vietnam // Herpetozoa. 1993. V.6. P.21–28.
11. Бобров В.В. Состав фауны ящериц (Reptilia, Sauria) различных экосистем Южного Вьетнама // Исследования наземных экосистем Вьетнама. М., 2003. С.149–166.
12. Бобров В.В. Зоогеографический анализ фауны ящериц (Reptilia: Sauria) Вьетнама // Зоол. журн. 1993. Т.72. №8. С.70–79.

# Дубровник и клоктун: опасные флуктуации численности

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

Дубровник (*Ocyris aureolus*) — один из самых известных представителей семейства овсянковых (Emberizidae). Этот обычный для Сибири китайский по происхождению вид [1] в конце XIX в. проник в Европу и почти мгновенно освоил ее — в 20-х годах прошлого столетия птицы уже гнездились в Финляндии, в районе Ботнического залива [2–6]. Эта история стала классическим примером быстрого расширения ареала. Однако существует версия, что дубровник вовсе и не осваивал новую территорию, а присутствовал там и раньше, просто границы его ареала подвижны. Такое мнение высказали в свое время Г.П.Дементьев и Е.С.Птушенко [3], отражено оно и в фундаментальной сводке «Птицы СССР» [7]. Еще можно предположить, что птицеловы (орнитологов в конце XIX в. в России еще почти не было) не встречали дубровников, поскольку эти птицы были мало численны.

Как бы то ни было, но в XX в. дубровник стал обычной птицей Европы, которую заселил до Чехии и Польши. В Сибири и на Дальнем Востоке птицы издревле были обычными, а местами даже многочисленными. В Приамурье плотность населения вида в благоприятных стациях достигала 300 особей/км<sup>2</sup> [8, 9].

Большинство овсянок России имеют азиатское происхождение, эпоху последнего оледенения они пережили в азиатских рефугиумах. Этот факт подтверждается путями миграций: и дубровники, и овсянки-крошки (*O.pusillus*), и овсянки-ремезы (*O.rusticus*), появившись на свет на севере



Дубровник, взрослый самец.

Здесь и далее фото автора

европейской части России, летят через всю Сибирь зимовать в Юго-Восточную Азию.

Пролет овсянок-ремезов и овсянок-крошек в Южной Сибири и в Приамурье можно наблюдать почти весь сентябрь, дубровники же исчезают на территории Европы уже в августе, а в Приамурье задерживаются до начала сентября. Весной дубровники прилетают в Европу в конце мая. В Пермском крае я их наблюдал 25 мая. В Приамурье, в районе Комсомольска-на-Амуре, и в окрестностях Норского заповедника, на р.Селемдже, птицы появляются к середине мая. Очевидно, что разни-



Дубровники. По окраске оперения молодой самец (слева) уступает взрослому — таким он станет только на третий год жизни.

ца в сроках прилета невелика, и везде эту овсянку можно отнести к последней прилетной волне. Гнездовой период у дубровников в наших краях длится не больше двух месяцев — такое непродолжительное существование, все на пределе.

Самцы имеют необыкновенно бросающуюся в глаза окраску, которую они приобретают лишь на третий год жизни. В окраске их оперения преобладает желтый цвет, более насыщенный, чем у европейской обыкновенной овсянки (*Emberiza citrinella*), а у старых особей дубровника — настоящего червонного золота. Не зря латинское название этого вида — *aureolus* (золотой), да и первоначальное русское — овсянка золотая. К тому же у самцов дубровника черная маска, а голова и ожерелье цвета темного шоколада. Помню свои детские впечатления, когда впервые увидел этого пернатого красавца, — покой и сон тогда были утрачены надолго. По красочности с дубровником может поспорить лишь менее известный его сородич — рыжая овсянка (*O.rutilus*), ареал которой ограничен лишь Восточной Сибирью и Приамурьем.

Дубровник — птица открытых пространств с хорошим увлажнением. Влажные луга и травянистые болота с редкими кустами — излюбленные местообитания вида. Здесь «золотые» самцы с прилета занимают свои территории, стычки между ними происходят лишь в первые дни. После стабилизации земельных владений соседние самцы могут даже петь на одном деревце, находясь каждый со стороны своей территории. Такие случаи я отмечал в окрестностях Перми. В.В.Мальцев, изучая биологию этой овсянки в Подмоскowie, еще в 1941 г. назвал изучаемое скопление

птиц колонией [10]. Безусловно, дубровники совсем не колониальные, они склонны образовывать парцеллы — группировки, в которых соседней узнают в лицо и по голосу, но территории строго охраняются [11]. Причиной образования таких пространственных объединений могут быть как благоприятные условия, так и некоторая взаимная тяга. Наряду с образованием парцелл дубровники часто гнездятся одиночными парами. Такие уединенные семьи я встречал на альпийских и пойменных лугах Вишерского заповедника, а также в Комсомольском и Норском заповедниках.

В настоящее время дубровники в горах нашего заповедника не встречаются. Последняя регистрация на хребте Лиственничный произошла в июне 2008 г. В более привлекательном местообитании — на высокотравном лугу в районе устья р.Лыпя, птицы отмечены последний раз в июне—июле 2013 г. Все предыдущие годы они здесь гнездились. Вне заповедника, в среднем и нижнем течении р.Вишеры, дубровники также были достаточно обычны. В 2000-х годах их еще можно было встретить в этом районе (по данным учетов с лодки по Вишере и ее притокам, в 2004–2005 гг. встречаемость золотых овсянок составила  $1.1 \pm 0.1$  особей/км<sup>2</sup>), а в 2014 г. вид уже не был обнаружен.

Тревожная ситуация резкого снижения численности, а местами полного исчезновения дубровников сложилась в начале столетия почти повсеместно в Европе и, что особенно беспокоит, — в Сибири и в Приамурье. Главная причина тому — прямое уничтожение птиц человеком на местах зимовки в Китае. Китайцы традиционно ловят



Дубровники, отловленные в Китае браконьерами и изъятые полицией в 2015 г.

Фото Н. Qiusheng

мелких птиц, в том числе дубровников (в Поднебесной их называют рисовой птицей), и употребляют в пищу как деликатес; кроме того, появилась мода на чучела золотой птицы, которые используют как обереги [12].

Ловля и потребление в пищу мелких воробьиных птиц зародились в Юго-Восточной Азии не сегодня. Еще в 80-х годах мне попадалась информация о том, что в Китае ежегодно в птичьи консервы попадает около 2 млн дубровников, можно вспомнить и борьбу с воробьями во времена Культурной революции, но раньше это не приводило к катастрофе, теперь вид приблизился к грани вымирания. Запреты не останавливают браконьерство [13]. По информации журнала «Die Welt»\*, в настоящее время популяция дубровников в мире сократилась на 90%.

Хочется надеяться, что орнитофауна Евразии не потеряет столь замечательную птицу, тем более что есть пример, внушающий надежду...

В 80-х годах прошлого века одна из самых массовых уток Восточной Сибири — клоктун (*Anas formosa*) — стала очень

редкой [9] и была включена в Красную книгу России [14]. За 11 лет работы в Комсомольском заповеднике, расположенном в пойме р.Амур, я не встретил ни одного клоктун. Первый раз поспешилось столкнуться с ним в 2001 г. в Норском заповеднике Амурской обл. С тех пор я вижу этих уток ежегодно. Более того, стаи клоктун до 50 особей встречаются на пролете регулярно, т.е. редкий вид стал совершенно обычным. По дан-



Пара клоктун в Норском заповеднике.

\* [www.welt.de/wissenschaft/umwelt/article142152309/Werden-diesem-Vogel-die-Chinesen-zum-Verhaengnis.html](http://www.welt.de/wissenschaft/umwelt/article142152309/Werden-diesem-Vogel-die-Chinesen-zum-Verhaengnis.html)



Стайка клоктунов на р.Селемдже.

ным наблюдений других исследователей, в Якутии и Хабаровском крае клоктун снова стал массовым видом [15, 16]. Хотя, конечно, уровень численности этого представителя рода *Anas*, который отмечался в первой половине прошлого века, остается

недостижимым при современном росте количества людей и увеличении загрязненности. Но можно достаточно уверенно говорить, что вид в настоящее время вышел из опасного для своего существования состояния. ■

## Литература

1. Штегман Б.К. Основы орнитогеографического деления Палеарктики. М.; Л., 1938.
2. Портенко Л.А. Изменчивость ареалов птиц // Орнитология. 1974. Вып.11. С.143–149.
3. Дементьев Г.П., Птушенко Е.С. Расселение и географическое распространение дубровника *Emberiza aureola* Pallas // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1940. Т.49. №3/4. С.115–122.
4. Мензбир М.А. Птицы России. М., 1895.
5. Промитов А.Н. Биология дубровника (*Emberiza aureola* Pall.) в связи с вопросом о расселении видов птиц // Зоол. журн. 1934. Т.13. №3. С.523–539.
6. Станчинский В.В. Географическая изменчивость и распространение дубровника, *Emberiza aureola* Pall. // Ежегодн. Зоол. музея АН СССР. 1928 (1929). Т.29. С.243–265.
7. Птицы Советского Союза / Под общ. ред. Г.П.Дементьева и Н.А.Гладкова. М., 1954. Т.5.
8. Смиренский С.М. Эколого-географический анализ авифауны Среднего Приамурья: Дисс. ... канд. биол. наук. М., 1986.
9. Бабенко В.Г. Птицы Нижнего Приамурья. М., 2000.
10. Мальцев В.В. Гнездование и биология дубровника *Emberiza aureola* в пойме реки Оки // Русс. орнитол. журн. 2009. Т.18. Вып.461. С.156–173.
11. Наумов Н.П. Этологическая структура популяций наземных позвоночных // Поведение животных. Экологические и эволюционные аспекты. М., 1972. С.37–39.
12. Рябцев В.К. Птицы Сибири. 2014. Т.1.
13. Kamr J., Oppel S., Ananin A. A. et al. Global population collapse in a superabundant migratory bird and trapping in China // Conservation Biology. 2015. V.29. P.1684–1694.
14. Красная книга Российской Федерации. Животные. М., 2001.
15. Пронкевич В.В. Весенний пролет птиц в нижнем течении реки Усури в 2005 году // Амурский зоол. журн. 2011. Т.III. №1. С.64–77.
16. Егоров Н.Н., Гермогенов Н.И., Оконешников В.В., Троев С.П. Миграции клоктуна (*Anas formosa*) в Якутии // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2009. №1. С.13–15.

# Если бы было больше Фарадеев...

К 225-летию со дня рождения великого физика

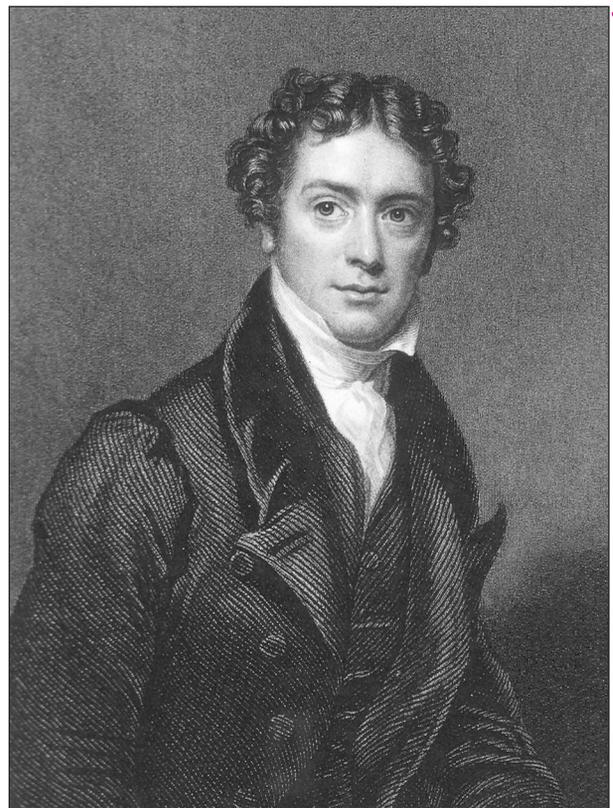
Р.Н.Щербаков,  
доктор педагогических наук  
Таллин (Эстония)

Если наш читатель пожелает обратиться к «Экспериментальным исследованиям» Фарадея, то независимо от своих интересов он, возможно, почувствует и испытает на себе всю ту мощь таланта, интуиции, прозрений, упорства и методичности его мысли, которая обычно присуща воистину гениальной личности в науке. Но можно ограничиться знакомством лишь с открытиями ученого. И заинтересоваться вопросом, что из них получилось и что изменилось в цивилизации в целом после праведных трудов английского экспериментатора первой половины XIX в. Уже этого будет довольно для осознания значения гения Фарадея для науки, мировой истории, а возможно, и лично для каждого из нас.

Выдающийся физик Майкл Фарадей принадлежал к тому низшему сословию общества, которое породило целый ряд известных исследователей своего времени, таких как А.М.Ампер, Дж.Генри, О.Хевисайд и др. В силу своего происхождения Фарадей, самостоятельно овладев научной культурой того времени, внес выдающийся вклад в науку и технику и не менее заметный — в популяризацию естественных наук.

Убежденный в том, что *«различные формы, в которых проявляются силы материи, имеют одно общее происхождение»* [1, т.III, с.11], ученый доказал наличие связей между электричеством, магнетизмом и химическими свойствами, магнетизмом и светом. Преобразовав опытные основы электричества, он высказал ряд гениальных идей, определивших прогресс физики, химии и электротехники.

По определению Дж.К.Максвелла, очарованного гением Фарадея, *«его благородная, простая и лишенная драматизма жизнь будет также долго жить в памяти людей, как и обессмертившие его имя открытия. В нем не было жажды одобрения толпы, не было зависти к работе других ученых, не было отклонений от любимой, поставленной перед собой цели — «работать, заканчивать, опубликовать»* [2, с.66]. Тот факт, что Фарадей существовал, делает более великой



Майкл Фарадей в возрасте 30 лет. Гравюра Дж.Кокрейна по портрету работы Г.В.Пикерсгилла, 1826 г. [3, р.195].

*и сильной всю нацию, и нация была бы еще более великой и сильной, если бы среди нас было бы больше Фарадеев* [2, с.64].

## Избавляясь от невежества, совершенствоваться в химии

Майкл родился 22 сентября 1791 г. в поселке Ньюингтон-Баттс близ Лондона (сегодня это часть города) в семье бедного кузнеца из небольшой протестантской секты. Старше Майкла были сестра и брат, который занялся кузнечным делом, а позд-



Парадный портрет баронета сэра Гемфри Дэви работы сэра Томаса Лоуренса, примерно 1821 г. Национальная портретная галерея, Лондон (экспонат NPG 1573).

нее поддерживал научные интересы будущего экспериментатора. В начальной школе Майкл научился только читать, писать и считать.

Проучился он лишь год, а с 12 лет служил в переплетной мастерской. Там Фарадей, овладевая навыками своего дела, с интересом знакомился со статьями по химии и электричеству из «Британской энциклопедии», посещал вечерние лекции по физике, участвовал в жизни городского философского общества, а также брал частные уроки рисования и владения навыками литературной речи. С этого началось воплощение им в жизнь стремления к самообразованию.

Из прочитанного в те годы Фарадей особо выделял «Беседы о химии» Дж.Марсе. Их он воспринял с интересом, проделав при этом большинство описанных в них опытов. Поворотным моментом в судьбе стала встреча с Г.Дэви, известным химиком и физиком, профессором Королевского института. В возрасте 21 года Майкл становится лаборантом у Дэви. У него он учится искусству постановки опытов, посещает его лекции и даже размышляет о механизме их успеха у слушателей.

В 1813–1815 гг. Фарадей сопровождает Дэви в поездке по Европе, помогая ему в проведении опытов, демонстрируемых А.М.Амперу, Ж.Л.Гей-Люссаку, А.фон Гумбольдту и другим известным

ученым. Эти встречи стали для Майкла окном в волнующий мир науки. Дорогу в нее он видит опять же в продолжении самообразования. В письме к своему другу он откровенно напишет о своем невежестве и о твердом желании совершенствоваться в химии и других науках.

По возвращении в Англию Фарадей продолжает добросовестно исполнять свои обязанности — но теперь уже ассистента в Королевском институте. В Философском обществе читает свои первые лекции о свойствах вещества и организует кружок молодых энтузиастов науки. К этому моменту наиболее отчетливо проявили себя два основных его качества: настойчивая работа над совершенствованием своей личности и искренняя благодарность всем, кто помогал ему в этом.

### Трепетное служение своим идеям и науке в целом

Первые научные открытия Фарадея связаны с химией. В 1816 г. он провел химический анализ едкой тосканской извести и опубликовал ряд заметок по химии. Крупным его успехом в 1823 г. стали работы по ожижению таких газов, как аммиак, закись азота, углекислый газ и др., положившие тем самым начало физике низких температур. Спустя четыре года Фарадей-химик уже вплотную займется физикой.

Это было вызвано важнейшими событиями в электромагнетизме. В 1820 г. Х.К.Эрстед обнаружил магнитное действие электрического тока, и тотчас же Ампер провел целую серию экспериментов по исследованию взаимодействия тока и магнита, двух токов, соленоида и магнита и другие. Фарадей, еще по инерции занимаясь химией, одновременно внимательно изучает работы французского «Ньютона электричества», не всегда соглашаясь с его теоретическими выводами.

Уже в 1821 г. Фарадей заявил о себе как о способном физике: он впервые осуществил вращение магнита вокруг проводника с током и проводника вокруг магнита, создав в итоге лабораторную модель будущего электродвигателя. Но еще пройдет десятилетие, прежде чем ученый-самоучка внесет свой вклад в развитие новой науки. Он откроет явление электромагнитной индукции, законы электролиза, обнаружит поляризацию диэлектриков и многое-многое другое.

В том же году Фарадей обвенчался со знакомой ему с детства Саррой Бернард, дочерью серебрящика. С этого момента началась наполненная любовью жизнь, которую Майкл, по словам друзей, будет ценить не менее, чем свои научные успехи. Для него брак с Саррой был более чем удачным, хотя и бездетным. С ней он счастливо проживет до конца своих дней, а гармония личного и научного будет сопровождать его в упорных стремлениях постичь тайны природы.

Еще через два года по предложению У.Х.Волластона и Дж.Ф.У.Гершеля и с одобрения большинства ученых Фарадей был избран в Лондонское королевское общество, что стало признанием его положения в науке. Против избрания был лишь его учитель Дэви, в тот момент — президент Общества. Но этот факт прежнего уважения Фарадея к нему не убавил. Спустя еще год его изберут в члены Королевского института и назначат директором лаборатории.

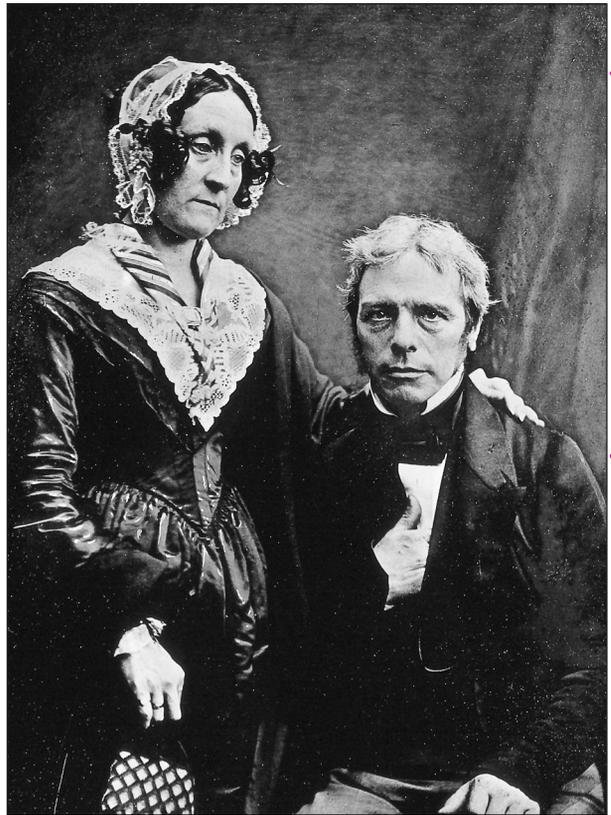
Но еще до этих весьма приятных для него событий Фарадей в 1822 г. поставил перед собой задачу «превратить магнетизм в электричество». Его решение повлекло за собой фундаментальные сдвиги в понимании природы, когда в представлении ученых материя кроме вещества пополняется вторым ее состоянием — физическим полем. С этого момента идею о полевой форме материи будут разрабатывать и пополнять величинами, так что она приобрела в итоге теоретическую основу.

Пока же движение к цели шло весьма непростое — на ее достижение потребовалось восемь лет. После долгих попыток (были проведены опыты с обмотками на деревянном барабане, а затем на железном кольце; при этом одна из обмоток была присоединена к батарее, а другая — к гальванометру) ученый в 1831 г. делает вывод, что *...ток от батареи при пропускании его через один проводник действительно индуцирует подобный же ток в другом проводнике, но что этот ток длится всего один момент...* [1, т.I, с.14].

Следствием выводов 40-летнего Фарадея был еще один наглядный опыт (и по сей день демонстрируемый на школьных уроках): ученый перемещал постоянный магнит внутри соленоида. Как он и ожидал, при введении магнита в соленоид в нем тут же возникал индукционный электрический ток одного направления, а при его выведении — противоположного. Так было получено еще одно экспериментальное, причем бесспорное доказательство явления индукции.

В итоге всех опытов Фарадей в августе 1831 г. сформулировал вывод, что им обнаружено явление, которое позже назвали электромагнитной индукцией. По обобщенному определению, если проводник оказался в переменном магнитном поле, то в нем наводится электрический ток. Изучив обнаруженное им явление основательно, Фарадей пришел к закону электромагнитной индукции, известному сегодня каждому, но уже в том математическом виде, который обычно приводится в учебниках физики.

Кстати, А.Эйнштейн, признававший ценность самообразования, вроде того, каким и занимался Фарадей, полагал, что именно это сыграло важную роль в возможности открытия им этого физического явления: *Разве Фарадей открыл бы закон электромагнитной индукции, если бы он получил стандартное университетское образование?* [4, с.130]. Очевидно, Эйнштейн имел в виду свобо-



Майкл и Сарра (?) Фарадей.

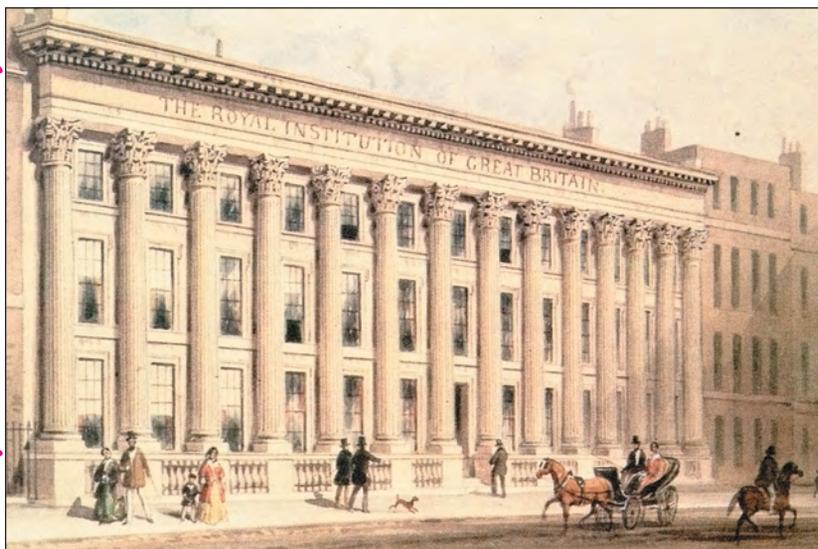
Фото фирмы «H.Dixon & Sons Ltd»  
(Wellcome Library №12696i/V0026351)

ду мышления ученого от излишнего математического формализма, возможного в то время.

Пытаясь определить причину возникновения тока во вторичной обмотке катушки, Фарадей возникающее в ней состояние назовет «электротоническим», приписав ему реальность как особое состояние материи и, кроме этого, посчитав, что за этим состоянием должна существовать некая величина, *которая*, — как подчеркивает Дж.К.Максвелл, — *как мы теперь знаем, является величиной математической и которая даже может быть названа основной величиной в теории электромагнетизма* [5, т.II, с.163].

Вместе с тем Фарадей продолжил поиски обоснования единства всех сил природы и создания целостной концепции электромагнитных явлений: *Я давно придерживался мнения... что различные формы, в которых проявляются силы материи, имеют общее происхождение или, иными словами, так непосредственно связаны и взаимозависимы, что они могут превращаться друг в друга, и обладают в своих действиях эквивалентами сил* [1, т.III, с.1].

В 1832 г. ученый начинает исследования разных видов электричества, как тогда считалось, имеющих мало общего. При этом оказалось, что «электричество трения», «гальваническое», «тер-



Здание Королевского института Великобритании в Лондоне в 1838 г. Картина Т.Х.Шеферда.

моэлектричество», «животное» и «магнитное» — все это проявления электрического тока. Подводя итог, он подчеркнул: *Общее заключение, которое... следует сделать из этой совокупности фактов, состоит в том, что отдельные виды электричества тождественны по своей природе, каковы бы ни были их источники* [1, т.I, с.145].

Позднее Фарадей проведет серию исследований по обнаружению индуктивного влияния электрического тока на самого себя. В итоге он обнаружит, что *...ток в одной части провода может путем индукции действовать на другие части того же самого провода, находящиеся рядом* [1, т.I, с.451–452]. Фарадей не мог знать тогда, что молодой Дж.Генри, открывший электромагнитную индукцию, но чуть позже Фарадея, опередил его в опытах по обнаружению самоиндукции.

Но вернемся к экспериментам Фарадея. Не ведая о природе тока, он прозорливо подчеркнул: *Когда ток действует путем индукции на рядом с ним расположенное проводящее вещество, то, вероятно, он действует на имеющееся в этом проводящем веществе электричество, — все равно, находится ли последнее в состоянии тока или же оно неподвижно; в первом случае он усиливает или ослабляет ток, смотря по его направлению; во втором — создает ток...* [1, т.I, с.452].

В 1834 г. русский физик Э.Х.Ленц выяснил, что правила Фарадея для определения направления индуцированных то-

ков сводятся к правилу стремления этих токов противиться действию причин, их вызывающих. Спустя десятилетие Ф.Э.Нейман, опираясь на это правило, предложит свою теорию и вывод закона электромагнитной индукции. Его теорию в 1846 г. разовьет В.Э.Вебер, а Г.Л.Ф.Гельмгольц — в своей работе о сохранении энергии с выводом формулы электродвижущей силы.

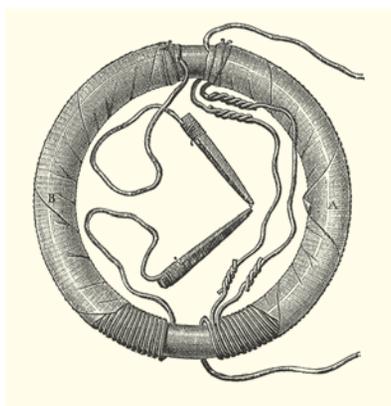
Сам Фарадей сделал вывод об индукции, согласно которому *...без более глубокого понимания ее природы нельзя... значительно продвинуться вперед в исследовании законов электричества; каким иным путем можно надеяться понять ту гармонию или даже единство действия, которое, несомненно, управляет возбуждением элект-*

*ричества посредством трения, химических реакций, тепла, магнитного влияния, испарения и даже в живом организме?* [1, т.I, с.478].

После этих опытов Фарадей возвращается к электрохимическим исследованиям. В 1834 г. он обнаружил, во-первых, что *...химическое действие тока электричества прямо пропорционально абсолютному количеству проходящего электричества* [1, т.I, с.325], и во-вторых, что *...электрохимические эквиваленты совпадают и тождественны с обычными химическими эквивалентами* [1, т.I, с.329] (на самом деле — пропорциональны. — Р.Ш.). В итоге ученый установил взаимную связь между электричеством и химией веществ.

Он ввел новые научные термины: «электролиз», «анод», «катод», «ион» и др. Установил, что *...если принять атомную теорию и соответствующие ей выражения, то атомы тел эквивалентны друг другу в отношении их обычного химического действия, содержат равные количества электричества, связанного с ними* [1, т.I, с.344]. Назвал такое количество абсолютным количеством электричества и даже предложил возможные варианты его оценки.

В конечном счете фарадеевская идея о существовании в природе единства сил позднее из физики переключается в химию — в тот момент, когда Д.И.Менделеев распространит эту идею на само вещество и его атомный вес. Но если Фарадей



«Трансформатор Фарадея»: при включении или выключении тока в одной обмотке катушки регистрируется ток в другой [6, p.288, fig.162].

от случайности в многообразии сил перейдет к их единству, то Менделеев избавится от случайности в химии, получив естественную систему химических элементов (1869). Стало быть, создание им периодического закона связано с научными идеями и работами Фарадея.

Однако переутомление вынудило Фарадея на время прервать работу. Лишь в 1837 г. ученый вернется к опытам по индукции и введет термин «линии индуктивной силы» [1, т.I, с.511]. Представление о силовых линиях у него возникло на примере расположения железных опилок вокруг магнита. В такой картине ясно видны линии, идущие от одного полюса к другому. А их направление в каждой точке совпадает с направлением магнитной силы, а напряженность — с плотностью линий.

Впрочем, споры о природе силовых линий продолжались и в 20-м столетии. М.А.Леонтович подчеркнет, что картина силовых линий обих подполезна лишь для наглядного представления полей и определения сил, действующих на тела. По поводу же их реальности он заметит: *Невозможность введения в электродинамику силовых линий как вещественных («реальных») объектов в прежнем смысле стала ясна после создания специальной теории относительности* [7, с.716].

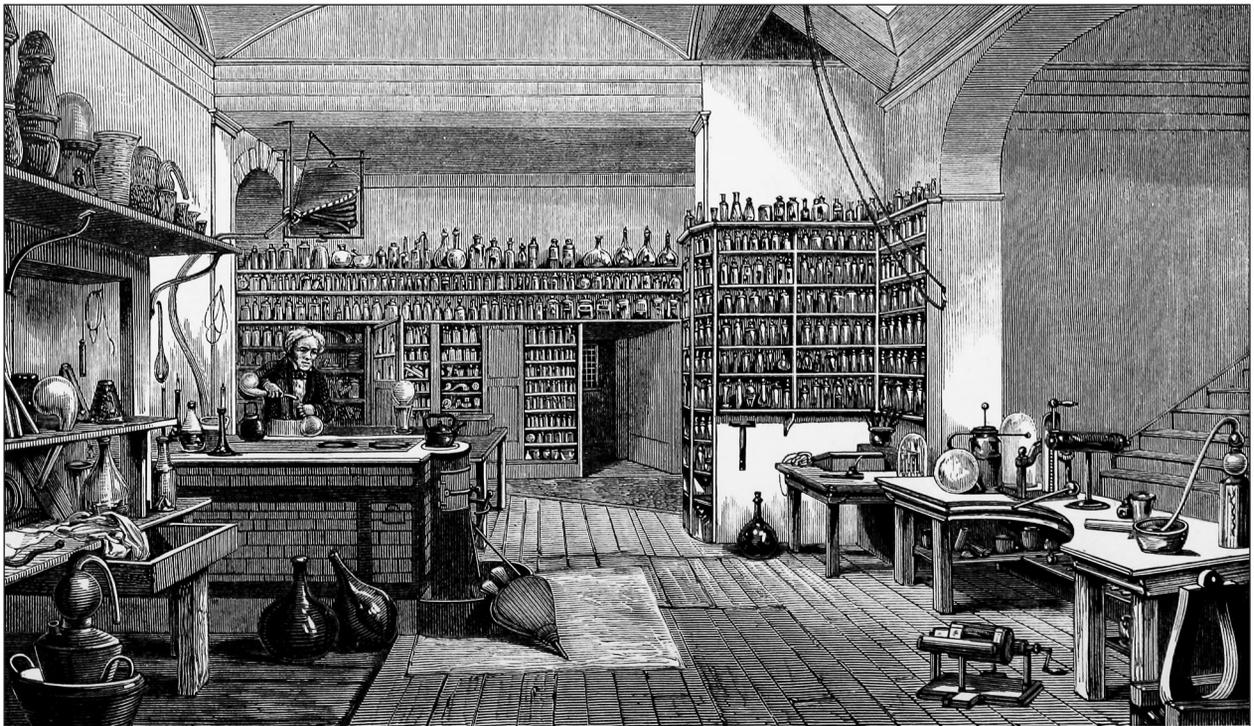
В 1840 г. Фарадей вновь испытал упадок сил и частичную потерю памяти. Болезнь его была вызвана как напряжением духовных и физических сил, так и отравлением парами ртути, используемой в опытах. К активной работе он смог вернуться лишь спустя четыре года и то ненадолго. Не по-

могло и путешествие по Европе, в частности по Швейцарии, предпринятое по настоянию врачей. И тогда друзья, чтобы поддержать здоровье Фарадея, стали хлопотать о назначении ему пенсии.

Почувствовав себя лучше, 54-летний Фарадей вернулся к опытам, пытаясь обнаружить связь электрических и магнитных явлений с оптическими. Он заметил, что если линейно поляризованный свет направить на прозрачное изотропное тело, находящееся в магнитном поле так, чтобы силовые линии были параллельны направлению распространения света, то плоскость поляризации прошедшего через него света поворачивается вокруг направления его распространения.

Эти опыты стали первым доказательством связи оптических и электромагнитных явлений. Обнаруженное им явление позднее будет названо эффектом Фарадея. Ученый подчеркивал, что в своем исследовании руководствовался идеей о единстве сил природы, их взаимосвязи и взаимной превращаемости. Эта мысль, подкреплённая обнаружением вращения плоскости поляризации, и побудила его высказать предположение о единстве всех трех видов явлений.

В 1846 г. в труде «Мысли о лучевых колебаниях» Фарадей заметил: *Нельзя ли предположить, что колебания, которые в известной теории принимаются за основу излучения и связанных с ним явлений, происходят в линиях силы, соединяющих частицы, а следовательно, массы материи в одно целое? Эта идея, если ее допустить, освободит нас от эфира... Рассмотрение мате-*



Майкл Фарадей в своей лаборатории в Королевском институте. Гравюра по акварели Г.Дж.Мур, 1850-е годы.

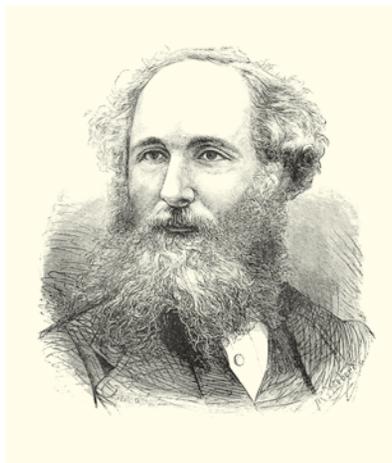
рии с этой точки зрения постепенно привело меня к взгляду на линии силы как на возможные носители колебаний, лежащих в основе явлений излучения [8, с.53–54].

И уже вскоре он предложил идею об электромагнитной природе света, предположив, что на силовые линии можно влиять некоторым способом, «который мы можем представить себе как имеющий характер сотрясения или бокового колебания» [1, т.III, с.622]. Но если открытие электромагнитной индукции для большинства стало фактом очевидным, то его вывод о физическом поле, способном принимать вид волн, физиками-теоретиками был воспринят с недоверием. Ведь они привыкли иметь дело с математическим понятием поля, успешно применяемым в науке, удобным при решении задач физики и в целом для ньютоновской картины физической реальности с ее дальностью действия. Но они не могли согласиться с наличием поля в природе, с тем, что оно реально существует в пространстве и во времени. И это неудивительно, ибо на тот момент естествоиспытатели всех мастей имели дело лишь с веществом и с загадочным эфиром.

Тем не менее предложенная ученым идея силового поля привела к существенному обогащению представлений о физической реальности. Его силовые линии — тот же образ поля, в полной мере отражающий данную реальность в виде электромагнитного поля. В связи с вытекающим из идеи поля принципом близкодействия Фарадей предположил, что поскольку действие на расстоянии невозможно, то известная ученым теория Ньютона нуждается в существенной модификации.

Ученый допустил также, что силы этих полей передаются в пространстве с конечной скоростью. Предположение было настолько непривычным для той эпохи, что он решил изложить его лишь в письме, отправленном в Лондонское королевское общество в 1832 г. Фарадей намерен был вскрыть его после опытного обоснования своего вывода, обеспечив себе приоритет в открытии. Но до опытов дело не дошло, письмо же было обнаружено в архиве только в 1938 г. Его догадку о существовании электромагнитного поля теоретически подтвердил в 1860-х годах Максвелл.

Такой поступок ученого вполне понятен: хотя коллеги признавали его гением экспериментатора, выводы о реальности поля всерьез не воспринимали. Привычным поле станет в XX в., поэтому нам, как заметил Эйнштейн, впитавшим его идеи «с молоком матери, трудно оценить их величие и смелость. Благодаря инстинкту Фарадей хорошо понимал, насколько искусственны все попыт-



Дж.К.Максвелл [9, p.116].

ки сведения электромагнитных явлений к взаимодействию на расстоянии электрических частиц [10, с.231].

А до того, в своем стремлении создать теорию электромагнетизма, Максвелл решит не читать математических работ по теме, пока не изучит «Экспериментальные исследования» Фарадея. Усилия Максвелла не пропали даром, они привели его к созданию теории электромагнитного поля, одно из уравнений которого отражает обнаруженную Фарадеем индукцию. И он будет всем желающим советовать читать труды Ампера и Фарадея перед знакомством с его теорией.

Максвелл осознал, что присущая Фарадею наглядность приняла чуждый тому вид формул. Поэтому он, как бы оправдывая применение теоретических методов, тактично объяснил это таким образом: *Для людей с различным направлением ума научная истина представляется в различной форме, и нужно считать одинаково научным, является ли она в грубой форме и яркой окраске физической иллюстрации или в тонкой и бесцветной форме символического выражения* [8, с.24].

Теоретически развитые Максвеллом в виде законов физических полей и экспериментально подтвержденные Г.Р.Герцем и П.Н.Лебедевым работы Фарадея стали научным фундаментом физики. На нем сформировалась теория относительности Эйнштейна и были созданы электродвигатель, генератор, телеграф (так мало интересовавшие Фарадея), а также телефон и радио, существенно повлиявшие на развитие техники, промышленности, повседневного быта человека, на обогащение общей культуры и жизни в целом. Произошло это несмотря на то, что теория электромагнетизма Фарадея—Маквелла была представлена в механистической форме и изложена с применением понятия о напряжениях во всепроницаемой физической среде, обычно называемой эфиром. Хочется привести верное замечание С.Вайнберга: *Физики XIX в. вели себя совсем не глупо — чтобы продвигаться вперед, любой физик нуждается в каком-то качественном мировоззрении, а механистическое мировоззрение казалось в те годы ничем не хуже других взглядов* [11, с.134].

В 1839 г. Фарадей представил для публикации первый том своих «Экспериментальных исследований по электричеству», включивший в себя опыты за семь напряженных лет. Оценивая его содержание, он заметил: *Я горячо верю, что развитие науки... даст такие новые открытия и такие общеприложимые законы, что оно и меня заставит думать, что все то, что написано и разъяснено в настоящих «Экспериментальных*

исследованиях», принадлежит уже к пройденным этапам науки [1, т. I, с. 10].

Знакомясь с первым томом этого труда, с подробностями постановки бесчисленных экспериментов, обнаружим присущее уже науке XX в. взаимодействие кропотливо добытых фактов, гипотез и теоретических выводов, когда очередной шаг подсказывается самим предыдущим теоретическим осмыслением, а вновь установленный опытный факт подтверждает предлагаемое читателю объяснение. А ведь делается это без применения привычной современному ученому и студенту математики.

Подобно Ньютону, Фарадей в творчестве был одиночкой, чувства и разум которого — в его трудах. В них, по словам Максвелла, *Фарадей демонстрирует нам неудачные эксперименты наряду с удачными и незрелые идеи наряду с развитыми; поэтому читатель (даже менее способный по сравнению с Фарадеем) испытывает скорее симпатию, нежели чувство восхищения, и искушение поверить, что при удачных обстоятельствах он и сам стал бы первооткрывателем* [5, т. II, с. 154].

Чтение трудов Фарадея — полезная школа для тех молодых людей, кого привлекает процесс познания законов природы и кто по окончании школы решил посвятить себя науке. Действительно, когда вникаешь во все нюансы мысли ученого, само чтение приносит истинное наслаждение. Через простые опыты его мысль медленно, но верно движется к разгадке механизма исследуемого явления. При этом появляется ощущение присутствия при рождении истины.

## Теоретические идеи Фарадея

Но, будучи экспериментатором, Фарадей, тем не менее, считал себя философом, способным через размышления над опытами рационально воспринимать явления природы и обобщать материал до его поистине философского осмысления и звучания. Вспомним хотя бы такое его высказывание: *...материя присутствует везде, и нет промежуточного пространства, не занятого ею* [1, т. II, с. 400–401].

Как уже отмечалось, высшую цель естественных наук он видел в изучении с помощью методов физики связей между силами природы: *Какая еще наука может быть столь близкой человеческому уму, как физика? И что еще может в равной степени дать ему столь глубокий взгляд на действие сил...* [12, с. 154]. А законы физики, по мнению Фарадея, *...служат основой нашего понимания природы... они становятся, как это всегда и было, нашей верой и правдой* [12, с. 158].

Однако в пору занятий Фарадея научными исследованиями ему пришлось столкнуться с бытовавшей в физике неопределенностью в понимании свойств электричества, его терминологии и единиц измерения, с примитивностью прибо-

ров или их отсутствием вообще, с поисками приспособлений и материалов, необходимых для проведения опытов, и т.д. Каким же талантом и ценностными установками должен был он обладать для постижения законов природы?!

По его словам, *...если ученый отдается исследованиям с ревностью, но одновременно с осторожностью, сочетая опыт с аналогиями, если с недоверием относится к своим предвзятым мнениям и факт ставит выше теории, если он не слишком поспешно делает обобщения и, что самое важное, на каждом шагу готов подвергнуть свои... суждения всесторонней проверке как путем рассуждения, так и путем опыта, то для такого ученого ни одна отрасль знания не представляет такого прекрасного и легкого поля для открытий, как эта* [1, т. I, с. 477–478].

Прочитывая отдельные страницы трех томов «Исследований» Фарадея, мы знакомимся с кропотливым и глубоким изучением с помощью опытов очередного электрического и (или) магнитного явления. И с тем, как великий физик (первым его так назвал Ампер) из наблюдений делает осторожные предварительные выводы, которые затем вновь и вновь проверяет на следующих опытах, чтобы в итоге утвердиться в своем теоретическом объяснении добытых фактов.

Согласно Максвеллу, метод Фарадея заключался *...в постоянном обращении к эксперименту как средству проверки правильности его идей и в постоянном развитии идей под непосредственным влиянием эксперимента. В его... работах эти идеи выражены на языке, более всего пригодном для науки... в стадии зарождения, ибо язык этот до некоторой степени даже чужд стилю тех физиков, которые привыкли устанавливать математические формы мышления* [5, т. II, с. 154].

Действительно, Фарадей практически не использовал математику. Мы не обнаружим в его работах ни одной алгебраической и тем более тригонометрической формулы, ни одного геометрического чертежа или доказательства, поясняющих его теоретические рассуждения и выводы. Единственное, что есть, — это простые пропорции, но и они не записаны в известном нам буквенном виде. Впрочем, в этом нет ничего странного, ибо Фарадей абсолютно не владел математикой.

Его способ проникновения в сущность явлений состоял в том, что (в отличие, например, от У.Гильберта\*), накапливая опытный материал, в ходе отдельных шагов исследования Фарадей интуитивно выдвигал промежуточные гипотезы. Сопоставляя их с фактами и выводами других ученых, в том числе теоретически и математически мыслящих, он стремился далее эти гипотезы проверить на новых опытах, с тем чтобы иметь моральное право объявить об открытии им закона.

\* См.: Шербаков Р.Н. Физика магнетизма Уильяма Гильберта // Природа. 2015. №7. С.69–78.

Не имея математических знаний, Фарадей не мог обращаться к работам К.Ф.Гаусса и Дж.Грина, Ж.Л.Д'Аламбера и П.С.Лапласа, А.М.Лежандра и С.Д.Пуассона. Однако это не мешало ему органично реализовывать на практике взаимозависимость эксперимента и теории. *Здравым и научным будет подход того, кто будет различать, поскольку это в его силах, факт от теории; опыт минувших веков вполне достаточен для того, чтобы убедить нас в мудрости такого пути* [1, т. II, с.393].

И все же Максвелл считал его подход математическим, хотя и не представленным в общепринятой форме [5, т. I, с.12]. Более того, вызванное отсутствием у Фарадея подготовки по математике высокое искусство наглядно представлять себе и интуитивно угадывать саму сущность явлений спасало его от предубеждений, навязываемых математическими работами, которые подчас подавляли у его коллег интуицию, что неблагоприятно влияло на научные исследования.

Присущее Фарадею чутье предмета исследования, его мудрая интуиция после его смерти бесследно не исчезнет, но проявится как у экспериментаторов с их подготовкой по математике (П.Н.Лебедева [13], Э.Резерфорда и П.Л.Капицы), так и у теоретиков XX в. Яркий пример — научное творчество Н.Бора. Стиль его мышления В.Гейзенберг охарактеризует так: *Бор не был математиком по складу своего ума. Он был, я бы сказал, Фарадеем...* [14, с.197].

## Фарадей и научное сообщество того времени

Как мы помним, Фарадей вышел из низов общества. Благодаря, с одной стороны, самообразованию и неумному желанию заняться научными исследованиями, а с другой стороны, наличию в Европе в тот момент благоприятной основы для экспериментальной деятельности, его природный гений смог проявить себя во всем своем величии и блеске.

Лаборатория в Королевском институте, общение с У.Х.Волластоном, У.Гершелем, Г.Дэви, У.Стёрдженем, встречи и переписка с Г.Л.Ф.Гельмгольцем, Дж.Генри, А.М.Ампером, Дж.К.Максвеллом и т.д. — все это создавало ту благодатную для развития таланта Фарадея атмосферу, что способствовала его весьма успешным исследованиям и развитию науки в целом.

Причем, как это принято, Фарадей ссылается на работы коллег, имевших отношение к его экспериментам. Это Г.Дэви, О.А.де ля Рив, Х.К.Эрстед, Д.Ф.Араго, А.М.Ампер, У.Х.Волластон, А.Вольта и другие известные ученые. В своих статьях он сопоставляет свои опыты и выводы из них с их результатами, соглашается с ними или вступает в полемику, а при критике повторяет эксперименты и вносит поправки в свои работы.

До конца жизни Фарадей оставался скромным и непритязательным в поведении и быту. Он кстати отклонил предложение возвести его в рыцарское достоинство и дважды отказывался занять пост президента Королевского общества. Его жалование было небольшим, и все же он отказывался от предложений, если они мешали ему заниматься наукой. После 1845 г. источником его дохода оставалась лишь пенсия.

В тот год Фарадей ненадолго вернулся к активной работе и сделал ряд выдающихся открытий. Так, например, используя сильный электромагнит и помещая между его полюсами разные вещества, он установил, что по магнитным свойствам все тела делятся на два класса: парамагнетики и диамагнетики (последние устанавливались поперек магнитного поля). Термины были введены им спустя пять лет.

Как уже отмечалось, тогда же Фарадей обнаружил вращение плоскости поляризации света в магнитном поле, что повлекло за собой открытие Дж.Керром в 1875 г., уже после смерти Фарадея, двойного лучепреломления в электрическом поле. Самому Фарадею какое-либо изменение оптических свойств вещества под действием этого поля наблюдать не удалось. Это были его последние научные открытия.



Майкл Фарадей.

Фото фирмы «H. Maull & G. Polyblank» (Wellcome Library №26801/V0026348)

## От науки — к популяризации и проблемам образования

Становлению научного образования и культуры в Западной Европе способствовала популяризаторская деятельность таких ученых, как П.С.Лаплас, Ж.Б.Ламарк, Ж.Кювье, Д.Ф.Араго, Ю.Р.Майер, Г.Л.Ф.Гельмгольц и др. Их усилиями был разбужен интерес к науке и образованию. Тому же служила и деятельность Фарадея-популяризатора [15].

Представления ученого такого масштаба о естествознании и его роли в развитии общей культуры, когда позитивное отношение к науке было вытеснено чрезмерным обращением к гуманитарным ценностям, имело познавательное и мировоззренческое значение. Нельзя не отметить, что Фарадей обладал глубоко продуманными и к тому же созвучными требованиям нашего времени взглядами на постановку физического образования.

Первый курс лекций по химии ученый прочел в 1816 г. в том самом Философском обществе, где ранее был лишь слушателем. С 1825 г., будучи уже членом Королевского общества, Фарадей в своем институте по пятницам читал лекции, которые становились его подлинным триумфом. А в 1829–1851 гг. он выступал с лекциями в Королевской военной академии в Вулвиче. Последняя лекция была им прочитана в 1862 г.

Сама судьба великого физика, достигшего упорным трудом высот науки через самообразование, побуждала его сочувственно относиться к слушателям, близким ему по социальному положению, бескорыстно и старательно приобщать их к тем элементам научных знаний и методов, которые помогли бы им понять основные законы физики и химии, обнаруженные наукой к тому времени.

В чтении лекций ученый отдавал предпочтение детям, для них он выступал в рождественские каникулы в Королевском институте. Примером тому служат лекции по химической истории свечи, прочитанные им зимой 1848–1849 гг. и повторенные в 1860–1861 гг., которые были опубликованы в 1861 г. известным ученым У.Круксом. Российский читатель смог познакомиться с «Историей свечи» Фарадея в 1866 г.

В жизни гения, как правило, наступает момент, когда он начинает обращаться к философским и методологическим вопросам своей науки и бытия в целом. В 1859 г. 67-летний Фарадей выступил с лекцией «Размышления по поводу воспитания ума». В ней он высказал немало ценных соображений об образовании и самообразовании, и сегодня полезных для тех, кто обеспокоен развитием своего интеллекта.

*Образование можно понимать в столь широком смысле, что оно будет включать в себя все то, что приводит к совершенствованию ума... Первый шаг... состоит в выяснении того, чего нам*

*не хватает... самообразование должно продолжаться всю жизнь... Каждый человек в той или иной степени способен усовершенствовать свое мышление... [Надо], чтобы человек экзаменовал себя беспощадно... [12, с.155].*

Но ученый понимал, что для естественнонаучного образования молодежи этого недостаточно. *Лекции, которые... учат, никогда не могут быть популярными; популярные лекции не могут обеспечить подлинного обучения. Те, кто думают, что усвоение наук... легче, чем усвоение азбуки, плохо представляют себе, что такое наука [12, с.148].* Поэтому он настаивал на обязательном изучении в школе естественных наук.

## Из прижизненного бытия — в бытие науки новых времен

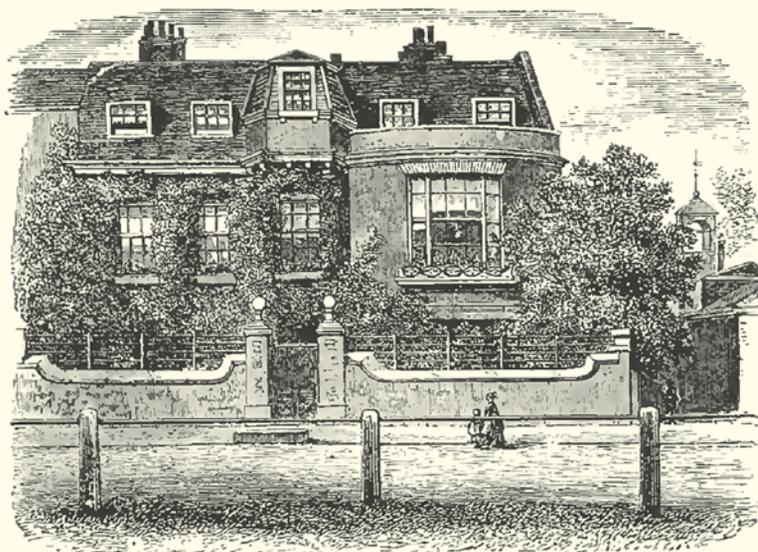
В 1848 г. королева Виктория предоставила Фарадею в пожизненное пользование дом, входящий в дворцовый комплекс Хэмптон-Корт. Все домовые расходы и налоги королева взяла на себя. В 1858 г. Фарадей ушел в отставку с большинства своих постов и поселился там на последние девять лет жизни.

Время от времени состояние здоровья позволяло ему хотя бы ненадолго возвращаться к науке. В 1862 г. он выдвинул гипотезу, что магнитное поле может смещать спектральные линии. В то время еще не было обнаружения для обнаружения такого эффекта. И лишь позднее П.Зееман подтвердил эту гипотезу Фарадея, удостоившись за свое открытие Нобелевской премии в 1902 г.

Мировое признание Фарадея проявилось в избрании его в почетные члены Французской, Петербургской (1830), Итальянской, Американской (1864) и других академий наук. Российская публика узнала о Фарадее в 1838 г. из «Энциклопедического лексикона», а его биография появилась в «Математическом сборнике» в 1868 г. С этого момента в России публикуется связанная с его именем литература.

Последние годы Фарадей все чаще жаловался на ослабление памяти: он уже не помнил выводов, к которым пришел накануне, забывал буквы для написания слов. Угасание интеллекта ученого неотвратимо двигалось к печальному концу, делая невозможной его научную деятельность. Не дожив до 76 лет, Фарадей умер за своим письменным столом 25 августа 1867 г. Похоронен он был на Хайгетском кладбище Лондона.

После кончины ученого его друзья начали писать о нем книги. Первым был Дж.Тиндаль, выпустивший в 1868 г. книгу «Фарадей как исследователь», затем Б.Джонс, врач и секретарь Королевского общества, опубликовавший в 1870 г. двухтомную биографию «Жизнь и письма Фарадея». Международной популярностью с 1869 г. пользу-



Дом Фарадея в Хэмптон-Корте, где он прожил последние девять лет своей жизни [16, p.393].

ются Фарадеевские чтения. Участвуя в них, ученые разных стран отдают дань уважения великому исследователю.

В 1922 г. Институтом инженеров-электриков Великобритании была учреждена медаль имени Фарадея за выдающиеся достижения в электротехнике. Ее 20-м лауреатом в 1942 г. стал П.Л.Капица. Отдавая должное Фарадею-педагогу, Королевский институт в 1960 г. издал сборник его высказываний «Советы лектору», а с 1986 г. Королевское общество

и дальнейший прогресс возможен только в тандеме с математикой [17, с.250–251].

И тем не менее науке XXI в. нужны как Фарадеи с их мощной физической интуицией, так и Максвеллы, владеющие теоретическими методами и мышлением. К тому же подготовка будущих ученых, их социальная жизнь существенно улучшились. Но пожелают ли они, подобно Фарадею, увлеченно, а главное бескорыстно работать над собой ради того, чтобы посвятить себя науке, покажет время. ■

## Литература

1. *Фарадей М.* Экспериментальные исследования по электричеству. Т.I–III. М., 1947–1959.
2. *Максвелл Дж.К.* Статьи и речи. М., 1968.
3. *Hamilton J.* A Life of Discovery: Michael Faraday, Giant of the Scientific Revolution. N.Y., 2004.
4. *Холтон Дж.* Тематический анализ науки. М., 1981.
5. *Максвелл Дж.К.* Трактат об электричестве и магнетизме: В 2 т. М., 1989.
6. *Bedell F.* The Principles of the Transformer. N.Y., 1896
7. *Леонтович М.А.* Эволюция представлений о магнитных и электрических силовых линиях // Успехи физических наук. 1964. Т.84. Вып.4. С.715–721.
8. Из предьстории радио. М., 1948.
9. The Popular Science Monthly. 1880. V.XVII.
10. *Эйнштейн А.* Собрание сочинений. Т.IV. М., 1967.
11. *Вайнберг С.* Мечты об окончательной теории. М., 2004.
12. *Сигер Р.* Михаил Фарадей и искусство чтения лекций // Успехи физических наук. 1970. Т.100. Вып.1. С.147–162.
13. *Щербаков Р.Н.* «Я, как человек, глубоко убежденный и в значении, и в поэзии эксперимента...». Накануне юбилея П.Н.Лебедева // Успехи физических наук. 2016. Т.186. №2. С.159–168.
14. *Пайс А.* Гении науки. М., 2002.
15. *Щербаков Р.Н.* У истоков естественнонаучного образования (К 200-летию со дня рождения М.Фарадея) // Советская педагогика. 1991. №1. С.131–136.
16. *Vence J.H.* The Life and Letters of Michael Faraday. V.2. L., 1879.
17. *Фейнман Р.* Радость познания. М., 2013.

# Новости науки

## Астрономия

### Компьютерное моделирование взрыва астероида

Сотрудники Национального исследовательского Томского государственного университета (НИ ТГУ) в кооперации с коллегами из Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ), Института прикладной математики (ИПМ) имени М.В.Келдыша РАН и Научно-исследовательского и испытательного центра «Сириус» (Москва) разрабатывают превентивные меры по защите Земли от потенциально опасных небесных тел.

Предполагается, что в Солнечной системе может находиться от 1.1 до 1.9 млн крупных астероидов (размером более 1 км). К счастью, большинство из них сосредоточено в так называемом поясе астероидов, расположенном между орбитами Марса и Юпитера, а потому в долгосрочной перспективе они не угрожают нашей планете.

Иное дело — астероиды, сближающиеся с Землей. К ним относят небесные тела, перигелийное расстояние которых, т.е. минимальное от объекта до Солнца, не превышает 1.3 а.е. Таковых астрономы насчитали свыше 14 тыс., 875 из них имеют диаметр больше 1 км, т.е. в случае столкновения с Землей они могут вызвать глобальную катастрофу. Падение астероида размером от 100 м до 1 км может привести к региональной, а небесного тела размером до 100 м — к локальной катастрофе (что, кстати, и произошло в 2013 г. в Челябинске). В настоящее время открыты почти все крупные астероиды диаметром больше 1 км, но с уменьшением размера падает и процент уже открытых космических тел. 1700 астероидов выделены в отдельный подкласс потенциально опасных, среди них примерно 10% имеют размер больше 1 км.

В последнее десятилетие интерес исследователей сконцентрирован на астероиде (99942) Апофис. Впервые его обнаружили в 2004 г. специалисты Национальной обсерватории Китт-Пик (Kitt Peak National Observatory), основанной в 1958 г. в пустыне Сонора (штат Аризона, США). Расчеты движения этого небесного тела показали, что 13 апреля 2029 г. Апофис пройдет на расстоянии порядка 38 тыс. км от центра нашей планеты. В результате воздействия Земли орбита астероида существенно изменится, и траектория его дальнейшего движения станет неопределенной и даже ха-

отичной\*. При этом если мы можем рассчитать положение Апофиса в 2029 г. с точностью около 10 км, то при встрече с ним в 2036 г. — уже с точностью до 100 000 км. И точность расчета каждого следующего сближения окажется еще ниже. Предсказать, насколько астероид может быть опасным в отдаленном будущем, невозможно. От таких небесных тел, чрезмерно сближающихся с Землей, и следует искать способы защиты.

Один из методов, который сегодня предлагает наука, — разбить астероид на осколки путем взрыва, чтобы изменить орбиту его движения и «увести» от Земли, предотвратив вероятное катастрофическое событие\*\*. Но проблема в том, что если взрывать небесное тело на подлете (а для разрушения крупного объекта понадобится мощность ядерного взрыва), то радиоактивные осколки по инерции упадут на Землю. Астрофизик В.М.Чечеткин из ИПМ РАН предложил другой вариант: целиться не в «лоб», а в «хвост» астероида, после того как тот начнет удаляться. И делать это нужно, не дожидаясь второго фатального визита «гостя».

Идея получила развитие в работах специалистов СПбГУ и НИ ТГУ, которые недавно вместе с учеными ИПМ провели исследование с целью выяснить, насколько эффективен ядерный взрыв в космосе, предотвращающий столкновение астероида с Землей. В Томском государственном университете с помощью суперкомпьютера SKIF Cyberia, который входит в число 25 самых мощных российских вычислительных машин, смоделировали ядерный взрыв небесного тела при его удалении от планеты. В качестве потенциальной мишени был взят объект диаметром 200 м, похожий на астероид Апофис. Расчеты показали, что для его разрушения необходимо воздействие ядерного устройства с энерговыделением в 1 Мт в тротиловом эквиваленте. При соблюдении данного условия одна часть тела разрушится до состояния жидкости и газа, а другая — распадется на мелкие фрагменты (менее 10 м — максимально допустимый размер с точки зрения безопасности

\* Быкова Л.Е., Галушина Т.Ю. Исследование движения астероида (99942) Апофис с использованием многопроцессорной вычислительной системы SKIF Cyberia // Космические исследования. 2010. Т.48. №5. С. 419–426.

\*\* Александров П.А., Горев В.В. Космическая защита Земли: первый эксперимент // Природа. 2014. №5. С.7–15.

для Земли). Поскольку удар по цели будет нанесен сзади, оставшиеся после взрыва фрагменты по инерции «подадутся» вперед. Причем орбиты осколков после взрыва приобретут иное положение, отличное от орбиты астероида. В течение 10 лет после подрыва на Землю упадет ничтожное количество осколков (не более двух-трех), радиоактивность которых за это время существенно уменьшится. Предложенный способ ликвидации космической угрозы разумно использовать при невозможности мягкого увода объекта с орбиты столкновения и для ликвидации небесного тела, постоянно возвращающегося к Земле.

Над выполнением проекта, поддержанного Научным фондом имени Д.И.Менделеева (НИ ТГУ) и грантом РФФИ (СПбГУ), работали эксперты в области небесной механики и баллистики. Теоретические расчеты подтвердили осуществимость идеи подрыва астероида сразу после его тесного сближения с Землей. Но модель будет совершенствоваться. Если учитывать реальную форму астероида, а не идеальный шар, который использовали в качестве мишени ученые, расчеты во много раз усложнятся.

© Галушина Т.Ю.,

кандидат физико-математических наук  
НИИ прикладной математики и механики  
Национального исследовательского Томского  
государственного университета

## Физика

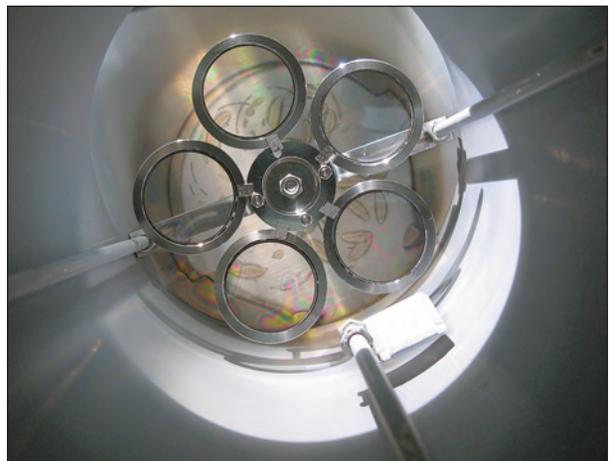
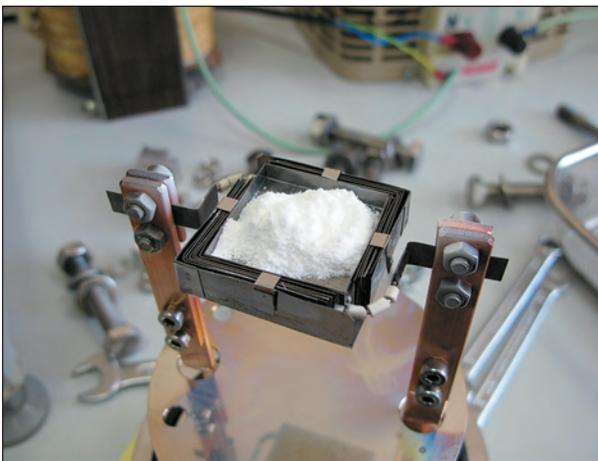
### Томограф для микрообъектов

Рентгеновское излучение — уникальный по чувствительности, проникающей способности и пространственному разрешению инструмент. Распространяясь в веществе, оно в зависимости от плотности объекта с определенной вероятностью поглощается или рассеивается. Таким образом, реги-

стрируя интенсивность прошедшего потока, можно получить информацию о внутреннем строении исследуемого образца. Проводимые с помощью такого инструмента исследования стали удобным, а иногда и единственным способом изучения внутреннего строения объектов без его разрушения. Отсюда и востребованность рентгеновской диагностики в медицине, геологии, археологии, где важно сохранять исследуемый образец.

Сегодня многие научные коллективы в мире развивают методы рентгеновской микроскопии, что позволяет получать данные о структуре объекта с микро- и субмикрометровым разрешением за доли секунды. В Институте ядерной физики (ИЯФ) имени Г.И.Будкера СО РАН (г.Новосибирск) такими проблемами занимаются на экспериментальной установке «Рентгеновская фазоконтрастная микроскопия и микротомография», которая работает на пучках синхротронного излучения из накопителя ВЭПП-4. Недавно здесь разработали уникальную методику для анализа строения мельчайших объектов.

Новосибирцы воспользовались наиболее простым способом регистрации рентгеновского излучения — его конвертацией в видимый диапазон с помощью рентгенолюминофора. Пройдя сквозь объект, излучение преобразуется люминофором и фиксируется специальной камерой. Задача осложнялась тем, что для наблюдения микрообъектов «конвертер» должен быть очень тонким и при этом эффективным, способным поднять разрешение регистрируемых изображений до 2–3 мкм. Разработка технологии создания таких сверхтонких и качественных рентгенолюминофоров и стала главным достижением специалистов ИЯФ СО РАН. Химическое соединение получили путем нагрева цезий-йода и его дальнейшего осаждения на пленку. Искусство состояло в том, чтобы правильно подобрать режим для тонкого и равномерного напыления. И его уда-



Тигель (слева), в который помещен порошкообразный сцинтиллятор CsI (ТИ). Тигель нагревается и сцинтиллятор испаряется. Крепления (справа), на которые устанавливаются люминофоры в процессе напыления сцинтиллятора.



Установка для рентгеновской вычислительной томографии на основе тонких сцинтилляционных пленок позволяет в подробностях разглядеть один из самых востребованных биологических объектов — муху-дрозофилу.

[www.sbras.info](http://www.sbras.info)

лось отработать. Созданная на основе таких люминофоров установка для рентгеновской вычислительной томографии дает возможность в мельчайших подробностях разглядывать биологические объекты. В качестве первого подопытного выступила муха-дрозофила. Для ее исследования использовали люминофор толщиной 3 мкм, что позволило рассмотреть внутреннее строение мухи-дрозофилы, а также структуру ее волосяного покрова, хоботок, количество трубок в ножках и другие детали.

Применение новой технологии не ограничивается биологией. Ее можно использовать в геологических исследованиях для определения минерального состава и текстурно-структурных особенностей горных пород и промышленных руд. Планетологам она поможет в изучении внутренней структуры метеорита и процессов, происходивших в нем во время падения. В технологии, не связанной с разрушающим воздействием на объект, заинтересованы также археологи. Это особенно важно, когда дело касается определения возраста древних находок и предметов, содержащих древесину.

Сейчас ученые пытаются решить проблему создания толстых люминофоров для эффективной регистрации рентгеновского излучения с разрешением 20–50 мкм, которое применяют для просвечивания предметов большой плотности. В отличие от обычных рентгеновских аппаратов, технология с использованием синхротронного излучения гарантирует качественное изображение проекций изучаемого объекта и более высокое пространственное разрешение за меньшее время.

По материалам пресс-службы Института ядерной физики имени Г.И.Будкера СО РАН и портала [www.sbras.info](http://www.sbras.info)

## Химия

### Четыре новых химических элемента получили официальные названия

В январе 2016 г. Международный союз теоретической и прикладной химии (International Union of Pure and Applied Chemistry — IUPAC) и Международный союз теоретической и прикладной физики (International Union of Pure and Applied Physics — IUPAP) официально утвердили открытие новых химических элементов Периодической системы Д.И.Менделеева с атомными номерами 113, 115, 117 и 118, которые были искусственно синтезированы учеными Японии, России и США\*. В соответствии с правилами IUPAC авторам открытий дали пять месяцев на то, чтобы определиться с их именами и двухбуквенными обозначениями. В июне 2016 г. IUPAC, рассмотрев предложения исследователей и согласившись с ними, постановил: назвать 113-й элемент нихонием (Nh), 115-й — московием (Mc), 117-й — теннессином (Ts) и 118-й — огансоном (Og).

Первооткрыватели 113-го элемента — группа ученых из Института физико-химических исследований (RIKEN, Япония), возглавляемая профессором К.Моритой, — предложили назвать его нихонием в честь своей страны («нихон» по-японски означает поэтическое словосочетание «Страна восходящего солнца»). Приоритет в открытии этого элемента, кстати, оспаривали также физики России и США. Пришлось подключать международную комиссию из представителей IUPAC и IUPAP. Эксперты сошлись во мнении, что японцы синтезировали новый элемент раньше своих коллег.

При выборе имен для 115-го и 117-го элементов использовался географический принцип. Первооткрыватели 115-го из Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ, Россия), Ливерморской национальной лаборатории имени Э.Лоуренса и Окриджской национальной лаборатории (США) решили назвать его московием в честь Московского региона, где находится ОИЯИ — мировой центр фундаментальной науки и своего рода «фабрика» по синтезу новых элементов. Всего за последние 50 лет Периодическая система Д.И.Менделеева пополнилась 17 новыми элементами, 9 из которых синтезировали в ОИЯИ, причем 5 наиболее тяжелых (114–118-й элементы) — за прошедшее десятилетие. 117-й назвали теннессином в знак признания вклада ученых штата Теннесси (США), в том числе Окриджской национальной лаборатории, Университета Вандербилта в Нашвилле и Университета Теннесси в Ноксвилле, в работы по синтезу сверхтяжелых элементов.

\* Кто открыл новые элементы таблицы Менделеева? // Природа. 2016. №3. С.88.

Название 118-го элемента отражает новаторский вклад академика РАН Юрия Цолаковича Оганесяна — специалиста в области экспериментальной ядерной физики, научного руководителя Лаборатории ядерных реакций имени Г.Н.Флерова (ОИЯИ) — в исследование трансактинидных элементов. В числе его многих достижений — сделанное в соавторстве открытие 104–107-го элементов (резерфордия, дубния, сиборгия, бория) и значительный прогресс в ядерной физике сверхтяжелых элементов, включая экспериментальное подтверждение существования «острова стабильности».

После общественного обсуждения окончательное решение будет опубликовано в журнале IUPAC «Pure and Applied Chemistry».

По материалам пресс-службы  
Объединенного института ядерных исследований

## Палеонтология

### Почему исчезли ихтиозавры?

Ихтиозавры населяли моря и океаны нашей планеты на протяжении почти всей мезозойской эры, начавшейся около 252 млн лет назад и длившейся примерно 185 млн лет. В отличие от других групп пресмыкающихся, они исчезли за десятки миллионов лет до конца мелового периода — рубежа, когда был положен конец «эпохе рептилий» и настал «век млекопитающих». Каким образом и почему они вымерли — одна из загадок палеонтологии.

До недавнего времени полагали, что ихтиозавры в течение всего мелового периода были представлены лишь одним родом *Platypterygius*, т.е. характеризовались крайне низким разнообразием, и исчезли, не выдержав пищевой конкуренции со

стороны появившихся в морских акваториях ящеров-мозазавров, близких современным варанам. Однако международной группе исследователей под руководством В.Фишера (Оксфордский университет, Великобритания; Льежский университет, Бельгия), в которую входили палеонтологи из Великобритании, Бельгии, Франции и России, удалось опровергнуть эту точку зрения и выдвинуть свою гипотезу вымирания ихтиозавров\*.

Палеонтологи датировали и описали остатки новых меловых ихтиозавров, обнаруженные в Западной Европе и России, по сумме морфологических признаков (количеству пальцев, особенностям строения черепа и т.д.). При этом именно российские находки, в частности из Поволжья, где часто обнаруживают кости и даже целые скелеты морских рептилий, помогли составить наиболее полную картину о развитии сообществ ихтиозавров мелового периода. В результате удалось установить, что в начале—середине мелового периода разнообразие ихтиозавров было высоким, а сами рыбащеры занимали различные экологические ниши. Кроме того, исследователи отметили, что мозазавры были весьма редки в акваториях середины мелового периода и поэтому вряд ли могли составить существенную конкуренцию ихтиозаврам.

Причиной вымирания ихтиозавров, по мнению ученых, стал ряд факторов, наложившихся друг на друга. К ним, в частности, можно отнести замедленную, «застойную» эволюцию этой группы, а также глобальное потепление, случившееся в середине мелового периода. Климатические изменения повлекли за собой обеднение кислородом океанических вод, что привело к так называемой аноксидной катастрофе, в результате которой произошел ряд существенных экосистемных перестроек. Это

повлияло на распределение пищевых ресурсов ихтиозавров, изменение путей их миграций и др. И, не успев адаптироваться к таким условиям, около 94 млн лет назад они исчезли из геологической летописи, навсегда покинув арену жизни.

© Архангельский М.С.,

кандидат геолого-минералогических наук  
Саратовский государственный технический университет имени А.Ю.Гагарина  
Саратовский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского



Ихтиозавры *Pervushovisaurus bannovkensis* над рудистовым рифом. Реконструкция А.Атучина.

\* Fischer V, Bardet N, Benson RBJ, et al. Extinction of fish-shaped marine reptiles associated with reduced evolutionary rates and global environmental volatility // Nature Communications. 2016. Doi:10.1038/ncomms10825.

## Археология

### Новые открытия из мира новгородского Средневековья

В 1951 г. экспедиция АН СССР и Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова начала раскопки в Неревском конце — жилом районе средневекового Новгорода, расположенном вдоль левого берега р.Волхов. За 12 лет археологи вскрыли на площади около 9 тыс. м<sup>2</sup> мощный культурный слой толщиной до 7.5 м, датируемый X–XV вв. Вскрытие столь обширного комплекса не имеет аналогов в истории раскопок средневековых городов. Впервые в число исследуемых объектов вошли не отдельные постройки и части усадеб, а целостные ансамбли и даже отдельные кварталы города. Мощность напластований, великолепная сохранность органических остатков, обилие находок, наличие многоярусных мостовых позволили членить культурный слой на десятки хронологических уровней, что привело к созданию разветвленной и детальной вещевой хронологической шкалы различных категорий древних предметов. Решающей находкой, во многом определившей дальнейшее развитие новгородской археологии, стала первая берестяная грамота, обнаруженная 26 июля 1951 г. Позже здесь нашли еще 397 грамот.

Логическим продолжением этих работ стали исследования 2015–2016 гг., проведенные Институтом археологии РАН в 70 м к востоку от знаменитого Неревского раскопа. Работы носили спасательный характер и были развернуты на месте строительства пристройки к служебному зданию УФСБ России по Новгородской обл. Площадь раскопа, названного Козмодемьянским (по имени располагавшейся здесь средневековой улицы), составила около 180 м<sup>2</sup> при толщине культурного слоя 3.5 м, который пронизывали остатки 19 настилов, датируемых XI–XV вв.

К югу от улицы были обнаружены небольшие участки двух городских усадеб с жилыми и хозяйственными сооружениями и внутренним двором. Судя по концентрации статусных находок (берестяных грамот, мо-

нет, вислых свинцовых печатей), можно утверждать, что здесь проживали зажиточные люди, имевшие отношение к властным городским структурам и активно занимавшиеся торговлей. Найденные в большом количестве берестяные грамоты свидетельствуют о широком распространении письменности и письменной культуры среди различных слоев населения этой части средневекового Новгорода.

В ходе работ собрана значительная коллекция (более 3 тыс. наименований) индивидуальных предметов из черного и цветных металлов, кости и рога, камня, стекла, янтаря, бересты, дерева и кожи, раскрывающая особенности материальной и духовной культуры жителей древних усадеб. В числе наиболее значимых артефактов — 15 берестяных грамот XII–XIV вв. (№1066–1080), 12 вислых свинцовых печатей от документов XII — нача-



Мостовая древней Козмодемьянской улицы и дворовые постройки XIV в.



Восточные монеты IX–X вв., обнаруженные на Козмодемьянском раскопе.



Находки из слоев XIV в. (браслеты, подвески, накладки, кожаный ремень).



Берестяная грамота №1072.

ла XV в., 10 монет IX–XI вв., несколько орнаментированных предметов прикладного искусства из бересты, дерева и кости.

Главной находкой археологического сезона в Новгороде стала берестяная грамота №1072, представляющая, судя по лингвистическому комментарию А.А.Зализняка и А.А.Гиппиуса, памятную долговую записку, которую следует рассматривать как исключительно ценный документ для изучения древнерусской финансовой системы. В ней перечислены имена шести лиц и причитающиеся им крупные суммы денег. В конце документа подсчитана общая сумма в «гривнах золотников» (термин упоминается в берестяных грамотах впервые) и в «гривнах серебра».

Кроме того, обнаружены два небольших берестяных ярлычка. На одном из них (№1067), вероятно, детской рукой написано: «Я щенок». В верхней

и нижней части проколоты маленькие дырочки — возможно, для подвешивания к ошейнику. Второй ярлычок (№1071), с надписью «Ржа» (т.е. «рожь» или «ржаное»), мог находиться при одном из нескольких мешков, ящиков или даже секций склада, где хранили разные виды зерна или муки.

Еще один любопытный документ хорошей сохранности (№1073) — берестяная грамота первой половины XIII в. с предельно кратким и простым посланием: «От Гаврилы к Кондрату. Пойди сюда», напоминающим современное SMS-сообщение. Ограниченный список древних источников, которые содержат прямые указания на цены товаров, пополнила грамота №1068. Очевидно, это отчетный документ сборщика налога, в котором соединены денежные и натуральные выплаты. Из документа следует, что в некоем селе проживал большой клан, плативший не менее 39,5 гривны налога. В числе лиц, обложенных налогом, был Тимошка, плативший две гривны налога, и его дети, на которых приходилась еще одна гривна. Интересно, что дети кое-как собрали эту гривну всем, чем смогли, — кожей, полотном, холстом, веретищами (одеждой из грубой толстой ткани) и промятыми овчинами.

Среди других ценных находок — государственные печати Великого Новгорода XIV–XV вв.,

печати новгородских архиепископов и их наместников XIV в., а также княжеские печати XII в. В числе раннесредневековых монет найден серебряный дирхем конца IX в. — основной денежный номинал стран Арабского халифата, шесть серебряных монет северогерманских городов XI в. Сенсационным открытием Козмодемьянского раскопа стала половинка золотого солида византийского императора Романа III (1028–1034), современника князя Ярослава Владимировича Мудрого. За годы археологического изучения Новгорода подобная монета обнаружена впервые.

© Гайдуков П.Г.,

член-корреспондент РАН

© Олейников О.М.,

кандидат исторических наук

Институт археологии РАН

Москва

# Олень его жизни

Л.М.Баскин,

доктор биологических наук

Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н.Северцова РАН  
Москва

Доктор биологических наук, профессор Алексей Алексеевич Данилкин — самый плодовитый в мире автор книг о копытных животных. Им опубликованы монографии: «Сибирская косуля: Экологические аспекты поведения» (совместно с В.Е.Соколовым, 1981); «Европейская и сибирская косули. Систематика, экология, поведение, рациональное использование и охрана» (с соавторами, 1992); «Behavioural ecology of Siberian and European roe deer» (1996); «Олени (Cervidae)» (1999); «Свиные (Suidae)» (2002); «Полорогие (Bovidae)» (2005); «Дикие копытные в охотничьем хозяйстве (Основы управления ресурсами)» (2006); «Динамика населения диких копытных России: гипотезы, факторы, закономерности» (2009); «Биологические основы охотничьего трофейного дела» (2010); «Фермерское охотничье хозяйство» (2011); «Косули (Биологические основы управления ресурсами)» (2014); «Охота, охотничье хозяйство и биоразнообразие» (2016).

Косуля для Данилкина — животное, знакомое с детства. Алексей Алексеевич родился и вырос в деревне на юге Тульской обл., там, где у родника с романтическим названием Малиновые Воды охотился еще И.С.Тургенев. Косуля была и остается неизменным спутником его жизни (ей посвящены четыре труда!). Данная же книга подводит итог многолетним исследованиям охотоведа, поэтому она частично включает тексты предыдущих монографий.

В России живут два вида косуль: европейская и сибирская. Внешне (да и по большинству биологических параметров) оба вида очень похожи. Однако, населяя огромный ареал и пройдя сложный путь географического расселения, косули из разных регионов приобрели и явные различия. Сведения, приводимые в книге о масштабах добычи косуль в России в XIX и начале XX в., впечатляют. Впрочем, как и результат массового истребления, из-за чего ареал оказался разбитым. В европейской части нашей страны сохранилось лишь несколько мелких очагов.

Исследования черепов косуль, данных палеонтологической летописи и генетический анализ (совместно со Е.Ю.Звычайной) стали основой изучения степени эволюционной близости косуль из разных частей ареала. Внутри популяции европейской косули особи в большинстве имеют сходный облик и генотип. Сибирские косули из Забайкалья, Якутии и Дальнего Востока формируют единую группу, тогда как косули Заволжья, Предуралья, Зауралья, Алтая, Тывы и Предбайкалья сравнительно равномерно распределяются по двум другим группам.

Особый интерес в морфологии косуль вызывают рога, которые в норме есть только у самцов, но иногда, причудливой формы, встречаются и у самок. Множество охотников собирает коллекции рогов косуль. Цена на рекордные экземпляры может достигать до нескольких тысяч долларов, что намного превышает стоимость мяса и шкуры, но «жемчужинами» коллекций становятся аномальные рога. Трофейный бизнес диктует свои условия сроков охоты и ее организации.



**А.А.Данилкин. КОСУЛИ  
(БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ).**

*М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 316 с.*



Европейская косуля: вариация летней окраски (фото 1).

Устройство рогов косуль — одно из свидетельств их сравнительно древнего происхождения. Возникшие эволюционно позже лоси, северные и белохвостые олени имеют рога с множеством отростков. Такие рога служат скорее для борьбы (отбора тех, у кого больше вес, сильнее шея), чем для нанесения смертельного удара. Рога же косуль — опасное оружие. Однако эти животные довольно миролюбивы. Самцы нетерпимы только к тем соперникам, которые не имеют своей территории. Их преследуют сразу же, как только обнаружат, и «бездомные» удирают, почти не сопротивляясь. Соседствующие территориально самцы знают друг друга на протяжении

многих лет, «разборки» между ними чаще всего ограничиваются демонстрацией силы.

Косули высокоплодовиты. Самки приносят по два и более теленка, начинают размножаться уже на второй год жизни. Случается участие в размножении и в первый год.

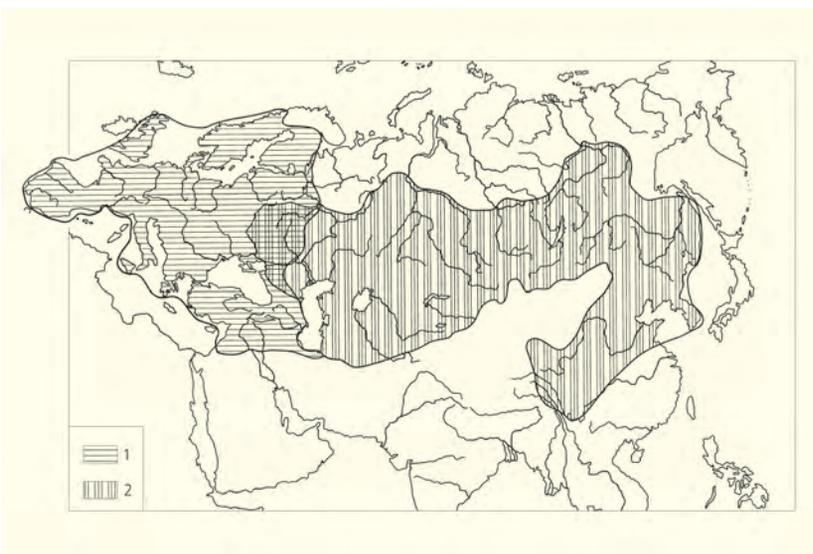
Косули — единственный род оленей, у представителей которого беременность имеет латентный период. Оплодотворенная яйцеклетка попадает в матку, где быстро делится, достигая стадии бластоцисты диаметром 0.1 мм. После этого наступает 4.5-месячный инкубационный период с медленным затяжным развитием, в результате которого бластула вырастает всего лишь до 5 мм в диаметре. Во время так называемого периода предбеременности, с июля-августа по декабрь-январь, бластула лежит в матке свободно, и ее жизнь поддерживается «маточным молоком». Отел у европейской косули происходит в основном с середины апреля до середины июня, у сибирской — со второй половины мая до середины июля.

Фото Р.Прайора

Данилкин начинал свои исследования на Урале в начале 1970-х годов. Он буквально знал всех косуль-самцов «в лицо», что позволяло исследовать «личную жизнь» отдельных животных. Тогда же (по инициативе В.Е.Соколова и трудами Е.В.Романенко) было налажено мечение косуль ошейниками с радиопередатчиками — один из первых опытов такого рода в СССР. Теперь уже ушли на

пенсию те чиновники из «разрешительной системы», которые запрещали в нашей стране биотелеметрию, тем самым обеспечив отставание лет на 30 советской зоологии от зарубежной. Только в наши дни запреты сняты, ведутся наблюдения за тиграми, леопардами, белухами, белыми и бурыми медведями, лосями, северными оленями и другими зверями и птицами, снабженными ошейниками с радиопередатчиками. Опять наверстываем упущенное, «догоняем Америку».

Почему важны исследования, основанные на распознавании отдельных животных и наблюдении за ними в течение нескольких лет? Весной олени из года в год занимают в основном одни и те же территории, которые они охраняют от других

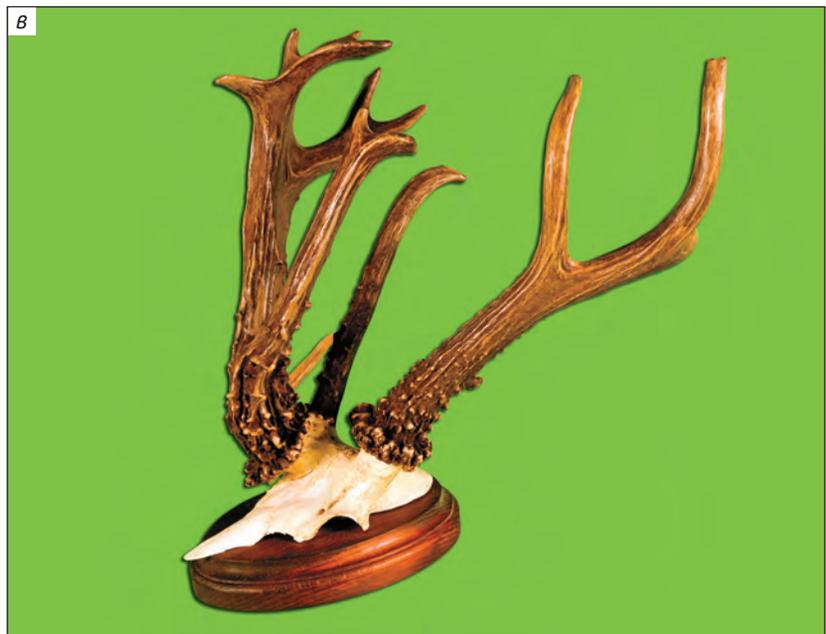
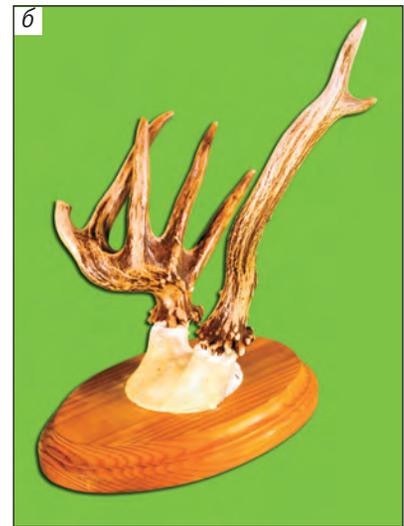


Естественный максимальный ареал *Capreolus Gray* и видовые ареалы: 1 — *C. capreolus* [европейской косули] и 2 — *C. pygargus* [сибирской косули] (рис.20).

самцов и маркируют метками на деревьях, оставляя задиры на коре. Заняв однажды территорию, большинство зверей остаются на ней в течение всей жизни. Право на владение территорией каждый год приходится отстаивать в борьбе с другими особями, особенно молодыми. Границами территорий обычно служат заметные ориентиры: опушки леса, дороги, просеки, тропинки. Маркируют не только свои владения, но и территории соседних самцов во время «рейдов». Метятся те же самые или рядом стоящие деревья, которые незадолго до этого маркировал хозяин. Но в наибольшее возбуждение соседи приходят не от его меток на деревьях, а от «пяточков» земли, выбитых копытами и обильно смоченных мочой. В период с весны до осени каждый из территориальных самцов оставляет на земле от 200 до 700 меток (т.е. мест, где топтался и мочился) и маркирует тысячи деревьев.

Для косуль слово «гон» наиболее точно отражает происходящее. Самец на большой скорости преследует самку. Приближаясь к ней, он наклоняет голову, выставляет рога вперед и нередко «шипит». Самка поворачивает голову к самцу, приседает, мочится, издает несколько свистящих звуков и, когда тот приблизится вплотную, срывается с места и быстро убегает. После непрерывной продолжительной погони самка устает и начинает бегать вокруг отдельных деревьев, кустов, высоких кочек, ям. Наконец она останавливается и позволяет самцу сделать садку, после чего оба ложатся отдыхать. Многократно пробега по одному месту, косули выбивают характерные тропы — кольцевидные или в виде восьмерки. Две-три садки могут следовать через несколько минут одна после другой, затем звери более часа отдыхают. Гон у косуль обычно длится от двух до пяти дней. В это время самец практически перестает кормиться, теряет осторожность и не покидает самку даже при явной опасности.

Оседлость косуль не исключает миграций. Это характерно и для других оленей России. Глубокий снежный покров или различия в сроках вегетации растений заставляют животных менять местообитания по сезонам. Однако такая важная экологиче-

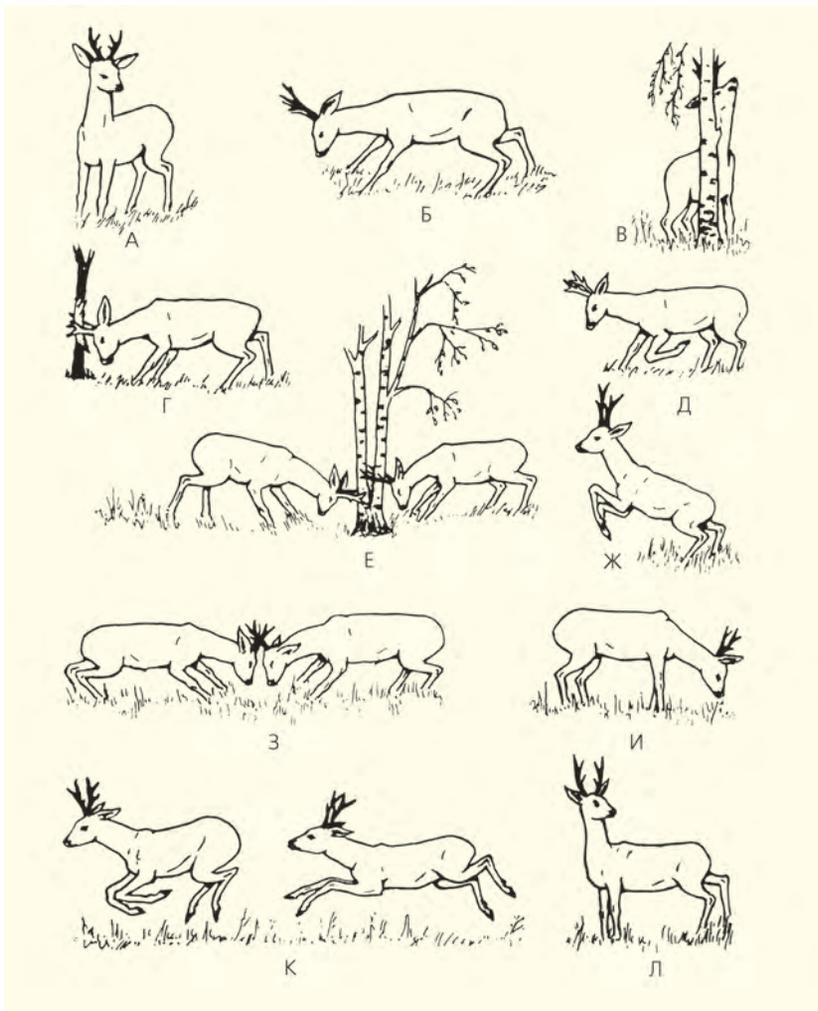


Аномальные рога сибирской косули: а — самки, б, в — самцов (фото 8).

Фото И. Глухова

ская адаптация стоит больших жертв, поскольку приходится преодолевать широкие реки, проходить вблизи человеческих селений. В книге собраны свидетельства массовых миграций косуль и их гибели. В наше время гигантские водохранилища, реки, не покрытые льдом (как следствие работы гидроэлектростанций), — все становится непреодолимой преградой. Из-за этого косули не могут использовать кормовые запасы на больших территориях, а выживать множеству зверей на ограниченных участках невозможно.

Данилкин изучал миграции косуль, снабженных радиопередатчиками, на территории Верхнего Приамурья. Первоначально существовало пять миграционных потоков. Один угас из-за пограничных сооружений по р.Амур. С образованием Зей-



Антагонистическое поведение самцов косуль. А — поза «демонстрации силы», Б — угроза, В и Г — запаховая и оптическая маркировка деревьев, Д — скребущие движения передних конечностей, Е — переадресованная угроза — избивание противниками деревьев или кустов, Ж — вставание перед атакой, З — борьба; И — подчинение, К — преследование противника, Л — поза «импонирующая» у победителя (рис.53).

ского водохранилища традиционные пути кочевков оказались перекрытыми широкими заливами. Значительная часть популяции (около 10 тыс. особей), обитавшей на правом берегу Зей, утонула, что привело к резкому и необратимому снижению ее численности. После этого переходы зверей через Зейское ущелье прекратились. В 1960–1970-х годах из-за распашки целинных земель площадь лучших зимних биотопов косуль на Зейско-Буреинской и Усури-Ханкайской равнинах существенно сократилась. Некогда грандиозные миграции стали не столь заметными, а в некоторых районах прекратились совсем, чему способствовали также многоснежные зимы. Впрочем, с увеличением поголовья косуль в 1980-х годах их миграции на Дальнем Востоке снова стали ярко выраженными, особенно в Амурской обл.

Косули населяют лесостепную зону. В условиях преобразованного человеком ландшафта, где лес занимает 10–20% территории, преобладают поля с окаймляющими их опушками лесов, косуля нашла отличные условия обитания. В России подобные условия существуют в Белгородской, Курганской, Челябинской, Иркутской и Амурской областях, в Забайкальском и Приморском краях, что расположены по южной кромке лесной зоны. Все это излюбленные места исследований Данилкина. Зная условия обитания косуль в разных регионах и располагая данными о численности косуль в этих местах в прошлом, Алексей Алексеевич мог бы дать экспертную оценку пригодности территорий для косуль — то, что называют в англоязычной научной литературе «carrying capacity». Современные методы удаленного зондирования могли бы дать такую оценку быстрее. Но для этого пришлось бы разработать ранжирование факторов, действующих на косуль в каждом регионе, в том числе и в экстремально суровые годы. В книге приводится пример, как процветавшая в Курганской обл. популяция в многоснежном 1998 г. потеряла до 50 тыс. голов.

Косули питаются листьями кустарников и цветковыми растениями. Злаки и осоки составляют лишь 16% в рационе как европейской, так и сибирской косуль. Подкормка их луговым сеном бесполезна. Корм должен быть не только нежным, но важна и его питательность (достаточное содержание сырых белков) и переваримость. Автор обращает внимание (основываясь на результатах специальных исследований) на роль воды. Желудки косуль, найденных на местах подкормки, могут быть набиты кормом, а гибель животных происходит от неутоленной жажды. Все это важнейшие детали экологии косуль, без которых не может вестись продуктивное охотничье хозяйство, тем более в суровых условиях России. Питаясь сухим кормом, косули возмещают потребность в воде, поедая снег. Но это требует затрат энергии на плавление снега в желудке.

В завершающих главах («Использование ресурсов» и «Управление ресурсами»), как и во всей кни-

ге, автор старательно и тщательно собрал массу фактов. Однако кажется, что эти главы написаны слишком классически, или даже архаично. При этом слог автора скорее публицистичен, чем академичен. Бросаются в глаза филиппики типа «следовательно, ежегодное изъятие 20–30% населения вида [волка. — Л.Б.], как в настоящее время, — еще один пример бездарного управления ресурсами охотничьих животных и растраниживания государственных и общественных средств» (с.259).

Нет сомнения, очень важно знать, какие факторы регулируют динамику популяций косули (снежный покров, волки), какие плотности популяций следует считать оптимальными и максимальными, а также многое другое, что требуется для преодоления катастрофического положения с управлением обоими видами косуль. Один из важнейших факторов гибели косуль в России — волки. Данилкин известен как пропагандист энергичного регулирования их численности. Проводя учеты копытных и хищников в Иркутской области, он в первый год находил следы 131 сибирской косули, 57 благородных оленей, трех лосей и 37 кабарог, а также 64 волков. На следующий год здесь оставалось всего лишь 20 косуль, а волки «явно голодали».

При чтении всех глав книги чувствуется, что автор лично участвовал в самых разных исследованиях: по систематике, генетике, зоогеографии, этологии, экологии, биоакустике и др. Понятно, что быть сильным во всех науках просто невозможно. Однако моделирование не обязательно требует математических навыков. При том исключительном знании косуль, каким обладает Алексей Алексеевич, была бы дорога оценка и ранжирование факторов, воздействующих на динамику популяций, программа действий по преодолению ситуации. Управление подразумевает не только меры биологические (как регуляция половозрастной структуры, динамика размножения, оценка пригодности биотопов и разных видов корма и т.п.). Важны и оценки политических мер, таких как передача охотничьих угодий в аренду (в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №209-ФЗ «Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»), и экономических (премии за уничтожение волков, стоимость разрешений на охоту). Но лишь на одном рисунке в книге («Принципы «порогового» нормирования добычи европейской и сибирской косуль в зависимости от уровней плотности населения в конкретном охотничьем хозяйстве», рис.63) предложено моделирование стратегий управления при разных плотностях популяций. Рассматриваются три уровня управления. Пока плотность косуль менее 20 на 1000 га должен осуществляться запрет охоты. При плотности от 20 до 50 особей можно осуществлять выборочный отстрел (не трогать взрослых самок). Когда плотность косуль превышает 50 особей на 1000 га,

нужно снижать их численность, добывая 60–70% сеголеток, 10–15% взрослых животных (до 7 лет) и 20–25% более старых.

По оценкам Данилкина, российские охотники отстреливают 200–250 тыс. косуль. Из этого числа лишь 30 тыс. приходится на официальный отстрел, остальное берут браконьеры. Такие цифры поражают, они свидетельствуют, что в России сегодня отсутствует управление этим важным охотничьим видом. Немалые потери несут косули и помимо охоты. Хищники губят 200 тыс. жертв. В глубоко-снежные зимы погибает еще 20–100 тыс. оленей. От прочих причин (сбиты на дорогах, умерли естественной смертью, утонули) потери составляют до 100 тыс. Таким образом, при оценке общей численности косуль в России примерно в 1 млн животных ежегодное сокращение составляет 50–60%. Этот уровень смертности слишком высок, чтобы увеличить популяции косуль. В Германии, Австрии, Польше, Франции, Швеции — в странах, известных обилием косули, — охотники ежегодно изымают от 21 до 50% животных.

В конце XIX в. в России добывали до 500 тыс. косуль, в начале XX в. — 200 тыс. Прав Алексей Алексеевич, когда предлагает экспертную оценку реально безвредного изъятия косуль в России: около 20–25% от общей численности. Это отнюдь не означает восприятие браконьерства как нормального явления в охотничьем хозяйстве. С точки зрения биолога, браконьеры приносят огромный вред тем, что опустошают наиболее доступные для человека угодья (вблизи дорог и селений), используют периоды катастрофических для косуль условий (гололед, наводнения). Хищнический промысел уничтожает стельных самок, оставляет массу подранков. Экспертные оценки Данилкина крайне важны для понимания истинного положения вещей.

Завершая рецензию, скажу, что, как и всем книгам Алексея Алексеевича, данной монографии свойствен тщательный сбор материалов, аккуратность в литературных отсылках. Книга может служить и справочником. Автор не только позаботился дать пространные описания, но и свел их в таблицы, что, конечно же, намного облегчает использование обширного материала. Впрочем, книга неоднородна. Как уже отмечалось, главы, посвященные управлению и охоте, более эмоциональны. Пожелаю автору вернуться к практическому приложению своих исследований, написать еще одну книгу, специально посвященную проблемам популяционного регулирования косули. Большую ценность представляет экспертный потенциал исследователя, знающего животных в мельчайших деталях. Моделирование популяционных процессов и методов управления специалистами будет опираться на экспертные оценки Данилкина всех лимитирующих и способствующих факторов. Быть может, это поможет догнать наших европейских соседей, вернуть высокую плотность населения косуль, успешный и продуктивный промысел этих оленей. ■

**Геохимия**

**Я.Э.Юдович, М.П.Кетрис.** НАШИ ПОЛВЕКА В ГЕОХИМИИ. Сыктывкар: Геопринт, 2016. 190 с.

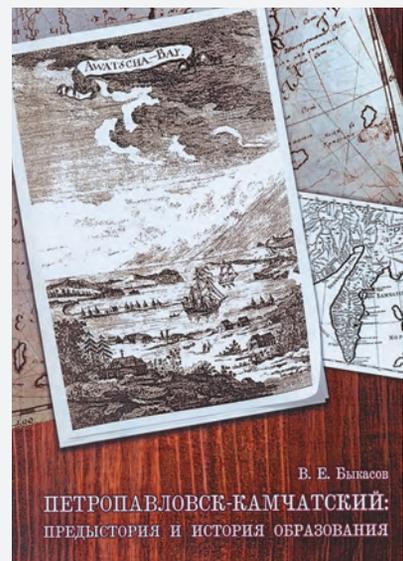


В реферативной форме приведены основные результаты, полученные авторами за более чем полувековой (1960–2015) период геохимических исследований, последние 48 лет которых проходили на территории Тимано-Уральского региона (включая Северный Урал и Пай-Хой). Материалы условно разнесены по 12 направлениям, объединенным в две крупные тематические части. Среди вопросов региональной геохимии представлены результаты изучения палеозойских толщ, карбонатных пород, конкреций, нефтематеринского органического вещества, древних метаморфических толщ севера Урала, а также новых проявлений руд железа, бария, фосфора, марганца на севере Урала и на Пай-Хое. Среди общих вопросов геохимии внимание уделено органическим компонентам ископаемых углей, металлоносным черным сланцам, геохимии стронция, хрома и марганца, геохимическим горизонтам стратисферы (сравнительно узким интервалам стратиграфического разреза, устойчиво обогащенным определенными рудными компонентами), разработке концепции литохимии и созданию «Литохимического Стандарта-ЮК» (алгоритма обработки данных химических анализов осадочных горных пород и их аналогов), а также геохимической и минералогической индикации литогенеза. Завершает книгу полная библиография работ авторов и биографические очерки.

**История. География**

**В.Е.Быкасов.** ПЕТРОПАВЛОВСК-КАМЧАТСКИЙ — ПРЕДЫСТОРИЯ И ИСТОРИЯ ОБРАЗОВАНИЯ. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2015. 124 с.

Анализ исторических источников, мнений и суждений исследователей о начальных этапах освоения Камчатки позволяет дать реконструкцию событий, связанных с предысторией и историей образования Петропавловска, и обосновать более достоверную дату основания города. Авачинская губа — одна из самых лучших бухт мира — была открыта русскими казаками не позднее 1703 г. Практический интерес государства к ней как к морской гавани возник лишь в связи с организацией Второй Камчатской экспедиции. 10 июня 1740 г. в Авачинскую губу зашел бот «Святой Гавриил» под командованием штурмана И.Ф.Елагина. Сразу после этого — вероятно 11 (по новому стилю 22) июня — началось возведение первых строений будущего города. Именно Елагина практически единодушно считают первостроителем (а значит, и основателем) Петропавловска-Камчатского. Официальная же дата образования города в силу разных причин (в том числе соображений о старшинстве чинов) оказалась привязана к заходу в губу пакетботов «Святой Петр» (27 сентября) и «Святой Павел» (7 октября). Город привлек внимание империи лишь к концу XVIII в., когда дальневосточные берега России стали активно посещаться иностранными моряками, сообщившими миру о великолепной гавани. 9 апреля 1812 г. по указу Александра I Петропавловск — официальная столица Камчатки. После продажи Русской Америки, Аляски и Алеутских островов город надолго пришел в запустение, пока в XX в. не стал форпостом Тихоокеанского военно-морского флота СССР.



# бхио молекула

Научно-популярный сайт  
о современной биологии



## Конкурс научно-популярных статей

### Номинации

- Свободная тема по биологии
- Своя работа
- Бионанотехнология
- Наглядно о ненаглядном: нарисуй науку!
- «Места»: где работать в биологии?

«Бионанотехнологию» судит  
известный химик и физик Артем Оганов



### Партнеры конкурса



### Информационные партнеры

Кот Шредингера — Наука и Жизнь —  
Нейротехнологии.рф —  
Популярная механика — Природа —  
Химия и Жизнь — Чайник Рассела



Прием работ до 1 октября 2016 года!

[www.biomolecula.ru/content/1947](http://www.biomolecula.ru/content/1947)

# Информация 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. Авторами могут быть специалисты, работающие в том направлении, тема которого раскрывается в статье. Суть проблемы необходимо излагать ясно и просто, избегая узкопрофессиональных терминов и математически сложных выражений. Статьи рецензируются и проходят редакционную подготовку.

Допустимый объем статьи — до 30 тыс. знаков (с пробелами). В редакцию материалы можно

прислать по электронной почте. Текст статьи, аннотация (на русском и английском языках), таблицы, список литературы и подписи к иллюстрациям оформляются одним файлом в формате doc, txt или rtf. Иллюстрации предоставляются отдельными файлами. Принимаются векторные и растровые изображения в форматах EPS или TIFF (без LZW-компрессии). Цветные и полутоновые изображения должны иметь разрешение не ниже 300 dpi, черно-белые (Bitmap) — не менее 800 dpi. Векторные изображения должны быть выполнены в программе CorelDRAW или Adobe Illustrator.

Поступление статьи в редакцию подтверждает полное согласие автора с правилами журнала. См.: [www.ras.ru/publishing/nature.aspx](http://www.ras.ru/publishing/nature.aspx); [www.naukaran.com/zhurnali/katalog/priroda/](http://www.naukaran.com/zhurnali/katalog/priroda/)

# ПРИРОДА

Ответственный секретарь  
**Е.А.КУДРЯШОВА**

Литературный редактор  
**Е.Е.ЖУКОВА**

Научные редакторы  
**М.Б.БУРЗИН**

**Т.С.КЛЮВИТКИНА**

**К.Л.СОРОКИНА**

**Н.В.УЛЬЯНОВА**

**М.Е.ХАЛИЗЕВА**

**О.И.ШУТОВА**

**А.О.ЯКИМЕНКО**

Художественный редактор  
**Т.К.ТАКТАШОВА**

Заведующая редакцией  
**И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА**

Перевод  
**А.О.ЯКИМЕНКО**

Графика, верстка:  
**С.В.УСКОВ**

Свидетельство о регистрации  
№1202 от 13.12.90

Учредитель:  
Президиум Российской академии наук

Издатель: ФГУП «Академиздатцентр «Наука»  
117997, Москва, Профсоюзная ул., 90

Адрес редакции: 117997,  
Москва, ул.Профсоюзная, 90 (к.417)  
Тел.: (495) 276-70-36 (доб. 4171, 4172)  
E-mail: priroda@naukaran.com

Подписано в печать 20.07.2016  
Формат 60×88 1/8  
Бумага офсетная. Офсетная печать  
Усл. печ. л. 11,16. Уч. изд. л. 12,2  
Тираж 549 экз.  
Заказ 431  
Цена свободная

Отпечатано ФГУП «Академиздатцентр «Наука»,  
(типография «Наука»)  
121099, Москва, Шубинский пер., 6

[www.ras.ru/publishing/nature.aspx](http://www.ras.ru/publishing/nature.aspx)

При использовании материалов ссылка на журнал «ПРИРОДА» обязательна.

в следующем номере



Хорошо известно, что существование царствующих династий основано на строгих правилах престолонаследия — от правящего монарха к его прямым или боковым потомкам. Естественно, что появление на свет наследника-мальчика составляет непереносимое условие процветания династии. Обычно в многодетных семьях (как правило, таковыми были монархические до начала XX в.) рождение девочек и мальчиков перемежается случайным образом. Появление подряд четырех или более детей одного пола (это называется тетрадой), возникающее повторно в ряду поколений одной родословной, указывает на роль наследственности и заслуживает детального анализа. Именно такая репродуктивная особенность наблюдалась в родословной Романовых. Рождение подряд четырех девочек было отмечено еще в потомстве Алексея Михайловича (1629–1676). Появление женской тетрады у Романовых наблюдалось во многих поколениях, этот наследственный фактор передавался не только по мужской, но и по женской линии. Сохранилась эта особенность и в потомстве последнего российского императора Николая II.

**Голубовский М.Д.** ЖЕНСКИЕ ТЕТРАДЫ В ДИНАСТИИ РОМАНОВЫХ

