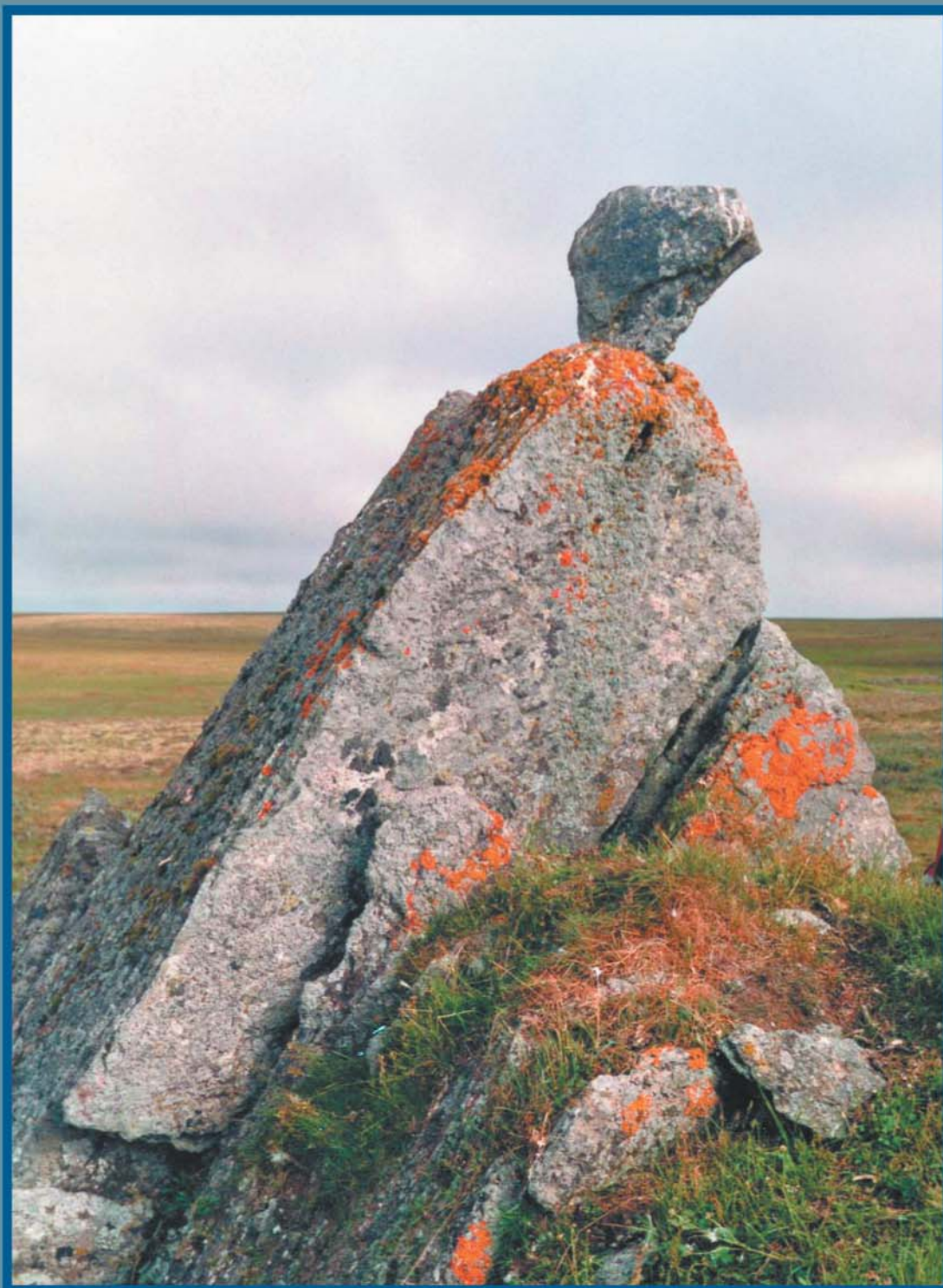


ПРИРОДА

2001 7



В НОМЕРЕ:**3 Блох А.М.**

Архивы Нобелевского фонда приоткрываются: Иван Павлов и Илья Мечников

Лекторий**10 Смольников А.А.**

Темная Материя во Вселенной

Ученые уверены: Вселенная скрывает от нас большую часть своей массы. Где же прячется эта невидимая материя, и можно ли ее как-нибудь «поймать»?

20 Наугольных С.В.

Тайна Котельнича разгадана

Как образовалось грандиозное захоронение древних ящеров в Котельниче? Это проявилось недавно, когда были исследованы ископаемые корни растений, найденные в палеопочвах.

Научные сообщения**28 Вибе Д.З.**

Измерены колебания диаметра переменной звезды

Авилова К.В.

Зимовка водоплавающих птиц в Москве: итоги 17 зимних учетов (59)

Калейдоскоп**29**

Новые «показания» Эцци (29). – «След» древнейшего прилива (30). – Трагедия у подножия Алтаря (30). – Си-филис стар как мир (30). – Птицы, впадающие в спячку (31). – По следам царицы Савской (31). – Жук и гусеница «пострашнее» астронома (31). – Найдены новые следы экспедиции Дж.Франклина (70). – Атлас естественной радиоактивности Франции (70).

Вести из экспедиций**32 Боярский П.В., Глазов М.В.**

Святылища Вайгача

Несмотря на вековое разорение, уникальные святылища этого арктического острова частично сохранились и сохранятся в будущем, если превратить его в природный парк.

44 Константинов В.М.

Месторождения урана в тектонических депрессиях

Хотя современным экономическим требованиям отвечают урановые месторождения лишь Стрельцовского рудного поля, нет сомнений, что подобные месторождения на территории России еще будут открыты.

51 Сизых В.И., Семенов Р.М., Павленов В.А.

Покровно-складчатые пояса, сейсмичность и нефтегазоносность Земли

Что такое шарьяжно-надвиговые пояса с позиции глобальной тектоники? Образно говоря, это шрамы на лице Земли, залеченные покровами горных пород.

62 Алёшин В.В., Петров Н.Б.

Регресс в эволюции многоклеточных животных

Молекулярная филогенетика, проливающая свет на отношения самых разных ветвей многоклеточных, свидетельствует о многочисленных случаях регресса в основных системах их органов.

71 Рязанцев С.В.

Ставрополье в условиях приграничья

В 90-е годы Северный Кавказ стал новым российским приграничьем. Знание демографической ситуации в крае важно для выработки стратегии национальной безопасности.

Новости науки**79**

Рождение звезды в темном облаке – модель шампанского. **Сурдин В.Г.** (49). – Две необычные планетные системы. **Вибе Д.З.** (50). – Новые «марсианские» планы НАСА (79). – Темная сторона Япета (79). – Высокотемпературный эффект Мейснера в медьсодержащих фуллеридах (80). – Сверхпроводники приходят в электросеть (80). – Ферменты-реставраторы (80). – Рыбы с хамелеоновыми глазами – яркий пример конвергенции. **Семенов Д.В.** (81). – О пользе быть съеденными (82). – Фиалки прибыли в тропики с севера (82). – Проблема тройной вакцинации (82). – Каланы не хотят переселяться (83). – На защиту ресурсов моря (83). – Жечь или не жечь? (83). – На Земле нет гранита древнее (84). – Обстановка в районе калифорнийских разломов (84). – В массовом вымирании животного мира виноваты вулканы? (85). – Следы китайского *Homo erectus* (86).

Коротко (27, 58)

Рецензии**87 Миркин Б.М., Наумова Л.Г.**

Синдром тревоги

Новые книги**90****Встречи с забытым****92 Игнатьев С.М.**

Как «Александр Ковалевский» Бориса Савинкова спасал

CONTENTS:

- 3** **Blokh A.M.**
The Archives of the Nobel Foundation Are Beginning to Open up:
Ivan Pavlov and Ilya Mechnikov

Lectures

- 10** **Smolnikov A.A.**
Dark Matter in the Universe
Scientists are sure that the universe is hiding the major portion of its mass from us. Where is this invisible matter and can it be captured in some way?

- 20** **Naugolnykh S.V.**
The Kotelnich Mystery Solved
How did the grandiose burial of ancient saurians at Kotelnich originate? This came to light recently after fossil plant roots found in paleosoils were studied.

Scientific Communications

- 28** **Wiebe D.S.**
Variations in the Diameter of a Variable Star Measured
Avilova K.V.
The Wintering of Waterfowls in Moscow: Results of 17 Winter Counts (59)

Kaleidoscope

- 29**
 New Evidence from Ötzi (29). – The Trace Left by Ancient Tide (30). – Tragedy at the Foot of Mt Altar (30). – Syphilis Is Old as the Hills (30). – Hibernating Birds (31). – Digging up Records of the Queen of Sheba (31). – A Beetle and a Caterpillar Are More Harmful than an Astronomer (31). – New Traces of J. Franklin's Expeditions Found (70). – Atlas of Natural Radioactivity in France (70).

News from Expeditions

- 32** **Boyarsky P.V. and Glazov M.V.**
Vaigach Sanctuaries
Despite the destruction wrought by the ages, the unique sacred places of this Arctic island have been preserved in part. Their preservation in future could be ensured by making the island a natural park.

- 44** **Konstantinov V.M.**
Uranium Deposits in Tectonic Depressions
Although we have only one uranium deposit matching up to the present-day commercial requirements (in the Strel'tsovskoe ore field), there is no doubt that such deposits will be discovered elsewhere in Russia.

- 51** **Sizykh V.I., Semenov R.M., and Pavlenov V.A.**

Fold-and-Thrust Belts, Seismicity, and the Earth's Oil and Gas Potential
What are fold-and-thrust belts from the standpoint of global tectonics? Figuratively speaking, these are scars on the face of the Earth healed by thrust nappes.

- 62** **Aleshin V.V. and Petrov N.B.**

Retrograde Evolution in Metazoans
Molecular phylogenetics, which provides insight on the relationships between metazoans of various branches, testifies to numerous cases of retrogression in their principal organ systems.

- 71** **Ryazantsev S.V.**

Stavropol Land as a Border Area
In the 1990s, the Northern Caucasus became a new border area of Russia. Knowledge of its demographic situation is important for developing the national security strategy.

Science News

- 79**
 A Star Is Born in a Dark Cloud: the Champagne Model. **Surdin V.G. (49)**. – Two Unusual Planetary Systems. **Wiebe D.S. (50)**. – NASA's New Martian Plans (79). – The Dark Side of Iapetus (79). – The High-Temperature Meissner Effect in Copper-bearing Fullerenes (80). – Superconductors Come into Power Lines (80). – Restorer Ferments (80). – Fishes with Chameleon Eyes: A Striking Example of Convergence. **Semenov D.V. (81)**. – On the Profit from Being Eaten (82). – Violets Came to the Tropics from the North (82). – The Problem of Triple Vaccination (82). – Sea Otters Are Unwilling to Migrate (83). – To Protect Marine Resources (83). – To Burn or not to Burn? (83). – There Is No Older Granite on Earth (84). – The Situation in the Vicinity of the Californian Faults (84). – Volcanoes Are Responsible for the Mass Extinction of Wildlife? (85). – Evidence of the Chinese *Homo erectus* (86).
 In Brief (27, 58)

Book Reviews

- 87** **Mirkin B.M. and Naumova L.G.**
Anxiety Syndrome

New Books

- 90**
Encounters with the Forgotten
92 **Ignatyev S.M.**
How Aleksandr Kovalevsky Saved Boris Savinkov

Архивы Нобелевского фонда приоткрываются: Иван Павлов и Илья Мечников

А.М.Блох

В первой половине 80-х годов Нобелевский фонд принял фундаментальное решение. В уставе появился добавочный пункт, предусматривавший снятие грифа секретности с архивной документации нобелевских комитетов по истечении 50-летнего срока хранения. Так в научный оборот был введен огромный массив ранее не известного фактического материала, исключительно ценного для истории науки, литературы и общественных движений 20-го столетия.

Доступ к архивам, однако, строго ограничен. С материалами могут знакомиться только те из желающих, кто занимается историческими изысканиями на профессиональном уровне. К тому же условия допуска к архивным документам в разных нобелевских учреждениях различны.

В 1998 г. автор смог просмотреть, сделав необходимые выписки, лишь документацию Королевской Академии наук, присуждающей премии по физике и по химии. В Каролинский институт, учреждение-наделитель премий по физиологии и медицине, попасть не удалось. Тогдашний секретарь Нобелевского комитета профессор



Абрам Моисеевич Блох, доктор геолого-минералогических наук. Главный специалист Института геологии, рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ РАН). Работал в области генезиса низкотемпературных рудоносных растворов. Занимается историей науки, в частности проблемами отношений русских и советских официальных организаций с нобелевскими учреждениями. Автор монографии «Советский Союз в интерьере нобелевских премий» (СПб., 2001).

Нильс Рингертц поручил своим сотрудникам просмотреть и выбрать требовавшийся мне материал о российских номинантах (лицах, выдвигавшихся на премию) и номинаторах (тех, кто их выдвигает), но собственными глазами документов я так и не увидел.

На основе полученных таким образом списков и была подготовлена информация для «Природы» о выдвижениях академика И.П.Павлова на Нобелевскую премию в периоды с 1901 по 1904 г. и с 1925 по 1930 г. [1]. Но по целому ряду позиций полнота и истинность переданных мне сведений уже тогда вызывала большие сомнения. В ноябре 2000 г. благодаря любезному

содействию исполнительного директора Нобелевского фонда Михаеля Сульмана мне все же было разрешено самому просмотреть документы, для которых истек 50-летний срок хранения — с 1901 по 1949 г. (документация по 1950 г. рассекречена 2 января 2001 г.).

Сомнения подтвердились, и это позволяет вернуться к материалу о Павлове, а также коснуться номинаций И.И.Мечникова, второго российского нобелевского лауреата.

Поименный список номинаторов Павлова (табл.1) свидетельствует, сколь дружно, с самого начала работы Нобелевского комитета, представители российской медицинской

© А.М.Блох

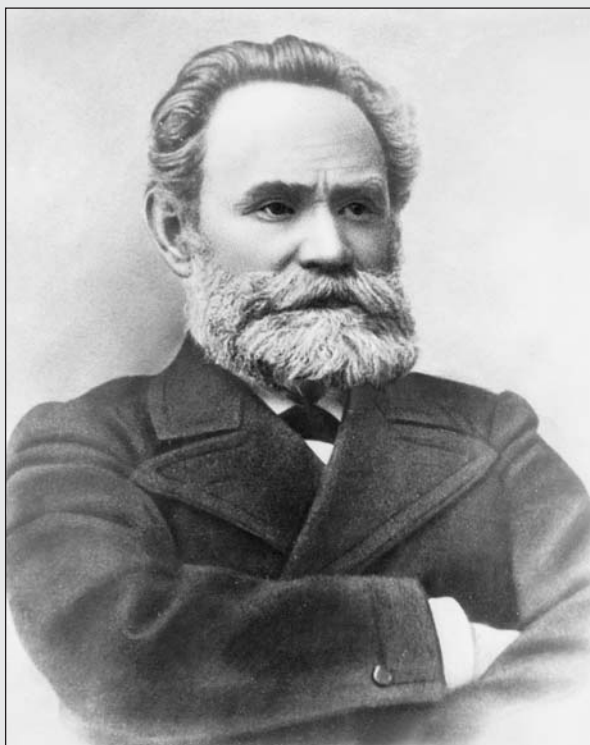
науки поддерживали кандидатуру своего духовного лидера. Не в пример отечественным номинаторам по физике и по химии, от которых первая номинация на соотечественника поступила в Стокгольм только в 1905 г. (от петербургского

физика О.Д.Хвольсона на П.Н.Лебедева, обнаружившего и измерившего давление света), имя Ивана Петровича было названо уже в первый год функционирования нобелевских учреждений. В 1901 г. его в качестве претендента на объ-

явленную награду рекомендовали директор Института экспериментальной медицины профессор С.М.Лукьянов и профессор того же института биохимик М.В.Ненцкий. Одновременно пришла коллективная номинация от профес-

Таблица 1
Номинаторы И. П. Павлова*

Год номинации	Фамилия номинатора	Город	Год номинации	Фамилия номинатора	Город
1901	Лукьянов С.М. (1855–?)	С.-Петербург		Турнер Г.И. (1858–1941)	
	Ненцкий М.В. (1847–1901)	С.-Петербург		Холодковский Н.А. (1858–1921)	
	Howell W.H. (1860–1945)	Балтимор		Боткин С.С. (1859–1910)	
Коллективная номинация				Лебедев А.И. (1850–1923)	
	Пашутин В.В. (1845–1901)	С.-Петербург		Варлих В.К. (1859–1923)	
	Симановский Н.П. (1854–1922)			Рейн Г.Е. (1854–?)	
	Данилевский А.Я. (1838–1923)			Кравков Н.П. (1865–1924)	
	Дианин А.П. (1851–1918)			Бехтерев В.М. (1857–1927)	
	Яновский М.В. (1854–1927)			Шидловский С.В. (1846–1912)	
	Павлов Т.П. (1860–1932)			Теренецкий А.И. (1845–1905)	
	Сиротинин В.Н. (1855–?)			Альбицкий П.М. (1853–1922)	
	Круглевский Н.А. (1844–?)			Субботин М.С. (1848–1913)	
	Ратимов В.А. (1850–1904)			Чистович Ф.Я. (1870–1942)	
	Белярминов Л.Г. (1859–1930)			Хрущов К.Д. (1852–?)	
	Лавдовский М.Д. (1847–1903)			Howell W.H. (1860–1945)	Балтимор
	Пржибытек С.А. (1852–?)		1902	Tigerstedt R. (1853–1923)	Гельсингфорс
	Терешин С.Я. (1863–1920)			Fredericq L. (1851–1935)	Льеж
	Косоротов Д.П. (1856–?)			Pot V.K. (1848–1916)	Москва
	Гундобин Н.П. (1860–1908)			Masius V. (1836–1912)	Льеж
	Виноградов К.Н. (1847–1906)			Hofmeister F. (1851–1935)	Страсбург
				Nuel J.P. (1847–?)	Льеж
				Voit C. (1831–1908)	Мюнхен
			1903	Ушинский Н.Г. (1863–1934)	Варшава
				Леонтьев К.М. (1849–1904)	Казань
				Разумовский В.И. (1857–1935)	Казань
				Johansson J.E. (1862–1938)	Стокгольм
				Tigerstedt R. (1853–1923)	Гельсингфорс
				Tappeiner H. (1847–?)	Мюнхен
			1904	Панормов А.А. (1859–1927)	Казань
				Santesson C. (1862–1939)	Стокгольм
				Czerny V. (1842–1916)	Гейдельберг
				Подвысоцкий В.В. (1857–1913)	Одесса
			1925	Чистович Ф.Я. (1870–1942)	Ленинград
				Каменский Д.А. (1858–1938)	Ленинград
			1927	Abderhalden E. (1877–1950)	Галле
			1929	Гессе Э.Р. (1883–?)	Ленинград
				Никитин М.П. (1879–1937)	Ленинград
				Блуменау Л.В. (1862–1931)	Ленинград
				Орбели Л.А. (1884–1957)	Ленинград
			Коллективная номинация		
				Лихачев А.А. (1866–1942)	Ленинград
				Салазкин С.С. (1862–1932)	Ленинград
				Чистович Ф.Я. (1870–1942)	Ленинград
				Черноруцкий М.В. (1884–1957)	Ленинград
				Надсон Г.А. (1867–1940)	Ленинград
			1930	Штаркер В.А. (?)	Омск



Иван Петрович Павлов.

* Фамилии номинаторов в табл. 1 и 2 перечисляются в порядке расположения в документации Нобелевского комитета. Отсутствующие там инициалы номинаторов полностью установить не удалось.

сорского состава Военно-медицинской академии.

Возглавлял длинный список начальник академии профессор В.В.Пашутин. Всего в нем тридцать подписей. Среди них не только профессора медицины, но и те, кто преподавал в академии сопутствовавшие предметы. Например, профессор минералогии К.Д.Хрущов, специалист по петрологии основных изверженных пород. Остановимся, однако, подробнее только на одном из подписантов — виднейшем представителе медицинской науки России того времени невропатологе В.М.Бехтерева.

Так случилось, что личные отношения между двумя корифеями отечественной медицины не сложились со студенческих лет. По воспоминаниям нейрохирурга Л.М.Пуссепы, они «не подавали друг другу руки и не разговаривали друг с другом» [2]. Тем не менее, отдавая должное выдающимся научным достижениям Павлова, Бехтерев поставил подпись под коллективным письмом в Нобелевский комитет.

Упомянув о проявленной Владимиром Михайловичем терпимости, нельзя обойти вниманием прискорбный эпизод в их взаимоотношениях, случившийся 12 лет спустя. Иван Петрович не сумел тогда не поддаться многолетней неприязни к коллеге и оказаться выше поссоривших их в молодые годы житейских обстоятельств.

Бехтерев до 1912 г. дважды выдвигался на Нобелевскую премию: петербургским профессором В.М.Тарновским в 1902 г. и Н.А.Савельевым из Юрьевского университета в 1910-м. Но оба раза номинации Комитетом не принимались из-за нарушения сроков присылки и недостаточной мотивации предложения. В 1912 г. номинация профессора В.К.Рота из Москвы достигла своей цели. Кандидату-

ра Бехтерева сразу же была включена в так называемый «малый список» претендентов, чьи номинации Комитет готов был подвергнуть серьезной экспертизе.

Весной того же 1912 г. в Петербурге произошел инцидент, имеющий отношение к созданию Бехтеревым научно-исследовательского института по изучению алкоголизма. В подготовленный для министерства финансов документ вкрались две досадные описки: в приведенной цифре безвредной меры алкоголя исчезли два нуля, из-за чего ее величина возросла на два порядка (в г/кг веса человека), а в самом тексте нашлись неудачно сформулированные фразы. Эти сугубо технические погрешности вызвали разное письмо Павлова в Физико-математическое отделение Академии наук. Из письма следовало, что институт, составляющий подобные реляции, «не имеет права... считаться научным институтом» [3]. Информация об этой истории попала в газеты и, разумеется, не прошла мимо Нобелевского комитета, для которого мнение нобелевского лауреата не могло не быть более чем авторитетным...

Помимо трех номинаций из С.-Петербурга Павлов получил в 1901 г. представление от зарубежного коллеги. Им стал профессор У.Хауэлл из университета в Балтиморе (США). В 1902 г. число номинаций возросло до семи, из коих шесть пришли от зарубежных ученых. Среди номинаторов — маститый Леон Фредерик из Льежского университета в Бельгии, ведущий физиолог Западной Европы, в последующие годы активный номинатор Нобелевского комитета, а также приглашенный в 1900 г. заведующим кафедрой физиологии Александровского университета в Гельсингфорсе профессор Каролинского института Р.Тигер-

стедт, эксперт Комитета и большой поклонник научного творчества Павлова; в 1904 г., по дороге в Стокгольм на церемонию вручения нобелевских наград, Иван Петрович с супругой неделю гостил у него в Финляндии [4].

В 1903 г. у Павлова — шесть номинаторов: трое из российских университетов, четвертый — Тигерстедт и по одному из Швеции и Германии. В год присуждения Нобелевской премии (1904) его представили двое профессоров из отечественных вузов и двое — из зарубежных. Обращает на себя внимание отсутствие номинаций от Юханссона и Тигерстедта. Видимо, члены Комитета уже достигли негласной договоренности между собой, что очередь дошла до русского физиолога, и предложили обоим упомянутым ученым отказаться от номинирования, взяв на себя экспертизу научных работ претендента. Что они и сделали, пробыв летом 1904 г. три недели в петербургской лаборатории Павлова, не афишируя, естественно, своей конечной цели.

Премия была присуждена Павлову «за работы по физиологии пищеварения, которые изменили и расширили наши представления в этой области». Вскоре он углубился в новую для него сферу, занявшись исследованиями высшей нервной деятельности. Достигнутые успехи были суммированы в блестящем выступлении на XII съезде русских естествоиспытателей и врачей, состоявшемся в 1909 г. в Москве, и затем опубликованы в статье под названием «Естествознание и мозг».

Первые две номинации, предлагавшие присудить Павлову вторую Нобелевскую премию за работу по высшей нервной деятельности, поступили в Стокгольм в 1925 г. Их авторами стали сотрудники павловской лаборатории Ф.Я.Чистович и Д.А.Каменский.

Через два года пришло представление от профессора университета в Галле (Германия) Э.Абдерхальдена. Эти предложения прошли в Нобелевском комитете обстоятельную экспертную проверку. Но оба эксперта — члены Комитета Йонс Юханссон из Каролинского института и его коллега Ханс Гертц — не сочли возможным их поддержать. Как уже приходилось отмечать [1], вплоть до сегодняшнего дня не прошло ни единого двойного награждения по разряду физиологии и медицины. В этом отношении гораздо либеральней выглядит Королевская академия наук. На ее счету трое дважды удостоившихся звания лауреата; да еще лауреат по химии американец Лайнус Полинг восемь лет спустя после первой награды был отмечен за свою общественную деятельность Нобелевской премией мира.

Последующие представления, направлявшиеся соотечественниками Ивана Петровича в 1929 и 1930 гг., даже не подвергались экспертизе. Нобелевский комитет окончательно утратил интерес к новым исследованиям Павлова...

В упоминавшуюся выше статью [1] вкралась еще одна неточность. Речь идет о прошедшей в газетах в августе 1901 г. информации, будто первой Нобелевской премией удостоены два физиолога — Иван Павлов и датчанин Нильс Финзен. На самом деле в сообщении говорилось о присуждении в Копенгагене двух премий (по 200 тыс. крон каждая): русскому ученому «за труды по вопросам питания» и Финзену — как «основателю медицинского института для лечения волчанки лучами света» [5]. Два месяца спустя эта датская премия ошибочно трансформировалась в Нобелевскую; так, газета «Русские ведомости», проинформировав о выходе за рубежом в английском переводе книги Ивана

Петровича «О пищеварительных железах», добавила от себя, что этот труд «доставил автору его Нобелевскую премию в 100 тыс. руб.» [6] (по тогдашнему курсу рубль равнялся двум кронам).

И.И.Мечников вышел на стартовую дорожку одновременно с Павловым, но достиг финиша четырьмя годами позже, в 1908 г. До начала действия системы нобелевских наградений он более 13 лет работал в Париже, в Пастеровском институте, и за три года до нобелевского триумфа был назначен заместителем директора этого всемирно известного научного учреждения.

Популярность Мечникова в Европе, прежде всего во Франции, предопределила состав его номинаторов. В первые три года среди них не было ни одной русской фамилии (табл.2). В 1901 г. все три номинатора — парижане; среди них один из ведущих европейских микробиологов и коллега Мечникова по институту Эмиль Ру. В 1902 г. Мечникова выдвигают двое ученых, в том числе микробиолог из Праги Я.Глава, в 1903-м — два французских профессора и М.Иде из галицийского Лемберга (Львова).

В 1904 г. среди семи представлений появляется номинация от соотечественника. Им стал профессор Новороссийского университета в Одессе В.В.Подвысоцкий. Мечникова Владимир Валерьянович рекомендовал вместе с кандидатурой И.П.Павлова (см.табл.1).

На личности одесского номинатора есть основания остановиться особо. Петербургская газета «Новое время» сообщила 14(27) июня 1901 г. о выходе в Париже французского издания фундаментального труда Подвысоцкого «Основы общей и экспериментальной патологии» [7]. Далее газета отмечает: «Энергия Подвысоцкого, декана медицин-

ского факультета в Одессе, редактора специального журнала, выходящего в Петербурге, и, наконец, собирающегося редактировать новую медицинскую газету, изумительна». Этот панегирик вправе переадресовать и на деятельность его как номинатора Нобелевского комитета. Выдвинув в 1904 г. двух русских ученых, кандидатуры которых в итоге нашли поддержку в ассамблее Каролинского института, в 1909 и 1910 гг., уже в должности директора Института экспериментальной медицины в С.-Петербурге, он дважды рекомендует еще одного претендента — бельгийского иммунолога Ж.Борде. И снова попадает точно в цель: в 1920 г., через семь лет после кончины номинатора, Борде получает Нобелевскую премию 1919 года...

В 1905 г. Мечникова выдвигает еще один соотечественник, профессор Н.Я.Чистович, в будущем автор одной из первых научных биографий ученого. Касаясь 1905 г., нельзя не отметить номинацию, предложенную Комитету известным французским микробиологом А.Кальметтом. Он рекомендовал разделить премию этого года между Мечниковым и немецким бактериологом П.Эрлихом. Три года спустя ассамблея Каролинского института именно так и поступит.

Из номинаторов 1906 г. представление на Мечникова в Стокгольм направил В.Черни из Гейдельбергского университета; в 1904 г. он же рекомендовал Павлова. Остальные шесть номинаций пришли от профессоров Льежского университета. Вместе с Мечниковым они в качестве претендента на премию называли Ру. В том же году впервые воспользовался своими правами номинатора сам Илья Ильич. Его кандидатом, как и у льежских профессоров, стал тот же Ру.

Далее среди номинаторов Мечникова снова замелькали русские фамилии. В 1907 г. од-


ним из выдвинувших его кандидатуру был профессор Казанского университета И.Г.Савченко, специалист по общей патологии и вопросам фагоцитоза и иммунитета. В конце 90-х годов он занимался этими проблемами под крышей Пастеровского института, в лаборатории Мечникова.

Одним из коллег Савченко по мечниковской лаборатории был в те годы микробиолог А.М.Безредка. Он в 1907 г.

также стал номинатором Ильи Ильича и повторил свое предложение на следующий год. В Париже Александр Михайлович оказался вынужденно. Не сумев из-за существовавшей процентной нормы для лиц иудейского вероисповедования получить медицинское образование в России, он уехал во Францию и в 1897 г. стал выпускником медицинского факультета Парижского университета. Сотрудничать

с Мечниковым он начал в студенческие годы и после завершения образования был принят в штат лаборатории. Когда в 1916 г. Мечникова не стало, он был назначен в качестве его преемника заместителем директора Пастеровского института. Традициям учителя он не изменял, продолжив тесную связь лаборатории с соотечественниками и держа открытыми ее двери для русских биологов, желавших

Таблица 2
Номинаторы И.И.Мечникова

Год номинации	Фамилия номинатора	Город	Год номинации	Фамилия номинатора	Город
1901	Nocard E.I.E. (1850–1903)	Париж	1908	Roux E. (1853–1933)	Париж
	Gautier A. (1837–1920)	Париж		Marie P. (1853–1940)	Париж
	Roux E. (1853–1933)	Париж		Чистович Н.Я. (1860–1926)	С.-Петербург
1902	Nocard E.I.E. (1850–1903)	Париж	Тугаде М.Н. (?)	Гарвард	
	Hlava J. (1855–1924)	Прага	Хлопин Г.В. (1863–1929)	С.-Петербург	
1903	Ide M. (1866–?)	Лемберг (Львов)	Блуменау Л.В. (1862–1931)	С.-Петербург	
	Gautier A. (1837–1920)	Париж	Петров Н.В. (1859–?)	С.-Петербург	
	Grenant N. (?)	Париж	Mesnil F.E.P. (1868–1938)	Париж	
1904	Roux E. (1853–1933)	Париж	Beck A. (1863–1942)	Лемберг (Львов)	
	Heger P. (1846–1925)	Брюссель	Laurent O. (1859–?)	Брюссель	
Коллективная номинация			Безредка А.М. (1870–1940)	Париж	
13 профессоров из Краковского университета;			Janovski J. (?)	Прага	
фамилии не перечисляются			Hueppe F.A.T. (1852–1938)	Прага	
	Reverdin A. (1842–1925)	Женева			
	Le Dentu J.F.A. (1841–1926)	Париж			
	Christian H. (?)	Женева			
	Подвысоцкий В.В. (1857–1913)	Одесса			
1905	Hlava J. (1855–1924)	Прага			
	Чистович Н.Я. (1860–1926)	С.-Петербург			
	Millard P. (1865–?)	Лион			
	Jourdan E.L.A. (1854–?)	Марсель			
	Beck A. (1863–1942)	Лемберг (Львов)			
	Macé E. (1856–?)	Нанси			
	Laget (?)	Марсель			
	Calmette A. (1863–1933)	Лилль			
1906	Gilkinet A. (1845–?)	Льеж			
	Jorrissen A. (?)	Льеж			
	Troisfontaines P. (?)	Льеж			
	Fraipont F. (?)	Льеж			
	Firket Ch. (?)	Льеж			
	Francotte X. (1854–1931)	Льеж			
	Szerny V. (1842–1916)	Гейдельберг			
1907	Безредка А.М. (1870–1940)	Париж			
	Разумовский В.И. (1857–1935)	Казань			
	Савченко И.Г. (1862–1932)	Казань			
	Mesnil F.E.P. (1868–1938)	Париж			
	Morisani O. (1834–1914)	Неаполь			
	Ide M. (1866–?)	Лемберг (Львов)			
	Calmette A. (1863–1933)	Лилль			
	Никольский П.В. (1858–1940)	Варшава			
	Novy F.G. (1864–?)	Анн-Арбор			
	Charpy A. (1848–1911)	Тулуза			
	Панормов А.А. (1859–1927)	Казань			

Илья Ильич Мечников.

поработать под его руководством.

Среди иностранных номинаторов Мечникова в 1907 и 1908 гг. были представители пяти государств, включая далекие Соединенные Штаты. Стоит отметить парижского зоолога Ф.Меснила, сподвижника лауреата Нобелевской премии Ш.Лаверана, первооткрывателя возбудителя малярии. Вторично выдвинул русского ученого знаменитый А.Кальметт.

Итак, в 1908 г. Мечников, вместе с профессором П.Эрлихом из Франкфурта-на-Майне, удостоился Нобелевской премии по физиологии и медицине. Формула присуждения звучала так: «...за работы по теории иммунитета». Это определение принадлежит Кальметту, рекомендовавшему обоим ученым на одну премию.

Надо отметить, что на первый взгляд парное награждение Мечникова и Эрлиха могло показаться противостественным. В жизни уважительно относясь друг к другу, в науке они нередко оказывались по разные стороны барьера. И публичных диспутов, и неуступчивых споров между ними было предостаточно. Мечников утверждал, что лейкоциты человека как и фагоциты вообще, выполняют в организме защитные функции, т.е. болезнь — это борьба между проникшими извне антигенами и фагоцитами самого организма. Эрлих же ставил во главу угла взаимодействие между клетками, антителами и антигенами, провоцирующими образование антител, как сугубо химический процесс.

Но в том и интрига великих открытий, что, казалось бы, несовместные подходы к познанию на самом деле объективно отражают разные стороны единого природного явления. Это доказал полвека спустя австралийский иммунолог М.Бёр-

нет, создавший стройную и ныне общепризнанную селекционно-клональную теорию образования антител. В ней на современном научном уровне объединились в единое целое представления о фагоцитозе и гуморальной регуляции, т.е. позиции Мечникова и Эрлиха.

Решение ассамблеи Каролинского института о парном награждении стало не только мудрым и дальновидным, но и справедливым. Мечников возглавил список из двух фамилий лауреатов премии 1908 г., хотя при алфавитном перечислении фамилия Ehrlich должна бы оказаться впереди. Тем самым Каролинский институт отдал пальму первенства русскому ученому, что полностью отвечало его приоритетному вкладу в учение об иммунитете.

Как явствует из табл.2, представительство русских ученых в списке номинаторов Ильи Ильича относительно слабое на фоне активности иностранных биологов. У этого парадокса имеется свое объяснение. В России гуморальные представления Эрлиха пользовались в научной среде большей популярностью, чем фагоцитоз Мечникова. Отсюда и выдвижения немецкого иммунолога на Нобелевскую премию без упоминания фамилии нашего соотечественника. В 1906 г. одного Эрлиха выдвигали московские профессоры медицины И.Ф.Огнев и К.М.Павлинов, в 1907-м — П.М.Аргутинский-Долгоруков из Казани.

После получения нобелевских наград их владельцы приобретают пожизненное право на номинирование своих кандидатов. Большая часть лауреатов (по крайней мере в течение тех лет, документация по которым сегодня раскрыта) активно использовала полученную привилегию. Мы уже упоминали о рекордсменах номинирования по физи-

ке и по химии [1]. Сегодня эти сведения можно пополнить цифрами, касающимися физиологии и медицины.

Лауреат премии 1912 г. американец А.Каррель уже в 1913 г. направляет в Нобелевский комитет первую свою номинацию. Всего их за период с 1913 по 1939 г. оказалось 18; последующим представлениям, видимо, помешала начавшаяся вторая мировая война, а скончался Каррель в 1944 г. Следующим, по числу номинаций, идет О.Мейергоф из Кильского университета, получивший награду в 1922 г.; с 1924 по 1949 г., т.е. до последнего года, который на момент просмотра архивов был доступен для исследователя, он предложил 11 номинаций. Ученый не побоялся запрета Гитлера на контакты с нобелевскими учреждениями, последовавшего за присуждением в 1936 г. Нобелевской премии мира узнику нацистского концлагеря антифашисту Карлу Осецкому, и продолжал направлять свои предложения в Стокгольм также в 1937 и 1939 гг.

По десяти номинаций было у англичанина А.Хилла (премия 1922 г.) и у О.Леви из Граца (1936), направлявших их соответственно с 1924 по 1939 г. и с 1937 по 1949 г. На одну номинацию меньше у работавшего в США австрийского иммунолога К.Ландштайнера (1930; 1931—1940) и у Г.Уиппла из Рочестера в штате Нью-Йорк (1934; 1936—1949), по восемь номинаций у лауреата премии 1902 г. Р.Росса из Ливерпуля, у парижанина Ш.Рише (1913) и у датчанина А.Крога (1920).

На этом фоне активность наших нобелевских лауреатов выделяется не в лучшую сторону.

У Павлова за 32 года пребывания в ранге нобелевского лауреата накопилось лишь три номинации. Первую он направил в Стокгольм в 1909 г. Его

номинантом стал профессор Калифорнийского университета в Беркли биолог Жак Лёб, заложивший основы биохимических концепций регенерации, возбуждения и оплодотворения. Следующее представление пришло только через 25 лет. В 1934 г. он рекомендовал московского патолога А.Д.Сперанского и своего ученика и ближайшего помощника Л.А.Орбели, а в 1935-м — двух японских профессоров из Токио, Генити Като и Кен Куре. На последней номинации стоит остановиться особо.

Обе кандидатуры японских физиологов выдвигали их коллеги по токийским научно-медицинским учреждениям. Причем число номинаций поражает воображение: кандидатуру Като рекомендовали 23 номинатора и Кен Куре — 20. В конце каждого из этих длинных списков в регистрационной книге Нобелевского комитета зафиксировано имя советского академика. История с номинированием японских коллег маститым нобелевским лауреатом на склоне лет — завидная тема для знатоков павловского наследия; ведь до того Иван Петрович никогда не был замечен в склонности

к участию в коллективных мероприятиях.

Позволительно предположить, что начало такому неожиданному симбиозу могло быть положено в 1932 г., во время Международного физиологического конгресса в Риме. Павлов там мог познакомиться с будущими его номинантами; оба они также являлись делегатами конгресса. Прежде всего это касается Генити Като, специалиста по микрофизиологии нервов и мышц, проблемы которой были близки научным интересам Ивана Петровича. Кто-то из членов японской делегации, возможно, и предложил ему поддержать кандидатуры токийских коллег...

Не баловал номинациями и Мечников. Помимо упомянутой номинации Э.Ру в 1905 г., уже будучи нобелевским лауреатом, он лишь единожды предложил своего кандидата. Это произошло на следующий год после вручения ему нобелевской награды. В 1909 г. он повторно предложил вниманию Комитета кандидатуру Ру. Коллега по премии Эрлих, скончавшийся в 1915 г., на год раньше Мечникова, имел в своем активе пять номинаций, предлагав-

шихся им в период между 1910 и 1914 гг.

Единственная номинация Мечникова в положении нобелевского лауреата, возможно, связана с возникшей у него обидой на Нобелевский комитет за невнимание к его кандидату. Такое допущение отнюдь не плод праздного размышления, поскольку прецеденты подобных афронтов известны. Как поведал автору П.Е.Рубинин (референт П.Л.Капицы), П.Дирак, лауреат премии по физике 1933 г., приезжавший в Москву в 1956 г. в гости к «невъездному» Петру Леонидовичу, рассказал гостеприимному хозяину, что в 1946 г. выдвигал его на Нобелевскую премию и не был поддержан. После этого он прервал все контакты с Комитетом, не простив пренебрежения к его фундаментально подготовленному представлению.

В заключение считаю приятным долгом поблагодарить исполнителя директором Нобелевского фонда Михаила Сульмана и секретаря Нобелевского комитета по физиологии и медицине Ханса Юрнвала за доброе содействие в получении автором приводимых здесь уникальных архивных сведений. ■

Литература

1. Блох А.М. Нобелевская премия // Природа. 1999. №8. С.4—13.
2. Губерман К. Бехтерев: страницы жизни. М., 1977. С.128.
3. Павлов И.П. Полное собрание сочинений. М., 1952. Т.6. С.419.
4. Павлова С.В. Из воспоминаний // Новый мир. 1946. №3.
5. Московские ведомости. 1901. 11 авг. С.4.
6. Русские ведомости. 1901. 31 окт. С.4.
7. Подвысоцкий В.В. Основы общей и экспериментальной патологии. 3-е изд. СПб., 1899.

Лекторий Темная Материя во Вселенной



А.А.Смольников

*Как будто не все пересчитаны звезды,
Как будто наш мир не открыт до конца!*

Николай Гумилев

Из анализа многих экспериментальных данных следует: Вселенная скрывает от наших глаз почти всю свою массу, оставляя видимой для приборов наблюдателей лишь около одной сотой доли вещества, участвующего в ее движении. Из чего состоит невидимая или, как ее стали называть, Темная Материя* нашей Вселенной? Каковы ее происхождение и космологическая роль в зарождении и формировании галактик и галактических скоплений? Можно ли ее детектировать и изучать с помощью современных приборов? Попытаемся осветить некоторые из перечисленных вопросов, хотя большинство ответов еще предстоит найти. Для этого обратимся к началу начал.

Рождение и эволюция Вселенной

Принятая на сегодня Стандартная Космологическая Модель строения и эволюции Вселенной основана на общей теории относительности А.Эйнштейна. В этой модели постулируется, что наша Вселенная родилась во время изначального, так называемого Большого Взрыва. Около 13 млрд лет тому назад Вселенная представляла собой сгусток энергии, сконцентрированный в одной исходной точке, теоретический размер которой равен нулю. Другие физические величины, такие как температура, давление, плотность энергии и т.д., в этой точке должны быть бесконечно большими. Такая ситуация называется сингулярностью, и, чтобы хоть немного отступить от нулевого «момента неопределенности», модельное описание взрывоподобного рождения Вселенной начинают с некоторого минимального момента времени по-



Анатолий Алексеевич Смольников, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник и научный руководитель лаборатории низкофоновых исследований Баксанской нейтринной обсерватории Института ядерных исследований РАН, старший научный сотрудник Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований в Дубне. Область научных интересов — неускорительная физика: занимается экспериментальными исследованиями свойств нейтрино, стабильности электрона, двойного бета распада и др. Руководит в Баксанской обсерватории экспериментом по поиску частиц — кандидатом на роль Темной Материи во Вселенной.

сле взрыва. Его называют временем Планка — именно М. Планк предложил для него «конструкцию» из скорости света c , постоянной Планка \hbar и гравитационной постоянной G_N :

$$t_{\text{Pl}} = \sqrt{\frac{\hbar G_N}{c^5}} = 5.4 \cdot 10^{-44} \text{ с.}$$

* Из-за англоязычного происхождения некоторые термины даются в написании с прописными буквами. — *Примеч. ред.*

В момент времени Планка $t_{\text{пл}}$ размеры только что рожденной Вселенной не превышают нескольких микрон. Ее температура $T = 10^{32}$ К пока настолько высока, что весь мир еще абсолютно симметричен (существует так называемая Суперсимметрия — SUSY [1]), все известные основные взаимодействия (гравитационное, сильное, слабое и электромагнитное) еще слиты в единую силу, и ни одна из частиц еще не имеет массы. Вселенная представляет собой идеальный газ безмассовых (т.е. виртуальных, еще не материализовавшихся) частиц со средней энергией $E \approx kT \approx 10^{28}$ эВ в состоянии термодинамического равновесия.

Чуть позже планковского времени произошло первое нарушение всеобщей симметрии, и первоначальная сила разделилась на гравитацию (за нее отвечает частица гравитино) и остальные три взаимодействия, которые пока связаны вместе (действует симметрия Великого объединения — Grand Unified Theory, GUT).

Когда с момента Большого Взрыва прошло примерно 10^{-36} с и тепловая энергия снизилась до значения 10^{24} эВ при размерах Вселенной порядка 10 см, GUT-симметрия нарушилась и первые из частиц — X- и Y-бозоны* — приобрели массы. Но практически сразу они распадались на кварки (будущий «материал» для протонов и нейтронов) и лептоны (частицы, участвующие в слабом взаимодействии, — нейтрино, электроны, мюоны, тау, и их античастицы) и таким образом первыми «выпали» из термодинамического равновесия. Итак, на этом этапе сильные (ядерные) взаимодействия заработали отдельно от еще неразделенных электрослабых (электромагнитных и слабых) взаимодействий.

В период 10^{-36} – 10^{-10} с Вселенная состояла из смеси пока безмассовых кварков и лептонов, а также фотонов, возникших при взаимной аннигиляции электронов и позитронов, следующего (более легкого) поколения Z- и W-бозонов, ответственных за слабое взаимодействие, и других гипотетических (суперсимметричных) частиц, например нейтралино. В это время все частицы, включая нейтрино, находились в почти полном равновесии между собой, т.е. рождение частиц балансировалось их аннигиляцией. Вселенная тогда, как и в настоящее время, содержала намного больше фотонов, чем кварков.

Через 10^{-10} с Вселенная остыла до температуры 10^{15} К и достигла уже более внушительного размера — около миллиарда километров. В этот момент произошло спонтанное нарушение еще одной симметрии, объединявшей слабые и электромагнитные взаимодействия. Теперь все четыре основные взаимодействия стали самостоятельными, безмассовые ранее частицы приобрели свои мас-

сы покоя, а из состояния термодинамического равновесия вышли промежуточные бозоны.

После 10^{-6} с, когда средняя энергия упала до 10^9 эВ ($T = 10^{13}$ К, размер Вселенной порядка 10^{11} км), из кварков начали формироваться мезоны, затем стабильные протоны и относительно стабильные нейтроны. Протоны и нейтроны носят общее название — барионы, поэтому обычную (состоящую из атомов и молекул) материю называют *барионной*, чтобы отличать ее от *небарионной* (состоящей из других имеющих массу частиц) материи. При снижении средней энергии до $3 \cdot 10^8$ эВ должны были приобрести массы гипотетические частицы аксионы, которые могут составлять некоторую часть небарионной материи, а для образования новых барионов уже не хватало энергии, и они начали превращаться в фотоны за счет аннигиляции со своими античастицами. Наш будущий материальный мир спасло то, что число частиц несколько превышало число античастиц и аннигиляция не могла быть полной. Этот небольшой избыток «выживших» барионов и есть вся барионная материя сегодняшней Вселенной. Родившиеся в результате фотоны к настоящему времени остыли до температуры 2.7 К и присутствуют во Вселенной в виде Космического микроволнового фона (Cosmic Microwave Background — CMB) или, другими словами, — реликтового излучения, впервые зарегистрированного в 1964 г. Из сравнения их числа с количеством барионов в современной Вселенной следует, что после аннигиляции осталась только одна миллиардная часть от первоначальных барионов.

Примерно через 1 с после Большого Взрыва ($T = 10^{10}$ К, размер Вселенной увеличился до 10^{14} км, или 10 световых лет) плотность частиц снизилась до такого значения ($\approx 100\,000$ г/см³), при котором взаимодействия с участием нейтрино становятся настолько редкими, что они не могут больше находиться в термодинамическом равновесии с другими частицами. Эти нейтрино начинают жить своей независимой жизнью, свободно двигаясь по Вселенной (нейтринное реликтовое излучение). Если нейтрино имеет нулевую массу покоя, то такое излучение должно иметь температуру всего 2 К, а при ненулевой массе нейтрино, скажем порядка 10 эВ ($\approx 2 \cdot 10^{-33}$ г), их температура будет выше абсолютного нуля всего на несколько тысячных градуса. По этой причине, а также из-за очень малой вероятности взаимодействия нейтрино с веществом, нейтринное реликтовое излучение до сих пор не зарегистрировано.

Еще через несколько секунд, при энергиях ниже миллиона эВ, перестали образовываться электроны и позитроны. Те же, что уже были, почти полностью уничтожились за счет аннигиляции, оставив в «живых» ровно столько электронов, сколько до этого сохранилось протонов, — чтобы сбалансировать их положительный электричес-

* Бозоны — это частицы, являющиеся переносчиками того или иного взаимодействия; все другие частицы, которые собственно и составляют материальный мир, или предмет взаимодействия, относятся к классу фермионов.

кий заряд и оставить Вселенную (как и в самом исходном состоянии) электрически нейтральной.

Через 100 с после Большого Взрыва ($T = 10^9$ К, и размеры Вселенной достигли сотен световых лет) протоны и нейтроны начали сливаться в легчайшие ядра водорода H, дейтерия D, гелия ^3He , ^4He и лития ^7Li (более тяжелые ядра не могли тогда образоваться из-за отсутствия стабильных ядер с массовыми числами 5 и 8). Кроме водорода, в основном появлялись ядра ^4He , который с тех пор составляет около 1/4 барионной массы Вселенной; оставшиеся неостребованными лишние нейтроны распались в течение нескольких последующих часов и исчезли со сцены. Этот процесс называется *первичным нуклеосинтезом*, а относительная распространенность в космосе легчайших ядер, которая с достаточно высокой точностью измеряется сегодня, служит хорошим тестом для проверки модели Большого Взрыва.

И только спустя 300 000 лет, когда температура упала до 10 000 К и диаметр Вселенной достиг размеров десятков миллионов световых лет (10^{20} км), ядра стали окружаться электронными оболочками и возникли первые легкие атомы водорода и гелия. Поскольку средняя энергия к тому времени снизилась до нескольких эВ, энергии фотонов уже не хватало для разрушения атомов, и излучение в виде фотонов отделилось от материи, продолжая остывать (именно отсюда отсчитывает свою историю СМВ). До этого «пробег» фотонов из-за интенсивного взаимодействия с другими частицами, а затем и атомами, был настолько мал, что фотоны были буквально «привязаны» к материи, и Вселенная, если бы на нее кто-то мог взглянуть со стороны, не светилась, т.е. была невидимой. Теперь же Вселенная стала прозрачной, или видимой.

Когда температура снизилась до 3000 К, гравитационное притяжение между молекулами начало превосходить их взаимное отталкивание за счет теплового движения. Гравитация, действуя на случайные флуктуации плотности в пространственном распределении молекул (в основном водорода и гелия), стала стягивать материю, формируя первоначальные крупномасштабные структуры и группирования — протогалактики, на основе которых позднее (через сотни миллионов лет после Взрыва при температуре в сотни К) стали образовываться звезды и звездные скопления — галактики. Изначальные флуктуации плотности сейчас можно детектировать в виде очень небольшой анизотропии (неоднородности) в наблюдаемом угловом распределении СМВ.

Первые звезды состояли практически только из водорода и гелия в виде горячей плазмы с температурой в центральной части, достаточной для протекания термоядерных реакций, в результате которых образовывались более тяжелые элементы — вплоть до железа. Химические элементы тяжелее железа рождались в результате взрыва сверхновых

звезд. Чем больше масса звезды, тем меньше она живет. По мере «выгорания» термоядерного топлива в достаточно массивной звезде (более десяти солнечных масс) силы гравитационного притяжения приводят к схлопыванию звезды — гравитационному коллапсу, когда внешняя часть звезды с огромной скоростью начинает сжиматься в направлении к центру. В результате такого взрыва образуются новые, более компактные объекты в виде нейтронных звезд или черных дыр и выделяется колоссальная энергия, большую часть которой уносят нейтрино. В космическое пространство, как дым после взрыва бомбы, с огромной скоростью разлетается газообразное облако остатков прежней звезды, привнося в космос новые химические элементы. Именно отсюда более поздние звездные образования, включая наше Солнце, как и планеты Солнечной системы, получают полный набор элементов таблицы Менделеева.

Что окружает нас сегодня?

Итак, наша планета и мы сами сделаны из звездного материала. Поэтому до недавнего времени считалось само собой разумеющимся, что основная масса нашей Вселенной состоит из звезд и их производных — планет, межгалактического газа, космической пыли, — т.е. из видимой (излучающей или отражающей электромагнитные волны) барионной материи. Небарионная материя, в которую до недавних пор включали только электромагнитное (фотонное) и нейтринное излучения, казалось, не могла давать существенного вклада в общую массу Вселенной, так как фотоны не имеют массы, а массы нейтрино ничтожно малы.

Вопрос о возможном существовании во Вселенной некой скрытой массы впервые начал серьезно обсуждаться в начале 30-х годов, после того как Э.Хаббл в 1929 г. из измерений красного смещения* спектральных линий галактик сделал сенсационный вывод о том, что галактики и галактические скопления разбегаются друг от друга, т.е. наша Вселенная расширяется.

Хаббл, исследовав множество спектров галактик и изучив расстояние до них, впервые показал, что скорости разлета ближайших галактик, определенные по их красному смещению, линейно зависят от расстояния до этих галактик (закон Хаббла): $v = HS$, где v — скорость удаления галактики, S — расстояние до нее, H — коэффициент пропорциональности (постоянная Хаббла). Таким образом, чем больше величина красного смещения галактики, тем быстрее она удаляется и тем дальше от нас находится. Из закона Хаббла можно не-

* Красное смещение — это наблюдаемое смещение спектральных линий (например, линии ионизированного водорода) в сторону длинных волн от удаляющегося космического объекта по сравнению с длиной волны тех же линий, измеренной в земных условиях от неподвижного источника (эффект Доплера).

посредственно оценить скорость расширения нашей Вселенной и, как следствие, дать оценку времени ее жизни (те самые 13 миллиардов лет) и других основных космологических параметров.

По своему смыслу постоянная Хаббла не совсем постоянна: она определяет относительное изменение размера Вселенной за единицу времени

$$H(t) = \frac{\Delta R(t)}{R(t)},$$

где R — радиус Вселенной на момент времени t , и может зависеть от времени. Современное значение постоянной Хаббла обозначают H_0 . Поскольку она экспериментально еще не определена с достаточной точностью, ее обычно записывают как $H_0 \equiv 100b \cdot \text{км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпк}^{-1}$, где $b \approx 0.65$. А как она меняется во времени, т.е. как протекает процесс расширения, зависит от общей массы Вселенной [2].

Среднюю плотность материи — энергии во Вселенной принято характеризовать относительным параметром

$$\Omega = \frac{\rho}{\rho_c},$$

где ρ_c — критическая плотность, при которой Вселенная расширяется хоть и неограниченно, но замедляясь, так, что скорости стремятся к нулю при $t \rightarrow \infty$. Надо оговориться, что в моделях Вселенной есть некоторая неопределенность, связанная с природой вакуума. Не исключено, что сам вакуум вносит некоторый вклад в энергию Вселенной — многие решения квантовой теории поля требуют ненулевой энергии вакуума. Космологические уравнения учитывают такую возможность с помощью дополнительного слагаемого, так называемой космологической константы Λ , которую ввел еще Эйнштейн, правда, из других соображений. Если энергия вакуума принимается равной нулю ($\Lambda = 0$), критическая плотность равна $(1.88 \cdot 10^{-29} \text{ г/см}^3) b^2$, т.е. $\rho_c \approx 4$ нуклона/см³ при $b \approx 0.65$. Однако в моделях, основанных на новых наблюдательных данных, $\Lambda \neq 0$ ($\Omega_\Lambda \approx 0.7$), что ведет к соответствующему уменьшению величины ρ_c .

Точное современное значение параметра общей плотности материи Ω , играет важнейшую роль при решении вопроса о пути эволюции Вселенной [2]. Если общее количество материи хотя бы немного меньше критической массы ($\Omega < 1$), Вселенная будет расширяться постоянно, причем с ускорением, и галактики будут удаляться все дальше и дальше друг от друга (рис.1). Однако материи во Вселенной может быть вполне достаточно ($\Omega = 1$) для того, чтобы силы гравитационного притяжения между космическими объектами начали замедлять и остановили (асимптотически) это расширение. Или даже (если масса Вселенной окажется больше критической, $\Omega > 1$) начали «сжимать» Вселенную, что в конечном итоге может привести к тоже Большому, но на этот раз — Схлопыванию).

Современные методы изучения скоплений (кластеров) галактик дают весьма надежные оценки общей плотности материи во Вселенной [3]. По измерениям рентгеновского излучения газа в густонаселенных кластерах было определено, что общая плотность всех видов материи составляет примерно 1/3 от критической плотности, т.е. $\Omega_m \approx 0.3$. Имеется много других независимых методов оценки Ω_m , большинство которых дают примерно такие же результаты [4].

Но данные, полученные недавно в результате измерений реликтового излучения с помощью приборов на высокополетных воздушных шарах над Антарктидой (эксперимент «Бумеранг»), показали, что Вселенная содержит достаточное количество материи для реализации модели «останавливающегося» разлета. То есть должна существовать какая-то скрытая от нас невидимая материя, восполняющая дефицит общей массы Вселенной до критического значения. Наблюдаемые небольшие (тысячные доли процента) флуктуации в пространственном распределении СМВ, как уже говорилось, служат свидетельством первичного группирования материи в ранней Вселенной — начала зарождения галактик. Это еще одно косвенное подтверждение «необходимости» первичной небарионной Темной Материи, так как именно ее неоднородности в пространстве могли быть изначальными центрами для концентрации видимого барионного вещества и служить причиной существующей крупномасштабной структуры Вселенной.

С другой стороны, последние данные из наблюдений очень далеких сверхновых звезд могут интерпретироваться в пользу ускорения расширения Вселенной, т.е. модели «открытой» Вселенной. Правда, эти наблюдения удастся также объяснить, вводя в модель Вселенной космологическую константу Λ . Ассоциируемая с последней ненулевая плотность вакуума (отрицательное давление ваку-

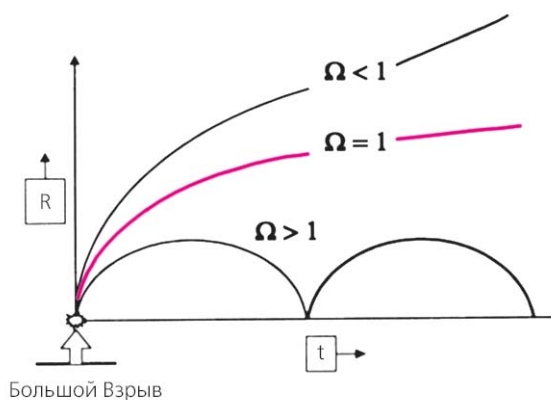


Рис.1. Зависимости радиуса Вселенной от времени для открытой ($\Omega < 1$), «останавливающейся» ($\Omega = 1$) и замкнутой ($\Omega > 1$) моделей.

ума) может также влиять на раннюю структуру Вселенной и вызывать наблюдаемые флуктуации в угловом распределении СМВ.

Таким образом, вопрос о качественном и количественном составе Темной Материи играет важнейшую роль не только для понимания современного строения Вселенной, но и для выбора наиболее адекватной модели ее эволюции и дальнейшего развития.

Что такое Темная Материя?

По определению Темная Материя не испускает (и не отражает) электромагнитного излучения и воздействует на другие видимые небесные тела только гравитационным образом.

Сегодня интенсивно обсуждаются три ключевых вопроса. Является ли основная масса барионной материи невидимой? Является ли доминирующая форма материи во Вселенной небарионной, состоящей из массивных (с массами в сотни и тысячи раз большими массы протона), слабо взаимодействующих с обычной материей частиц? Существует ли некая неизвестная «темная» форма энергии, связанная с ненулевой космологической константой Λ ?

Вывод о том, что Темная Материя вероятнее всего состоит как из барионной, так и небарионной фракций, делается, например, на основе измерений *ротационных кривых* галактик. Если бы вся масса галактики концентрировалась в ее видимой части, то орбитальные скорости наблюдаемых галактических объектов уменьшались бы при удалении от центра галактики как

$$v \sim \frac{1}{\sqrt{r}}.$$

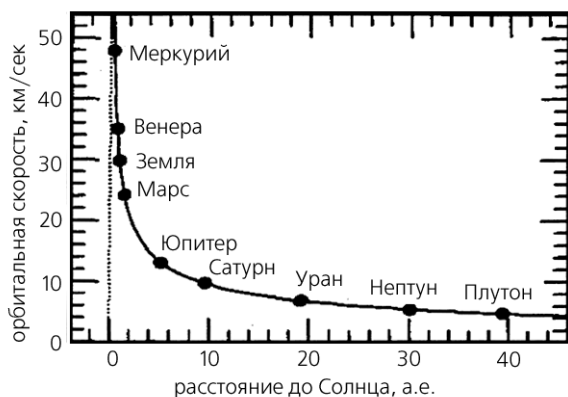


Рис.2. Зависимость орбитальных скоростей планет от расстояния до Солнца. Расстояния указаны в астрономических единицах, $1 \text{ а.е.} = 1.5 \cdot 10^{13} \text{ см}$.

Действительно, для нашей Солнечной системы с большой точностью установлено, что зависимость орбитальных скоростей планет v от расстояния до Солнца r находится в полном соответствии с законом Кеплера

$$v = \frac{\sqrt{G_{\text{NM}}M}}{\sqrt{r}}$$

(рис.2).

На рис.3 приведена ротационная кривая для спиральной галактики NGC 6503, построенная по наблюдениям в радиодиапазоне газообразного водорода. Видно, что на расстоянии от центра галактики более 5 кпк скорость остается практически постоянной. Такой вид зависимости предполагает, что не все объекты, составляющие общую массу галактики, движутся вместе с ней как «единое» целое. Поскольку вся барионная составляющая должна участвовать в таком движении, следовательно, часть скрытой массы оказывается небарионной. Для объяснения этого экспериментального факта и вводится понятие Темного галактического гало, состоящего из невидимых объектов (частиц), «компенсирующих» дефицит массы видимых объектов, расположенных в диске галактики.

Из ротационных кривых для карликовых спиральных галактик и для далеких плоских галактик следует, что там Темная Материя почти полностью доминирует над видимой. Это подтверждает выводы теоретических моделей космогонии галактик о том, что Темные гало — изначальное место для зарождения и формирования галактик. Из распределения масс в галактике следует, что гало должно иметь сферическую или сфероидальную форму

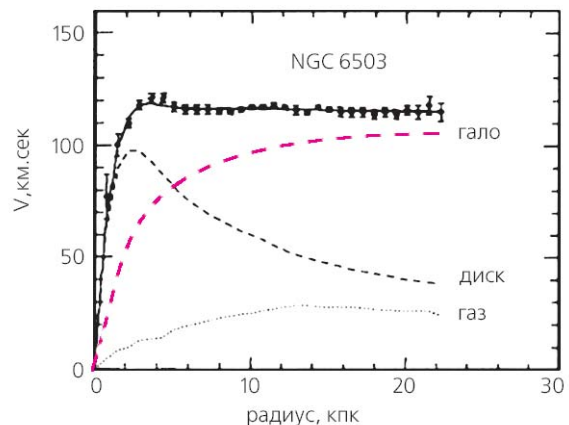


Рис.3. Экспериментальная ротационная кривая для спиральной галактики NGC 6503 (точки с экспериментальными ошибками). Пунктирными линиями показаны расчетные кривые отдельно для диска галактики, галактического газа и Темного гало, дающие в сумме наблюдаемую зависимость.

с распределением плотности $\rho_{\text{galo}} \sim 1/r^2$, хотя рассматриваются и другие модели. Для нашей Галактики размер Темного гало оценивается в 50 кпк, т.е. оно простирается намного дальше видимой части галактики и имеет общую массу $\sim 10^{12} M_{\odot}$.

Значение *барионной* плотности Вселенной Ω_B определяется из первичного нуклеосинтеза Большого Взрыва. Сравнение измеренной первичной плотности дейтерия с величиной, предсказываемой из моделей Большого Взрыва, приводит к величине $\Omega_B h^2 = 0.019 \pm 0.0012$ или $\Omega_B \approx 0.05$ при $h \approx 0.65$. Тем не менее все наблюдаемые скопления галактик содержат только около 10% от этой величины. Где же скрываются остальные барионы? Возможно, они сконцентрированы в так называемых объектах MACHOs (Massive Compact Halo Objects), которые в гало нашей Галактики могут присутствовать в виде планет, белых и коричневых карликов, нейтронных звезд или черных дыр. Поиски MACHOs ведутся с использованием эффекта гравитационных микролинз [5], который состоит во временном увеличении яркости известных видимых звезд в тот период времени, когда невидимый массивный объект пересекает линию между наблюдателем и звездой, отклоняя своим гравитационным полем идущий от звезды свет. Продолжительность такого эффекта Δt пропорциональна

$$\Delta t \sim \frac{\sqrt{m}}{v},$$

где m — масса MACHO, v — его скорость, перпендикулярная к направлению света, что позволяет оценить массу отклоняющего объекта.

В течение нескольких последних лет две большие научные коллаборации MACHO [5] и EROS [6] обрабатывают данные наблюдений за светимостью миллионов звезд в соседних галактиках. Наиболее вероятная масса нескольких найденных кандидатов в MACHO оценивается как половина массы Солнца $m_{\text{MACHO}} \sim 0.5 M_{\odot}$. Однако, даже если все обнаруженные объекты такого типа отнести к Темной Материи, они не смогут покрыть заметной части «недостающей» массы галактики.

Сравнив данные по общей регистрируемой плотности материи во Вселенной ($\Omega_m \approx 0.3$) и ее барионной составляющей ($\Omega_B \approx 0.05$), заключаем, что на небарионную ее часть остается 0.25, т.е. *небарионная* доля должна быть основной составляющей Темной Материи. Из анализа крупномасштабной структуры Вселенной следует, что она в основном должна состоять из массивных частиц. Эти частицы в период материализации Вселенной после Большого Взрыва уже должны быть нерелятивистскими, т.е. *холодными* частицами, в отличие от нейтрино, практически не имеющих массы и остающихся релятивистскими (*горячими*). С точки зрения физики элементарных частиц, Холодная Темная Материя (ХТМ), вероятнее всего, должна состоять из слабовзаимодей-

ствующих массивных частиц (Weakly Interacting Massive Particles — WIMP). В рамках современных теоретических моделей SUSY существует несколько подходящих кандидатов на роль ХТМ, среди которых — нейтралино, аксионы, аксино, гравитино, вимпзилло, и т.д. [7]. Константы взаимодействия частиц класса WIMP с обычной материей крайне малы: для нейтралино не более (10^{-2} – 10^{-5}) от константы слабого взаимодействия, для аксионов и аксино $\approx 10^{-16}$, а для гравитино $\approx 10^{-33}$.

Пожалуй, наиболее перспективны нейтралино (χ), стабильные частицы с массой ниже нескольких ТэВ, существование которых предсказывается в моделях Суперсимметрии [1]. В качестве другого наиболее вероятного претендента рассматриваются также аксионы с массами от 10^{-3} до 10^{-6} эВ [7].

Кандидатура тяжелых (правых) нейтрино с массами порядка ГэВ была отклонена в ходе ускорительных экспериментов. Легкие (левые) нейтрино — единственные претендующие на роль Темной Материи частицы, о которых известно, что они реально существуют в природе. Тем не менее они не могут составлять основную массу Темной Материи, ибо, как известно из результатов экспериментов по регистрации солнечных и атмосферных нейтрино, их масса должна быть очень маленькой [8].

Указания на существование *дополнительной формы энергии*, плавно распределенной в пространстве, следуют из наблюдений удаленных сверхновых звезд типа Ia. Ускорение или замедление процесса расширения Вселенной отражается в отклонении зависимости Хаббла от линейной для очень удаленных объектов [2], какими и являются сверхновые типа Ia, «загорающиеся» в результате термоядерных взрывов белых карликов в двойных системах. Экспериментально были определены расстояния до 50 сверхновых типа Ia [9]. Данные измерения говорят о возможности того, что Вселенная разгоняется (это можно объяснить за счет ненулевого значения космологической константы Λ , определяющей вклад дополнительной «темной» энергии в энергетическую плотность Вселенной). Необходимость введения ненулевого Λ -члена как энергетической составляющей Темной Материи также поддерживается в *моделях раздувания* Вселенной. Вводя Λ -член, мы можем удовлетворить условие плоской Вселенной $\Omega_0 = 1$ при «наблюдаемом» значении $\Omega_m \approx 0.3$.

Суммируя приведенные выше результаты, можно сделать вывод, что сегодня предпочтение отдается композиционной модели Темной Материи, состоящей из смеси нескольких типов собственно Темной Материи [$\approx 10\%$ барионной (MACHOs?) + $\approx 60\%$ небарионной холодной (WIMPs?) + $\approx 30\%$ небарионной горячей (нейтрино?)] и Темной энергии за счет ненулевой плотности вакуума (Λ -член).

Как поймать частицы Темной Материи

Лекторский

Локальная плотность Темного гало нашей Галактики в окрестности Земли оценивается как $0.3 \text{ ГэВ/см}^3 \approx 5 \cdot 10^{-25} \text{ г/см}^3$, исходя из его общей массы $\sim 10^{12} M_{\odot}$ и простанственного распределения плотности частиц $\rho_{\text{galo}} \sim 1/r^2$. Полагая, что преобладающую часть гало составляют WIMPs, например нейтрино с массой $m_{\chi} = 100 \text{ ГэВ}$, получаем $\rho_{\chi} \approx 3000 \text{ частиц/м}^3$. В стандартной сферической модели гало WIMPs имеют максвелловское распределение скоростей со средним значением $v \approx 270 \text{ км/сек}$. Таким образом, поток частиц WIMP может иметь довольно большую величину $\sim 10^5 \text{ частиц/см}^2 \cdot \text{с}$ при $m_{\chi} = 100 \text{ ГэВ}$.

В последнее десятилетие начали активно развиваться различные сверхчувствительные методы детектирования WIMPs, которые обычно разделяют на прямые и непрямые методы регистрации. Начнем с последних.

В непрямых экспериментах ищутся вторичные частицы, рожденные в результате парной аннигиляции WIMPs. Один вариант — поиск нейтрино с энергиями порядка Гэв и выше, которые должны прилетать от Солнца и/или центральной части Земли. Другой путь — поиск монохроматических фотонов, позитронов или антипротонов, рождаемых при парной аннигиляции WIMPs в галактическом гало. Еще один интересный метод — поиск WIMPs, прилетающих со стороны центра Галактики. Если в центре нашей Галактики находится очень массивная черная дыра ($\sim 10^6 M_{\odot}$), она должна гравитационно притягивать WIMPs и увеличивать их концентрацию вокруг себя. В результате вероятность их аннигиляции в окрестности черной дыры увеличивается и соответственно возрастает поток нейтрино, фотонов и других продуктов аннигиляции WIMPs, идущий из центра Млечного Пути. Измерения в рамках непрямых экспериментов проводятся на больших подземных или подводных установках (Баксанская нейтринная

обсерватория Института ядерных исследований РАН, Байкальская глубоководная установка ИЯИ РАН, подземные установки международной лаборатории Гран-Сассо в Италии), которые в первую очередь и предназначены для регистрации нейтрино (и других частиц) очень высоких энергий.

Методы прямого детектирования основаны на поиске упругого (или неупругого) рассеяния WIMPs на ядрах детектора-мишени. Ядра отдачи передают приобретенную в результате такого взаимодействия энергию через ионизацию и тепловые (фононные) процессы. Современные методы регистрации энергии ядер отдачи основаны на использовании традиционных сцинтилляционных, полупроводниковых и газовых детекторов, а также новых болометрических (низкотемпературных) детекторов и детекторов на основе сверхпроводящих микрогранул и перегретых капель [10].

Энергетические потери нейтрино с массами от 10 ГэВ до 1ТэВ в таких детекторах будут не более 100 кэВ, а скорость счета на 1 кг детектора — пропорциональна потоку нейтрино, падающему на детектор, и сечению их упругого рассеяния на ядрах.

Теоретические оценки дают очень малые значения для величины сечения, поэтому ожидается очень низкая скорость счета — от 10^{-1} до 10^{-5} отсчетов/кг в день. Это значительно усложняет задачу экспериментального поиска частиц и требует применения детекторов с большой массой, низким порогом регистрации и очень низким собственным фоном.

При постановке эксперимента также необходимо знать функцию отклика детектора на взаимодействие с частицами Темной Материи, или энергетический спектр ядер отдачи. Примеры ожидаемых спектров при регистрации WIMPs с различными массами приведены на рис.4 [11], где также показан экспериментальный фоновый спектр полупроводникового германиевого детектора. Фоновый спектр детектора при низких энергиях, как правило, обусловлен шумами элект-

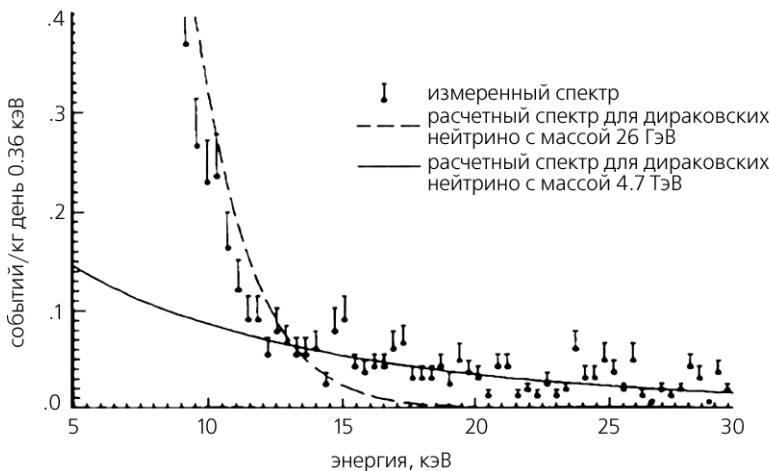


Рис.4. Теоретические спектры ядер отдачи при регистрации WIMPs с различными массами при помощи полупроводникового германиевого детектора и экспериментальный фоновый спектр детектора.

тронной аппаратуры, радиоактивным излучением изотопов, содержащихся в детекторе и окружающих материалах, а также проникающими даже на большую глубину космическими лучами. Видно, что ожидаемые спектры ядер отдачи и фоновый спектр имеют примерно одинаковую экспоненциально спадающую форму, что сильно затрудняет задачу выделения полезного сигнала. Для уверенной регистрации необходимо использовать дополнительные признаки событий, связанные именно с частицами Темной Материи, например зависимость дифференциальной скорости счета от времени из-за эффекта годовых модуляций.

Этот эффект — следствие сложения скоростей налетающих на Землю частиц со скоростью Земли: комбинация движения Солнца (вокруг центра Галактики) через галактическое Темное гало и вращения Земли вокруг Солнца будет разной для различных времен года. Максимум скорости счета ожидается 2 июня, когда Земля движется против потока частиц, а минимум — ровно через полгода, когда Земля «убегает» от них, рис.5.

Предсказываемая величина сезонного изменения всего $\approx 5\%$, так что обнаружить эффект нелегко, тем более он в значительной степени может быть затенен сезонными вариациями собственного фона детектора за счет различных внешних факторов. Тем не менее недавно коллаборация DAMA [12] декларировала обнаружение годовых модуляций WIMPs, которые интерпретируются как результат упругого рассеяния нейтрально с массой около 60 ГэВ и сечением порядка $7 \cdot 10^{-42}$ см² (рис.6 и 8). Эксперимент проводится с использованием сцинтилляционных NaI детекторов общим весом около 100 кг в подземной лаборатории Гран-Сассо. Это первый и пока единственный положительный результат поиска частиц Темной Материи. Недавно опубликованные результаты другой коллаборации CDMS — эксперимент в на-

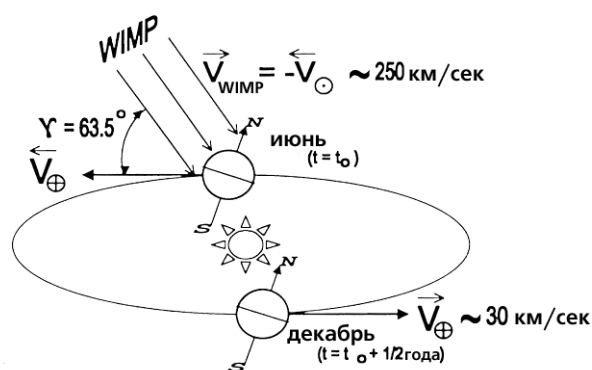


Рис.5. Схема движения Солнца и Земли относительно потока частиц галактического гало, иллюстрирующая эффект годовой модуляции.

стоящее время проводится в Стэнфорде (США) [13] с использованием низкотемпературных германиевых и кремниевых детекторов — не подтверждают положительного эффекта. Поэтому для окончательного вывода о регистрации WIMPs с такими характеристиками требуются дополнительные эксперименты. Кроме эксперимента CDMS сейчас ближе всех по чувствительности к результату DAMA подошли эксперимент IGEX-DM, проводимый одновременно в подземных лабораториях Баксан (Россия) и Канфранк (Испания), и эксперимент «Гейдельберг—Москва» в лаборатории Гран-Сассо. В обоих случаях используются полупроводниковые детекторы из сверхчистого германия общей массой порядка 10 кг.

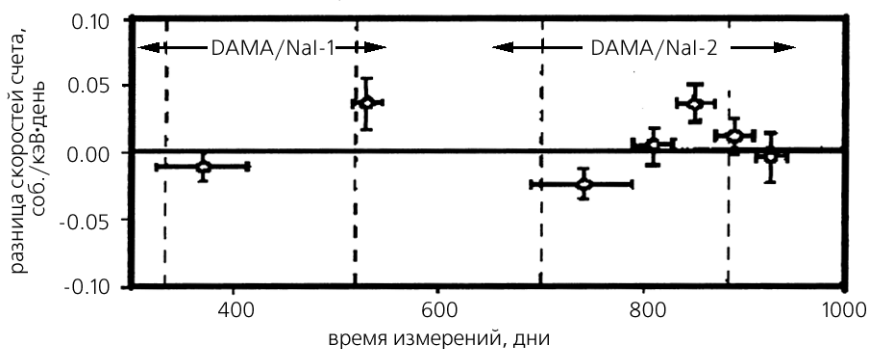


Рис.6. Результаты эксперимента DAMA по поиску годовых модуляций WIMPs. Скорость счета NaI детекторов в интервале низких энергий в различные времена года приведена в зависимости от текущего времени начиная с 1 января первого года измерений. Вертикальными пунктирными линиями отмечены полугодовые периоды, соответствующие ожидаемым минимумам и максимумам сезонной вариации скорости счета WIMPs.

Новые эксперименты в Баксанской обсерватории

Лекторский

В подземной низкофоновой лаборатории Баксанской нейтринной обсерватории ИЯИ РАН проводится долговременный эксперимент в рамках Международного германиевого эксперимента по Темной Материи IGEX-DM (Россия—США—Испания) [14]. Здесь WIMPs пытаются регистрировать как по их упругому, так и по их неупругому рассеянию с возбуждением ядер детектора-мишени, при котором дополнительным «признаком отличия» будет одновременная или задержанная регистрация γ -квантов, снимающих возбуждение. Данные, полученные в этом эксперименте для упругого рассеяния частиц, наиболее близко подошли к положительному результату DAMA. Поиск неупругого взаимодействия WIMPs с возбуждением низколежащих уровней ядра ^{73}Ge ведется только на этой установке.

Стены лаборатории изготовлены из низкорadioактивного бетона (50 см), ультраосновной (т.е. очень древней, с минимальным содержанием радиоактивных изотопов) породы дунит (50 см) и стали (8 мм). За счет таких стен поток гамма-квантов от окружающих скальных пород снижен примерно в 200 раз, а поток космических лучей ослабляется в 2000 раз за счет толстого слоя скальных пород (660 м водного эквивалента) над лабораторией. Однако, как указывалось выше, для поиска частиц Темной Материи необходимо иметь собственный фон установки порядка 0.1 отсчета в день на 1 кг детектора-мишени при пороге регистрации порядка 1 кэВ. Поэтому детектирующая система из Ge детекторов дополнительно окружена «пассивной» (пассивно подавляющей поток радиоактивного излучения) и «активной» (дающей электронный сигнал о прохождении энергичных частиц) защитами (рис.7). Пассивная защита, общим весом около 7 т, собрана из низкорadioактивных материалов (свинца, меди, борированного полиэтилена). Активная защита представ-

ляет собой массивные сцинтилляционные детекторы, которые с большой эффективностью регистрируют высокоэнергичные мюоны космических лучей, проникающие даже на такую глубину.

Эти меры позволили снизить фон детектирующей установки примерно в 10^6 раз по сравнению с незащищенными детекторами в наземной лаборатории. В ходе эксперимента достигнут порог регистрации 2 кэВ при сверхнизкой скорости счета 0.09 соб./ (кг·кэВ·сутки) в области низких энергий.

За полный календарный период, с мая 1995 по май 1999 г., были набраны и проанализированы данные с двух детекторов, изготовленных из обогащенного ^{76}Ge и природного Ge. Получены новые области исключения (т.е. значения параметров, лежащие выше приведенных кривых, экспериментально исключаются из числа возможных) для масс и сечений упругого рассеяния WIMPs, которые почти вплотную подошли к требующим подтверждения результатам коллаборации DAMA (рис.8). В частности, дираковские нейтрино с массами от 13 ГэВ до 4.5 ТэВ исключены из кандидатов на роль таких частиц. Анализ данных по исследованию годовых и суточных модуляций потока позволил установить экспериментальные ограничения на амплитуды модуляций на уровне 7% и 4% соответственно.

Как было отмечено ранее, экспоненциально спадающий спектр ядер отдачи при упругом рассеянии WIMPs трудно отличить от спектра шумов детектора, если не вводятся дополнительные «знаки отличия». В Баксанской нейтринной обсерватории был разработан и применен новый метод поиска неупругого взаимодействия WIMPs, использующий уникальную особенность спектра ядра ^{73}Ge — наличие долгоживущих низколежащих возбужденных уровней (13.3 и 66.7 кэВ). Отбор полезных событий по предложенной схеме регистрации дает рекордно низкий фоновый счет 0.0013 соб./кг (^{73}Ge)·сутки и, следовательно, значительно повышает чувствительность установки, что позво-

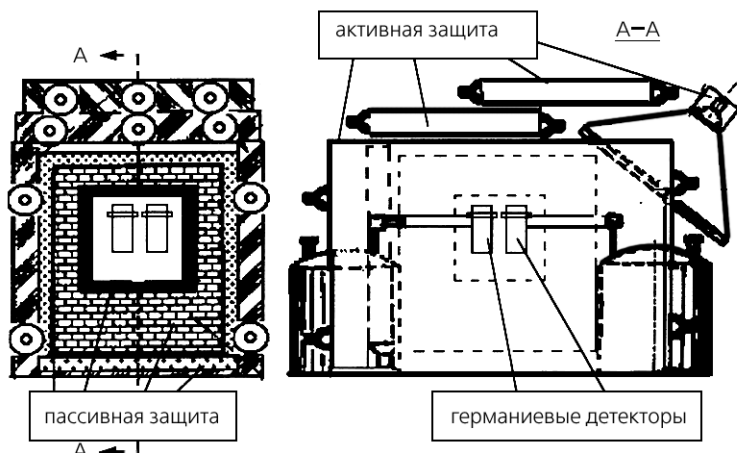
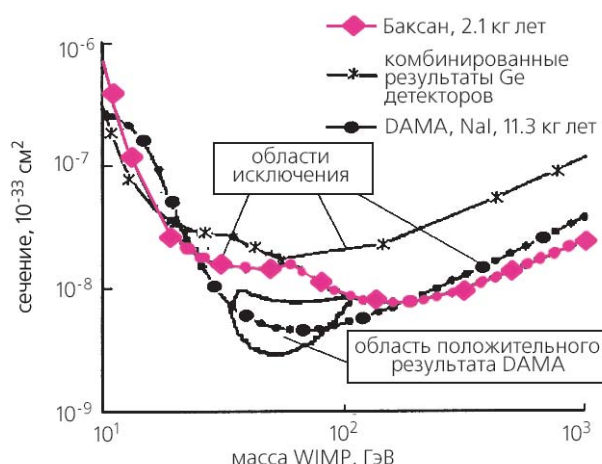


Рис.7. Комбинированная (пассивная и активная) защита вокруг германиевых детекторов в баксанском эксперименте IGEX-DM.

Рис.8. Области исключения для масс и сечений WIMPs при различных вариантах анализа данных баксанского эксперимента IGEX-DM. В целях сравнения также показана область параметров для положительного результата, полученного в эксперименте DAMA.



ляет на два порядка величины улучшить экспериментальные ограничения на массы и сечения спин-зависимого рассеяния WIMPs. По результатам эксперимента с экспозицией всего 0.13 кг(⁷³Ge)·год исключены WIMPs с массами от 20 ГэВ до 2 ТэВ при сечениях неупругого взаимодействия порядка 10⁻³⁴.

Поиски невидимого всегда представляли собой необычайно трудную, но интереснейшую задачу. Экспериментальное открытие Темной Материи позволит не только раскрыть очередную тайну Природы, но также обеспечит нас новыми знаниями в области физики частиц за пределами Стандартной Модели электрослабого взаимодействия. У нынешнего поколения ученых есть обоснованные надежды на то, что, если основная часть Темной Материи состоит из WIMP-нейтралов, их удастся надежно зарегистрировать уже в конце данного десятилетия. Из планируемых экспериментов, которые в недалеком будущем

могут перекрыть области значений для масс и сечений, предсказываемые в теоретических моделях для разного сорта частиц Темной Материи, можно отметить GENIUS (новый проект на основе коллаборации «Гейдельберг—Москва») с планируемой массой германиевых детекторов до 1 т, CDMS-II (США, подземная лаборатория Соудан) и EDELWEISS-III (Франция, подземная лаборатория Модан) с низкотемпературными германиевыми детекторами с массами порядка 1 кг при двойной регистрации ионизационного и теплового (фононного) сигналов.

Если же темное пространство Вселенной населяют еще более неуловимые частицы (аксионы, гравитино и т.п.), то справиться с этой задачей предстоит новому поколению физиков в более далеком будущем. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 98-02-17973.

Литература

1. Казаков Д.И. Ждем открытий в физике элементарных частиц! // Природа. 1999. №9. С.14—25.
2. Peebles P.J.E. Principles of Physical Cosmology. Princeton, 1993.
3. Wail D.M. et al. // Nature. 1993. V.366. P.429.
4. Primack J.R. // Nucl. Phys. 2000. V.B87. P.3.
5. Uson J.M. // Nucl. Phys. 2000. V.B87. P.31.
6. Milsztajn A., Lassere T. // Nucl. Phys. 2000. V.B87. P.55.
7. Rozskowski L. // Phys. Rep. 1996. V.267. P.19521.
8. Копылов А.В. Проблема солнечных нейтрино: от прошлого к будущему // Природа. 1998. №5. С.31—40; №6. С.27—36.
9. Perlmutterl S. et al. // Nature. 1998. V.391. P.51.
10. Morales A. // Nucl. Phys. 2000. V.B87. P.477.
11. HEIDELBERG — MOSCOW COLLABORATION // Phys. Rev. D. 1997. V.55. P.54.
12. Bernabei R. et al. // Phys. Lett. 1999. V.B450. P.448.
13. Gaitskell R. // Nucl. Phys. 2000. V.B87. P.77.
14. Aalseth C.E. et al. // Phys. of Atomic Nucl. 2000. V.63. P.1268.

Тайна Котельнича разгадана

С.В.Наугольных

Огромное местонахождение, расположенное на правом берегу р. Вятки, у г.Котельнич Кировской обл., знаменито скоплением окаменелых остатков позднепермских животных, среди которых особенно много парейазавров. Со времени первых находок этих ящеров в Котельниче прошло более 60 лет, но по поводу того, как могло образоваться столь грандиозное захоронение, до сих пор ведутся споры [1]. Нет ясности и в том, какие ландшафты были характерны для Русской платформы (часть которой составлял бассейн Вятки) во время существования животных, чьи кости и скелеты найдены в Котельниче. Сейчас, когда изучены растительные остатки из этого же местонахождения, и ландшафты, и условия, приведшие к захоронению множества животных в одном месте, представляются вполне определенными.

Мне неоднократно случалось работать и на самом котельническом разрезе, и с коллекциями в местном музее, где создана довольно представительная экспозиция окаменелых остатков пермских рептилий. Бывал я и на многих других классических разрезах



Сергей Владимирович Наугольных, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Геологического института РАН. Занимается стратиграфией пермской системы, палеофитогеографией, палеоэкологией, эволюцией древней растительности. Неоднократно публиковался в «Природе»

верхнепермских отложений, в частности на тех, которые относятся к татарскому ярусу (как породы, обнажающиеся у г.Котельнич) в Поволжье, Прикамье и на севере Русской платформы. Полученные во время этих экспедиций результаты позволяют по-новому взглянуть на происхождение котельнического местонахождения пермской биоты.

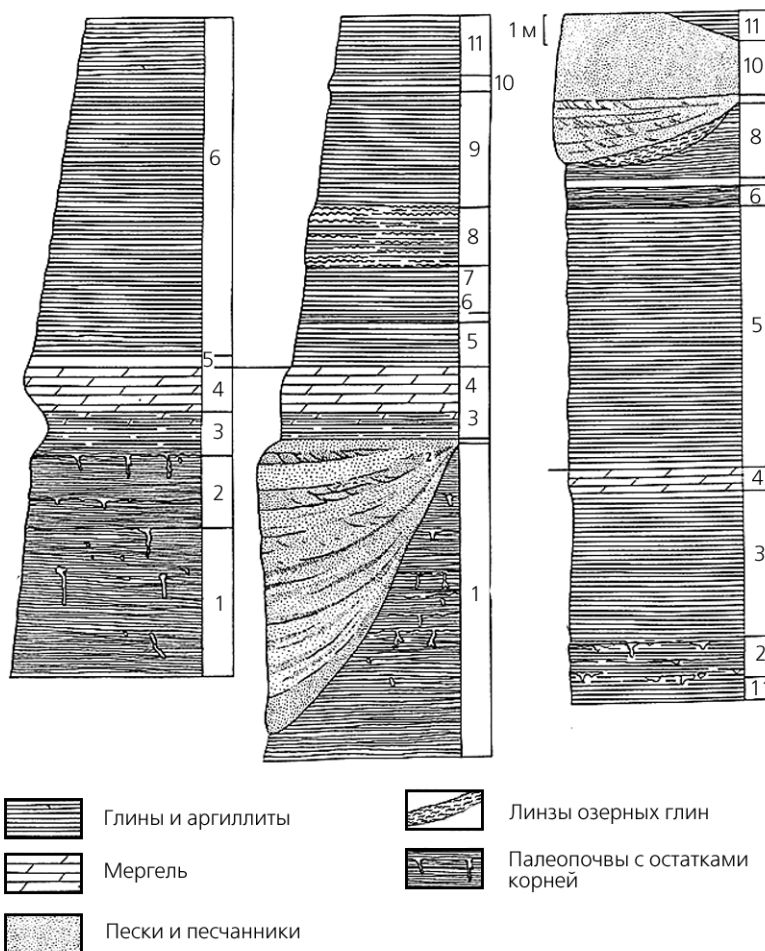
Напомню кратко, как выглядят обнажения у Котельнича. Несмотря на кажущуюся сто-

роннему наблюдателю однородность пород, их состав довольно разнообразен. Большая часть верхних слоев сложена глинами (местные геологи их обычно называют коротким словом «вап»), которые иногда переходят в более плотные аргиллиты характерного красного или малинового оттенка. В нижней части разреза присутствуют светлоокрашенные прослои, обогащенные карбонатным материалом. В средней и верхней частях

разреза встречаются многочисленные песчаные линзы, от мелких до огромных, как например Соколя Гора.

Во время работы на котельническом разрезе я заметил довольно странные образования, попадавшие в сероцветных прослоях нижней части обнажения. Местами они подверглись выветриванию, и относительно мягкий более глинистый материал был разрушен ветром и вымыт дождевыми водами. Именно там отчетливо проявлялась упорядоченность, структурированность породы — в ней видны были довольно крупные вертикальные конкреции почти цилиндрической формы. После внимательного осмотра, фотографирования и зарисовок мы с коллегами попытались выкопать одну из конкреций, которая уходила в глубь плотной глины, постепенно уменьшаясь в диаметре и давая боковые ответвления. Когда одна из таких карбонатных трубок была разбита, оказалось, что внутри она заполнена красноватым глинистым материалом, который по цвету отличается от вмещающей эти прослои породы.

Надо сказать, что мне уже приходилось сталкиваться с карбонатными трубками в отложениях татарского яруса на Русской платформе. Мы с М.П.Арефьевым, большим ценителем верхнепермских отложений и профессиональным фотографом, описали калькреты — своеобразные погребенные карбонатные почвы, образующие твердую корку на поверхности [2]. Эти калькреты были обнаружены в отложениях верхнетатарского подъяруса на берегу р.Сухоны в Вологодской обл. В таких почвах нам то и дело попадались вертикальные трубки, заполненные глинистым материалом. После отмывки мы обнаружили, что они имеют боковые ответвления, очень напоминающие придаточные

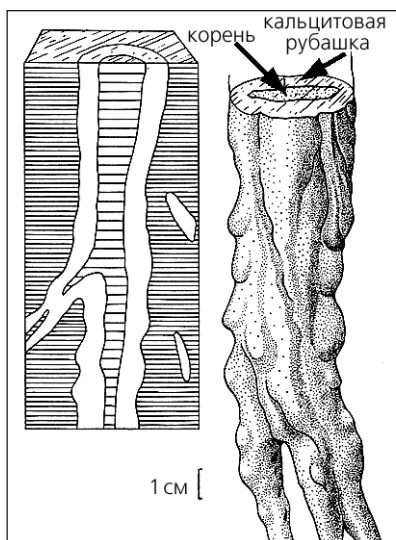


Стратиграфические колонки трех основных разрезов в Котельниче. Видно, что палеопочвы с остатками корней высших растений располагаются в нижних горизонтах (отмечены стрелками).

корешки высших растений. Вскоре нам встретились такие же трубки, но с хорошо сохранившейся внутренней структурой. Рассмотрев образец под электронным сканирующим микроскопом, мы выяснили, что это ткани проводящей системы растений — флоэма, пучки первичной ксилемы с хорошо различимыми трахеидами и т.д. Сомнений не оставалось: мы имели дело с остатками корневой системы высших растений.

Идентифицировать таинственные котельнические конкреции оказалось немного труднее. Но после тщательного

изучения самих трубок и их содержимого не осталось никаких сомнений в том, что это тоже остатки корней. Растения же, чьи корни мы нашли в Котельниче в виде трубок, относились либо к тем же видам, что и сухонские, либо к их ближайшим родственникам. Замечу, палеоботаники часто имеют дело с окаменелостями не всего растения, а отдельных его частей, которым и дают научное название. Корни, найденные в татарских отложениях бассейна Сухоны, были определены как *Radicites sukbonensis*, а остатки из Котельнича за сходство с сухон-



Одна из карбонатных трубок, обнаруженных в палеопочвах татарского яруса (слева). Рядом — та же трубка, извлеченная из породы. Оказалось, что это корень *Radicites aff. sukbonensis*, покрытый мощной кальцитовой «рубашкой» с бугристой поверхностью.

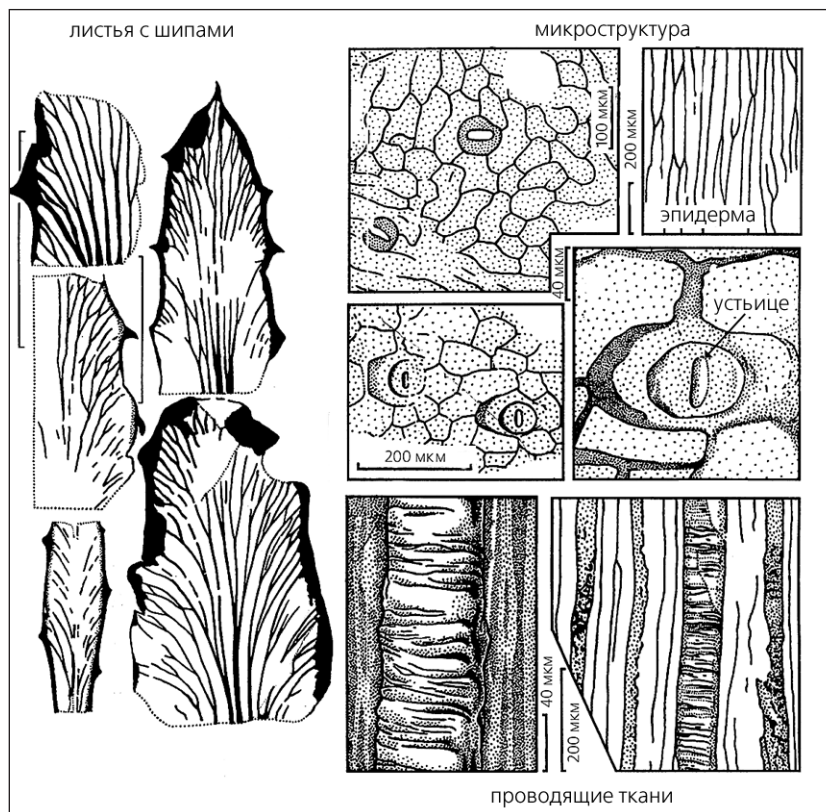
скими — *R. aff. sukbonensis* (aff. — сокращенное *affinis* — родственник; употребляется в том случае, когда точно определить вид не удастся).

Как же образовались слоистые столь своеобразными корнями, заключенными в мощные карбонатные «рубашки» и сохранившимися в прижизненном положении *in situ*, т.е. на месте произрастания растений? Чтобы ответить на этот вопрос, нужно вспомнить о климате.

В конце пермского периода климат почти по всей Земле был засушливым. Русская платформа принадлежала в то время к семиаридному поясу. Следы былой сухости видны повсюду: это и мощные красноватые, которые могли образоваться только за счет своеобразного аридного литогенеза, и золотые отложения, и палеотакеры (покрытые трещи-

нами отложения высохших временных водоемов), и бессточные впадины с периодически пересыхающими озерами (такие водоемы называют плайевыми), которые заполнялись специфическими осадками — равнинным пролювием [3]. Аридность климата подтверждается также многими морфологическими признаками наземных растений, например шипами по краям листьев и длинными трихомами на поверхности эпидермы. Те и другие имеются и у нынешних растений из засушливых зон и помогают выжить в жарком и сухом климате.

В этих неблагоприятных условиях древние растения добывали воду так же, как современные представители растительности аридных и семиаридных областей Земли. Одни вегетировали только в периоды сезонных увлажнений, в основном — весной, успевая развить довольно густую приповерхностную сеть тонких корешков, которые эффективно поглощали воду, когда выпадали дожди. Такая жизненная стратегия свойственна современным эфемероидам (растениям с коротким вегетационным периодом), покрывающим пыльным ковром пустыни и полупустыни в периоды сезонных дождей. То, что в татарское время существовала отчетливая сезонность, подтверждается и наличием годовых колец в древесинах, обнаруженных в верхнепермских отложениях, в том числе в Котельниче. В породах верхней перми довольно часто попадаются также остатки приповерхностных обильно ветвящихся корней. Встречаются они и в котельническом разрезе, как правило — в более песчаных прослойках глинистой толщи. «Приверженцами» такой стратегии, очевидно, были татарские птеридофиты — в основном хвощи и папоротники, а также некоторые пте-



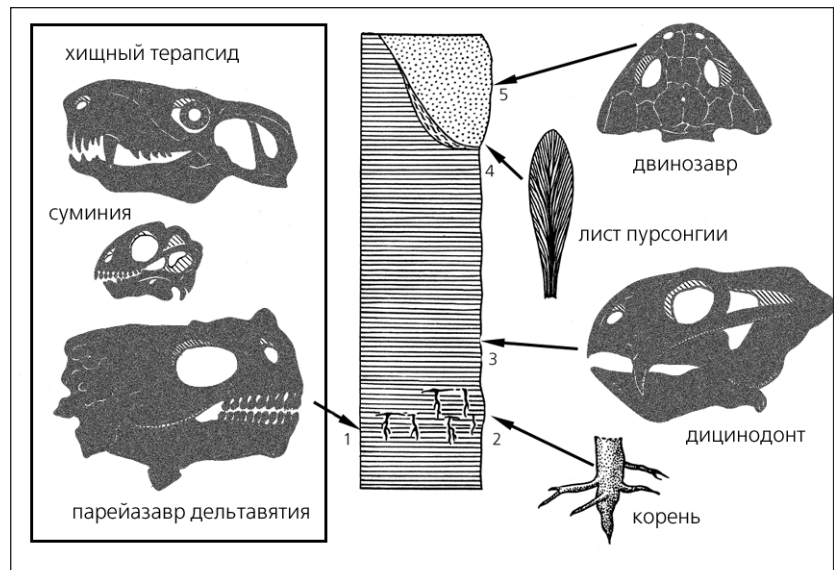
Листья растения *Acanthopteridium spinimarginalis* (слева) и их микроструктура. По краям листьев видны шипы — признак, характерный для растений засушливых зон.

ридоспермы, т.е. наиболее примитивные голосеменные растения.

Жизнь других наземных растений татарского времени в меньшей мере зависела от атмосферных осадков. Даже в экстремально засушливые сезоны живительная влага поглощалась из глубин почвы длинными вертикальными корнями (такие растения в научной литературе называют фреатофитами), подобно тому, как добывают воду нынешние обитатели аридных областей, к примеру саксаул, высасывающий грунтовую воду 10–11-метровыми корнями. К этой группе ископаемых растений относятся те, которые имели корни типа *R. sukbonensis*, довольно часто встречающиеся в татарских отложениях обширной территории Русской платформы — от бассейна Камы и Волги до Архангельской обл. Корни, найденные в известковистых прослоях нижней части толщи верхнепермских пород в Котельниче, принадлежат тому же типу.

Кальцитовые корочки вокруг корней *R. sukbonensis* и даже мощные прослои карбонатов в корненосных слоях могли образоваться в аридных условиях того времени. При интенсивном испарении влаги из почвы содержащиеся в ней соли кальция обычно оседают на частицах грунта и облекают сначала тонкими, а потом все более и более мощными корками все, что находится в приповерхностном слое, включая и корни. Так постепенно они «одевались» карбонатной рубашкой и в позднепермское время.

Обратимся теперь к предмету научных споров о Котельниче — проблеме образования этого местонахождения. В нижних частях его глинистой толщи имеются прослои калькретов и сероцветов. Последние представляют собой погребенные палеопочвы, а между ними

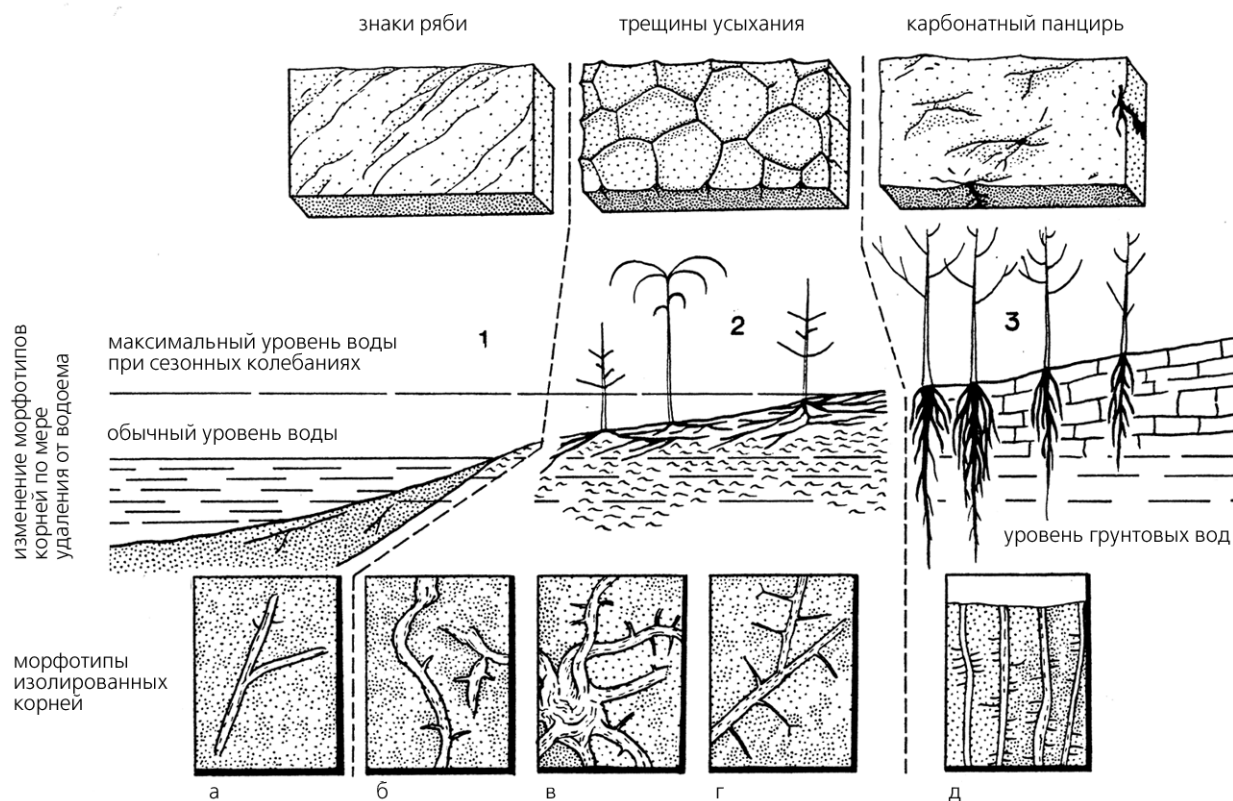


Обобщенный разрез верхнепермских (татарских) отложений у г.Котельнич. Горизонты, в которых найдены остатки животных и растений, отмечены цифрами; стрелками указаны слои, содержащие окаменелости земноводных (двинозавра), рептилий (дельтаватии, суминии, дицинодонта, хищного терапсида) и высших растений (корни *Radicites aff. sukbonensis* и остатки листьев пурсонгии).

залегают прибрежные и мелководные отложения. К ним, кстати, приурочены остатки парейазавров (*Deltavjatia*) и других рептилий из Котельнича. Видимо, ящеры паслись в зарослях растений с корнями типа *R. aff. sukbonensis* и время от времени попадали в топкие участки с глинистой жижей, покрытой подсохшей от постоянной жары корочкой. Именно там парейазавры увязали и погибали, эти топкие места стали их могилкой. Такой вывод подтверждается тем, что многие из них оказались захороненными в прижизненном положении: с подогнутыми ногами, лежащими на боку с запрокинутой головой и т.д. К трупам парейазавров подбирались мелкие хищники и падальщики, которые тоже нередко попадали в ловушки из вязкой глинистой грязи и которых обнаруживают в Котельниче. По мере увлажнения климата береговая линия

приближалась к уже начавшему формироваться естественному могильнику. Прибрежные растения с мощными вертикальными корнями исчезли, им на смену пришла растительность из эфемероидов с многократно ветвящимися горизонтальными корешками. Скорее всего это были птеридофиты и пурсонгии (пельгаспермовые голосеменные). Листья пурсонгий и споровых растений (в основном хвощей) найдены в Котельниче, а также в других разрезах примерно того же стратиграфического уровня — в глинистых сероцветных линзочках из тонкослоистых озерных или прибрежных отложений [4].

Песчаные линзы в верхней части котельнического разреза сформированы скорее всего отложениями двух видов — речными и эоловыми. Первые возникли за счет выноса песка из рек, впадавших в мелковод-



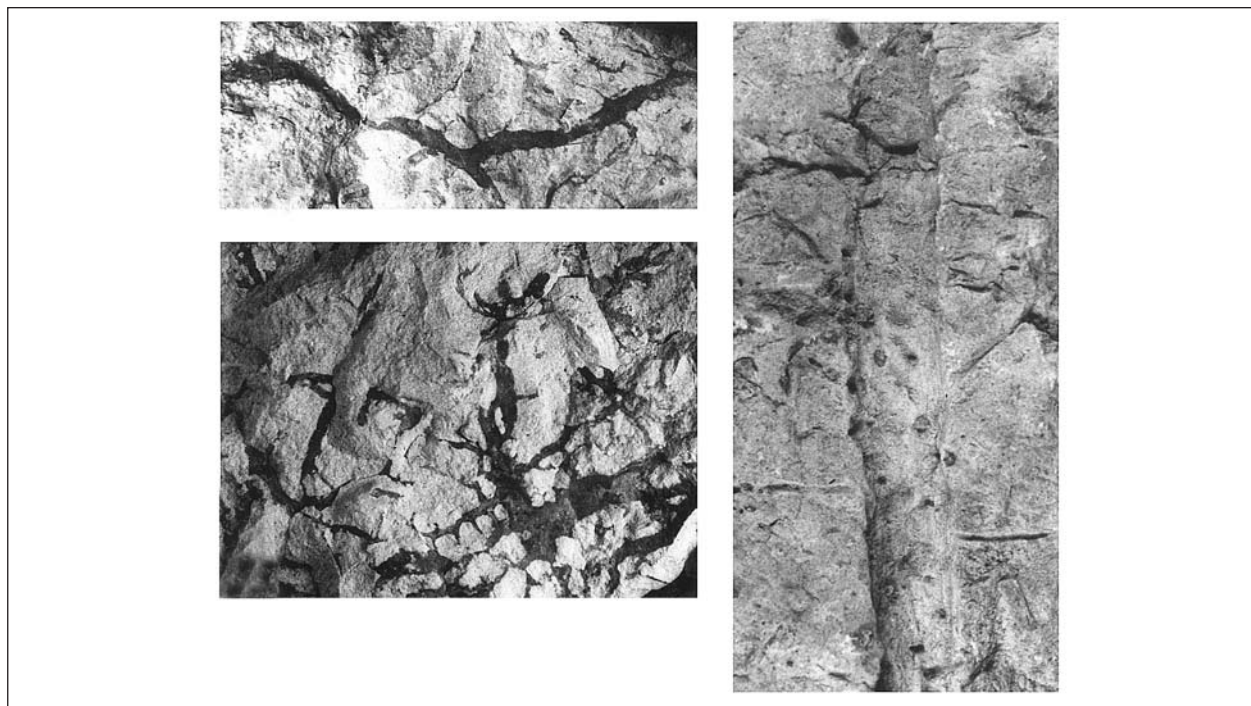
Реконструкция растительных сообществ Русской платформы в позднеатарское время. Мелководную зону (1) с характерными для нее отложениями, иногда сохраняющими знаки ряби, занимали, видимо, водоросли. От них не осталось почти никаких следов, а редко встречающиеся здесь тонкие корешки (а) попали сюда из размывших почв более дальних мест. В следующей, периодически пересыхающей, зоне (2) произрастали эфемероиды с приповерхностными разветвленными корнями разных морфологических типов (б, в, г). Остатки таких корней обнаружены и в палеотакырах — древних почвах, поверхность которых покрыта трещинами усыхания. Вдали от берега, куда не доходила вода даже в периоды ее максимального уровня, развивалось сообщество фреатофитов — растений, которые поглощали глубоко залегающую грунтовую воду мощными длинными корнями (д). Их остатки встречаются в виде кальцитовых трубок в породах с карбонатными панцирями. Такие же окаменелые части корней в соответствующих слоях найдены в котельничском разрезе.

ные, но обширные озера, а вторые — благодаря образованию дюн (по сути это и есть ископаемые дюны).

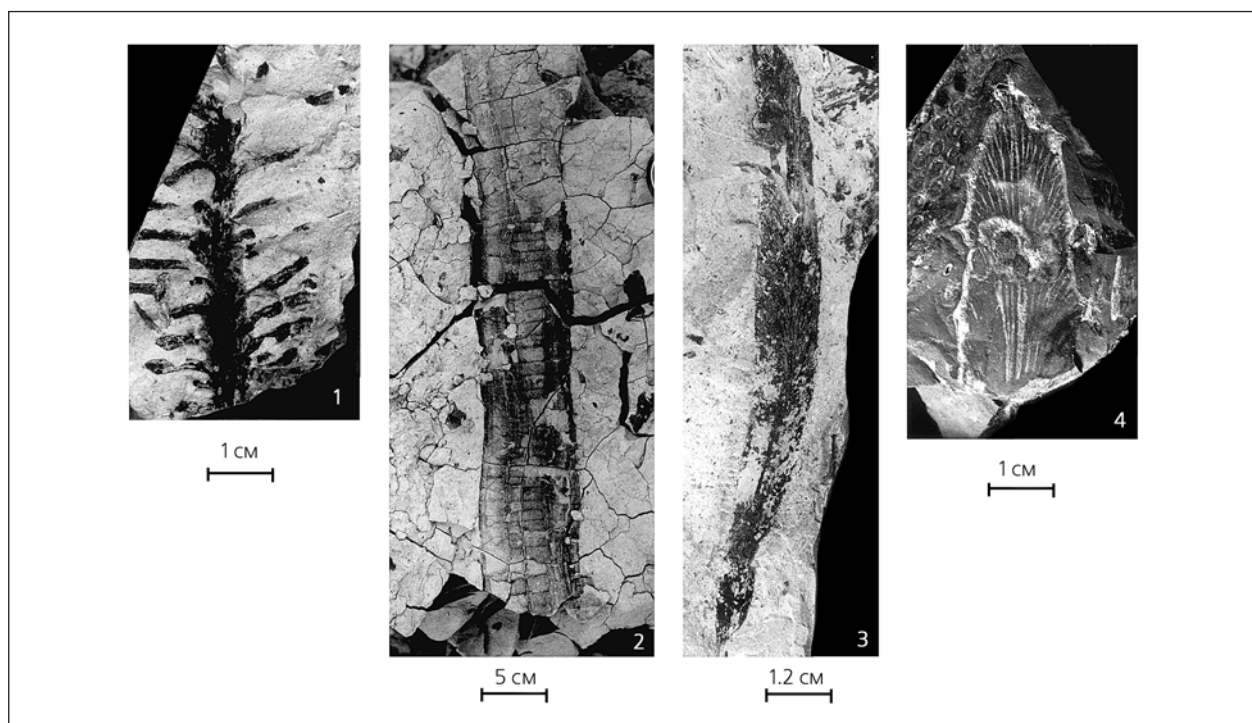
Итак, если учитывать строение котельничского разреза, характер сохранности животных, распределение палеопочв и корневых остатков ископаемых растений, можно понять, что представляли собой местные ландшафты позднепермского времени. Это были бессточные котловины с мелководными, периодически пересыхающими озерами,

берега которых покрывали хвощи, папоротники и птеридоспермы. Такие ландшафты были характерны почти для всей Русской платформы, включая нынешний бассейн Вятки, и даже для Приуралья. Подтверждением этого служит широкое распространение комплекса отложений с характерными карбонатными прослоями, в которых заключены корни *R. sukbonensis* и близких типов, а также глинистых толщ с тонкими корешками эфемероидов.

Однако существует и иной взгляд на возможную реконструкцию ландшафтных особенностей Русской платформы в татарском веке. М.Г.Миних, например, приводил доводы в пользу существования там очень крупного морского бассейна [5]. Основным доказательством своего мнения он считал присутствие остатков крупных акул в отложениях татарского яруса. Но хорошо известно, что многие из ископаемых акул (например, род *Pleuracanthus* и представители



Остатки корней высших растений из татарских отложений Русской платформы. Тонкие горизонтально ветвящиеся корни (левый ряд), возможно, принадлежали эфемероидам, а вертикальные корни типа *Radicites sukbonensis*, обнаруженные в палеопочвах с карбонатными панцирями, — фреатофитам. Размер дан в натуральную величину.



Побеги и листья наиболее типичных позднепермских растений из татарских отложений Русской платформы. На побеге хвойного растения гейниции (1) видны листья-иголочки, а на побеге артизии (2) — поперечная сегментация; листья пельтаспермового голосеменного растения пурсонгии (3) и акантоптеридиума (4) сохранились в виде отпечатков.



Позднетатарский ландшафт Русской платформы четверть миллиарда лет назад. Берег покрыт эфемероидами и другими сезонно вегетирующими растениями. На переднем плане — пурсонгия, на побеге которой видны пережимы, возникающие из-за сезонных перерывов роста.

других родов, во множестве находимые в пермских отложениях Западной и Центральной Европы), как и некоторые современные акулы, весьма хорошо приспособлены к жизни в относительно небольших пресноводных и солоновато-водных водоемах. По всей видимости, в таких же условиях могли жить и татарские акуловые (эласмобранхий).

Здесь уже шла речь о палеопочвах, корнях и других остатках высших растений. Теперь можно попытаться сделать набросок древней растительности. При ее реконструкции используют понятие «катена» (введенное в палеоботанику В.А.Красиловым), т.е. последовательность растительных группировок, или ассоциаций, сменяющих друг друга

по мере удаления от бассейна или водотока в зависимости от изменения высотности.

Позднетатарская катена Русской платформы и Приуралья состояла из двух основных сообществ [2]. Первое из них, прибрежное, представлено членистостебельными, или хвощеобразными. Их остатки формально относят к нескольким родам (*Paracalamites*, *Phyllotheca*, *Paracalamitina*), но скорее всего это разные части одного и того же растения [6]. Судя по довольно крупным фрагментам побегов, около 2—3 см толщиной, попадающихся в сероцветных линзах у Котельнича, они могли достигать высоты в полтора—два метра. Эти родственники современных хвощей были похожи на них и экологически — образовывали монодоминантные заросли по берегам

временных и постоянных водотоков и водоемов.

Кроме членистостебельных в той же ассоциации в оазисах по берегам озер и рек произрастали редкие папоротники и пельтаспермовые птеридоспермы с длинными ланцетовидными листьями и женскими семеносными органами в виде дисков.

Растительное сообщество, в котором доминировали членистостебельные и пельтаспермовые, составляло первое звено катены и, по всей видимости, служило основным прибежищем и кормовой базой для наземных позвоночных татарского века.

Во втором звене татарской катены преобладали фреатофиты — растения с длинными корнями. Это были голосеменные, скорее всего — хвойные.

Из них в Котельниче встречались, видимо, представители только одного рода хвойных — *Geinitzia* — древесных растений с узкими игольчатыми листьями. Вероятно, ископаемые древесины, попадающиеся и в Котельниче, и в других местонахождениях татарской биоты, принадлежат именно этим хвойным.

Очень редко в Котельниче встречаются листья еще одного интересного пермского растения — *Rhipidopsis*. Его дланевидно рассеченная листовая пластинка немного напоминает листья современного каштана. В моей коллекции есть только один отпечаток такого листа, переданный мне для изучения палеонтологами из Котельнического музея.

Возможно, рипидопсисы произрастали между зонами распространения эфемероидов и фреатофитов и были очень немногочисленными.

Судя по всему, сухость климата на границе перми и триаса достигла апогея. Реки и озера периодически пересыхали, но все же были источником жизни и для растений, и для животных. Развивались карбонатные панцири, среди которых то тут, то там торчали толстые и приземистые стволы хвойных — гейниций. И только в периоды сезонных дождей уровень воды в реках и озерах поднимался, пустынный ландшафт на короткое время оживал: низины по берегам эфемерных водоемов покрывались пышным ковром

птеридофитов, в основном хвощей и папоротников. Начинался сезон размножения и у растений, и у животных.

Представленная здесь картина далеко не полна, чтобы целиком реконструировать позднепермские ландшафты и биоту. Надеюсь, их изучение на этом не остановится, а исследованию палеопочв будет уделено особенно пристальное внимание. Крайне необходимо разработать систематику и таксономию ископаемых корней — ведь именно они помогли разгадать тайну Котельнича. ■

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований. Проект 00-05-65257.

Литература

1. *Очев В.Г.* Таинственный Котельнич // Природа. 1995. №2. С.53—59.
2. *Арефьев М.П., Наугольных С.В.* // Палеонтол. журн. 1998. №1. С.86—99.
3. *Твердохлебов В.П., Твердохлебова Г.Н., Гоманьков А.В.* Ландшафтные особенности Южного Предуралья в позднеатарское время // Палеофлористика и стратиграфия фанерозоя. М., 1989. С.175—177. Препринт Геол. ин-та РАН.
4. *Гоманьков А.В.* // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1997. Т.5. №4. С.3—12.
5. *Миних М.Г.* О генезисе татарских красноцветов Русской платформы // Палеофлористика и стратиграфия фанерозоя. М., 1989. С.139—141. Препринт Геол. ин-та РАН.
6. *Наугольных С.В.* Сравнительный анализ пермских флористических комплексов стратотипического региона (Среднее Приуралье) и кожимского разреза (Печорский бассейн) // Урал: фундамент. пробл. геодинамики и стратиграфии. М., 1998. С.154—182.

В снежном покрове на Южном полюсе американские ученые обнаружили бактерии, способные размножаться при температуре -12°C .

Судя по результатам исследования ДНК, эти бактерии принадлежат к роду *Deinococcus*, представители которого известны исключительной устойчивостью к космической радиации и полному отсутствию влаги. Скорее всего способность антарктических бактерий размножаться в экстремальных условиях связана с большим набором хромосом

и разнообразием ферментов, которые устраняют повреждения в ДНК.

Sciences et Avenir. 2000. №645. P.36 (Франция).

Катастрофическое наводнение 2000 г., вызванное сильными продолжительными дождями и разливом р.Меконг, было крупнейшим для ряда стран Юго-Восточной Азии после 1961 г. Отступившие воды оставили без крова 6.5 млн жителей Лаоса, Таиланда, Камбоджи и Вьетнама. В Камбодже наводнение размывало 700 км дорож-

ной сети и мостов, разрушило почти 1000 школ, 121 медицинское учреждение, уничтожило 296 тыс. га рисовых посевов. Во Вьетнаме из-за несчастных случаев, связанных с наводнением, пострадало 320 человек, три четверти из них - дети. В этой же стране при сходе воды возникла новая угроза: в четырех провинциях было отмечено массовое нашествие желтых улиток, что вызывает большие потери в урожае риса.

Geotimes. 2000. V.45. №11. P.36 (США).

Котельниче

Измерены колебания диаметра переменной звезды

Д.З.Вибе,

кандидат физико-математических наук
Москва

К числу основных астрофизических проблем относится определение расстояний до космических объектов. Для этой цели широко применяются «стандартные свечи», т.е. объекты, яркость которых можно найти тем или иным способом, не зная расстояния. Затем, сравнив видимый блеск объекта с его рассчитанной яркостью, можно установить расстояние до него, а значит, и до системы, в которой он находится (звездного скопления, галактики).

Цефеиды — основные индикаторы расстояния [1]. Это звезды переменной яркости, для которых известны зависимости между средними светимостями и периодами колебаний яркости (от нескольких суток до нескольких недель). В качестве «стандартных свечей» цефеиды очень популярны, так как их можно наблюдать на достаточно больших расстояниях. В частности, они активно используются для уточнения постоянной Хаббла — коэффициента пропорциональности, связывающего скорость удаления галактики с расстоянием до нее (закон Хаббла). Кроме того, по цефеидам калибруются вторичные индикаторы, с помощью кото-

© Д.З.Вибе

рых находят расстояния до более далеких объектов.

Но чтобы прокалибровать сами цефеиды, необходимо независимо определить расстояния хотя бы до некоторых из них. До сих пор в астрономии имелся лишь один способ непосредственного измерения расстояния до звезды — метод тригонометрических параллаксов. Он заключается в измерении угла между видимыми направлениями на звезду в двух противоположных точках земной орбиты. К сожалению, к цефеидам этот метод применим с большим трудом, так как параллактические смещения даже самых близких из них пока находятся на пределе чувствительности угловых приборов.

Ш.Кулкарни из Калифорнийского технологического института и его коллеги впервые успешно продемонстрировали возможность независимого определения расстояний до цефеид. Их способ основан на том, что у этих звезд колеблется не только яркость, но и радиус [2]. Наблюдения доплеровского смещения линий в спектре звезды дают зависимость скорости ее расширения и сжатия от времени. Интегрируя эту зависимость, можно получить вариации диаметра звезды в линейных

единицах (например, километрах). Сопоставление вариаций с изменениями углового диаметра дает непосредственное геометрическое значение расстояния до цефеиды.

Но как измерить изменение углового диаметра объекта, который даже в самые мощные современные телескопы представляется точкой? На помощь приходит интерферометрия. Угловое разрешение телескопа непосредственно связано с диаметром его объектива. Чем больше диаметр, тем выше разрешение. Бесконечно увеличивать диаметр объектива невозможно, но с помощью интерферометрических методов два или несколько телескопов, разнесенных на значительное расстояние, можно объединить в один инструмент с эффективным «диаметром» объектива, равным расстоянию между самыми удаленными телескопами. Метод этот давно и успешно применяется в радиоастрономии, но в оптическом диапазоне изготовление интерферометра связано с технологическими трудностями, преодоление которых только начинается.

Кулкарни и его коллеги проводили наблюдения на Паломарском испытательном интерферометре, который со-

ставлен из двух 40-сантиметровых телескопов, разнесенных на расстояние 110 м. Чтобы избежать искажений, связанных с атмосферной турбулентностью, наблюдения велись в инфракрасном диапазоне, где ее влияние не столь велико. Объектом наблюдений была звезда ζ Близнецов, одна из ярчайших цефеид в Северном полушарии. Ее угловой диаметр приблизительно равен $0.0015''$ с ожидаемыми колебаниями порядка 10%. Хотя наблюдения этой и других цефеид на оптических интерферометрах уже проводились, до сих пор надежно измерить вариации диаметра не удавалось.

В результатах, полученных американскими учеными, пре-

красно просматривается изменение диаметра звезды с предсказанной амплитудой, периодом 10.2 сут, который совпадает с периодом цефеиды и находится практически в фазе с колебаниями блеска. Сопоставив изменения углового и линейного диаметров, Кулкарни с коллегами рассчитали, что расстояние до звезды составляет 1100 св. лет, что прекрасно согласуется с предварительными оценками, полученными с помощью европейского астрометрического спутника «Hipparcos», а также другими методами.

Паломарский испытательный интерферометр — как следует из его названия — предназначен в основном не

для научных наблюдений: на нем отрабатываются методические и технические решения, используемые затем при конструировании крупных оптических интерферометров. С его помощью можно опередить расстояния лишь до нескольких цефеид. Однако проверенную методику, очевидно, начнут применять на интерферометрах с большим разрешением, ввод которых ожидается в ближайшее время. Авторы работы уверены, что в следующие несколько лет проверенный ими метод позволит измерить расстояния до нескольких десятков цефеид и надежно прокалибровать соотношение период—светимость. ■

Литература

1. *Рассторгуев А.С., Дамбис А.К.* Шкала расстояний во Вселенной // Земля и Вселенная. 2000. №1. С.37—47.
2. *Lane B.F., Kulkarni S. et al.* // Nature. 2000. V.407. №6803. P.485.

Новые «показания» Эцти

Уже 10 лет, как во льдах Эццатальских Альп туристы случайно наткнулись на мумию человека эпохи неолита. Окончательно установив, наконец, территориальную принадлежность находки (мумию обнаружили всего в 93 м к югу от австрио-итальянской границы), тело поместили в холодильник Южно-Тирольского археологического музея в Больцано¹.

Как свидетельствует внешнее описание находки, рядом с телом, пролежавшим во льду 5200 лет, был обнаружен медный топор — вещь по тем временам драгоценная, указывающая на высокое социальное положение его владельца. Можно полагать, что он был не простым пастухом, как посчитали сначала, а, скажем, вождем племени. На голове у него — плот-

ная, почти влагонепроницаемая шапочка из травы, очень похожая на те, что носили североитальянские скотоводы еще совсем недавно — в XIX в. На спине и ногах обнаружено нечто вроде татуировки, скорее даже следы акупунктуры (у древних китайцев этот вид терапии вошел в практику двумя тысячелетиями позже). По видимому, этот среднего роста человек, доживший лет до сорока (а это весьма солидный возраст для эпохи неолита), страдал артритом.

В конце сентября 2000 г. группа специалистов по уголовной медицине приняла решение вынуть Эцти из холодильной камеры музея всего на четыре часа, за которые ученые должны были взять для исследования крошечные образцы кости, кожи, зубной и жировой тканей (Science. 2000. V.289. №5488. P.2253. США).

Прежде всего патологоана-

томам предстоит установить, есть ли у мумии какие-либо травматические следы и какова причина смерти Эцти. На это уйдет не один месяц кропотливого труда. В соответствии с одной из гипотез, он просто заснул в горах в состоянии крайнего утомления и замерз, не проснувшись. Однако рентгенограмма показала, что у Эцти переломано несколько ребер. Значит, скорее всего это был несчастный случай. Проверить гипотезу предстоит группе узких специалистов из Уэйк-Форестского университета (Северная Каролина, США). Замечены и некоторые мозговые повреждения, указывающие на возможность инсульта. Но это предположение потребует еще более длительного изучения.

Всеобщий интерес вызывает происхождение Эцти. Еще в 1994 г. генетики провели предварительный анализ митохондриальной ДНК мумии

¹ См.: Эцти дали новое имя и сделали «кинозвездой» // Природа. 2000. №10. С.27.

и сделали вывод, что генетически Эцти наиболее близок к людям, которые ныне населяют Центральную и Северную Европу. Биохимический анализ содержания изотопов стронция и свинца в зубной эмали сравнительно с их содержанием в окружающих мумию горных породах позволит уточнить, где Эцти провел свои детские годы.

Антрополог Х.Зайдлер (H.Seidler; Венский университет) намеревался провести совместную работу с коллегой из перуанского Университета в Арекипе И.Райнхардом (J.Reinhard): дело в том, что в Южно-Американских Андах тоже были найдены мумии; среди них наилучшим образом сохранилась некая молодая индианка, получившая имя Хуанита. Таким образом, появляется возможность путем сопоставления мягких тканей (в особенности содержания в них жирных кислот) прояснить процессы естественной мумификации трупов. Правда, существуют опасения, что организованные перуанцами «гастроли» Хуаниты по двадцати японским городам, могут повредить мумию и исказить результаты последующих анализов.

«След» древнейшего прилива

Австралийский и американский геофизики К.Эрикссон и Э.Симпсон (K.Eriksson, E.Simpson) обнаружили «отпечатки» приливов, происходивших 3.2 млрд лет назад. Скалы, выступающие из русла р.Шеба в Южной Африке, сложены песчаниками, сохранившими слоистость — чередование темных и светлых участков. По мнению специалистов, она соответствует иловым отложениям, которые в ту эпоху формировались здесь приливными течениями из прилежащего моря. По кон-

трастности и ширине полос геофизики вычислили, что период обращения Луны составлял в то время 20 сут (сейчас он равен 27 сут), а орбита ее была близка к круговой. Это дает веский аргумент в подтверждение гипотезы, согласно которой Луна образовалась во время столкновения Земли с другой планетой: если бы Луна была космическим телом, захваченным Землей, то 3.2 млрд лет назад ее орбита была бы скорее эллиптической (Science et Vie. 2000. №999. P.20. Франция).

Трагедия у подножия Алтаря

В самом центре Эквадора находится гора Алтарь. Ее снежная вершина возвышается на 5320 м над ур.м. Несмотря на близость таких известных вулканов, как Котопахи, Пичинча, Антисана, образующих здесь ось Кордильер, Алтарь до сих пор не считался опасным. Во всяком случае последний миллион лет он вел себя смирно.

Но 13 октября 2000 г. Алтарь внезапно показал свой нор. В этот день с его покрытого льдом пика Ла-Монха-Гранде (Большая Монахиня — ей, разумеется, самое место у Алтаря!) откололся каменный блок объемом около 1.5 млн м³. Видимо, это произошло в результате медленного морозного расширения трещины в его относительно непрочной, неоднородной породе. Каменная громада покатила вниз и обрушилась в заледенелое озерко Амарилья, которое заполняет древний плоскодонный кратер. Мощный удар, нанесенный с высоты около 900 м, вызвал первую волну высотой с 12-этажный дом; за нею последовало несколько волн пониже. Из озера выплеснулось около 3 млн м³ воды, которая понеслась по западному склону. Поток подхватил массу камней и почвы,

смыл значительную часть лежащей ниже ледниковой морены. Ворвавшись в долину р.Кольянес, этот сель сбросил в 300 м от озера каменные блоки поперечником до 7 м; метровые обломки прошли полтора километра вниз по течению. На высоте около 4 тыс. м над ур.м. все дно долины покрылось слоем грязи толщиной около 20 м.

Весь этот путь поток пролетел менее чем за 2 мин. Достигнув конца долины, где она сужается, сель еще более ускорился. Он мгновенно снес три из четырех домов поселка, оказавшегося на его пути, и огубил стада коров и лошадей.

Затем грязевой поток достиг р.Бланко и подмыл ее берега на высоте до 30 м. Лишь вступив в относительно равнинную р.Чамбо, он успокоился. В русле этой реки отложился крупный конус выноса пород, который частично ее перекрыл, создав новое озеро. Сель унес 23 человеческие жизни.

Это событие лишний раз показало, что опасность в горных районах, даже не отличающихся активностью недр, может быть вызвана иными причинами. Изучением данного явления занимаются научные сотрудники Геофизического института, Института метеорологии и гидрологии в Кито (Эквадор), а также специалисты из Института исследований в целях развития (Париж).

Bulletin of the Global Volcanism Network. 2000. V.25. №10. P.2 (США).

Сифилис стар как мир

Нет оснований считать моряков Христофора Колумба, а тем более индейцев Центральной Америки, виновными в распространении сифилиса в Европе. Группа археологов из Брэдфордского университета (Великобритания) доказывает, что эта дурная болезнь, тогда

называемая оспой, «бродила» по Старому Свету еще во времена, когда Океан представляли бескрайним.

Под руинами монастыря г.Гулля был найден скелет английского монаха с поражениями костей, характерными для сифилиса (Sciences et Avenir. 2000. №643. P.22. Франция). По данным археологов, похотливый монах умер не позднее 1450 г., когда до открытия Нового Света оставалось еще 42 года. Монастырский погост Гулля (зброшенный в 1530 г.) просто изобилует антропологическими свидетельствами этой болезни; многие из более поздних скелетов несут на себе следы весьма значительных патологий.

Птицы, впадающие в спячку

В австралийском лесу трудно заметить совиного лягушкорота (*Podargus striquoides*). Эти крупные птицы — настоящие мастера камуфляжа: оперение делает их почти неразличимыми на коре деревьев. По мнению Г.Кёртнера (G.Körtner; Университет Новой Англии, Армидейл, Австралия) и его коллег, птицы скрываются таким способом, чтобы просто спокойно спать на деревьях. Однако после проведенных исследований было установлено, что совиный лягушкорот в зимний период впадает в спячку (Sciences et Avenir. 2000. №645. P.44. Франция).

До работы Кёртнера считалось, что зимняя спячка характерна лишь для мелких птиц массой до 80 г., при этом температура их тела снижается до минимума, что позволяет избежать энергетических потерь.

Масса же совиного лягушкорота варьирует от 500 до 800 г. Таким образом, получены убедительные доказательства, что состояние спячки присуще и весьма крупным птицам, что заставляет считать такую жизненную стратегию более распространенной в мире пернатых, чем полагали ранее.

По следам царицы Савской

Была ли в истории царица Савская, известная также как Македа и Билкис? Возможно, ответить на этот вопрос позволит возобновление археологических раскопок на севере Йемена, в селении Маргам Билкис у г.Мариб. Здесь группой археолога Б.Гланцмана (B.Glanzman; Университет Калгари, Канада) обнаружено достаточно крупное скрытое под землей строение, датированное 1500 г. до н.э. (Sciences et Avenir. 2000. №645. P.40. Франция).

Как свидетельствует Библия, царица Савская во главе каравана, груженного золотом и пряностями, отправилась в Иерусалим на встречу с царем Соломоном. У царя и царицы родился сын Менелик. По легенде он стал основателем эфиопской монархии.

Жук и гусеница «пугающее» астронома

Когда в 1996 г. астрономы Стюардской обсерватории решили построить на горе Грейам (штат Аризона, США) три новых телескопа, сторонники защиты природы немедленно воспротивились: предполагавшаяся вырубка 3,5 га леса, по их мнению, грозила неисчисли-

мыми бедами. Сведение леса может лишить пищи и привычной среды обитания подвид красной белки, занесенный в Красную книгу¹, а склоны этой горы — единственное в Северной Америке место, где он встречается. Все же астрономам удалось в суде доказать, что вырубка коснется очень небольшого участка, и теперь, когда уже возведены три телескопа и достраивается Большой бинокулярный (стоимостью 83 млн долл.), какого-либо серьезного ущерба белкам не нанесено.

И вдруг в 1998 г. новый сигнал тревоги: на еловый лес, покрывающий склоны, напала бабочка пяденица (семейство Geometridae). За короткий срок прожорливые гусеницы обнажили деревья на 177 га (а лес занимал там всего-то 800 га). Ослабленные деревья стали жертвой еще и короеда (*Scolytisae*). В итоге мертвым оказался хвойный лес на площади более 295 га, а около 16 тыс. деревьев считаются зараженными вредителями. По мнению дендролога-энтомолога Кэрл Бойд (C.Boyd; Лесная служба США), в течение ближайшего года три четверти вершинного леса на горе Грейам погибнет (Science. 2000. V.230. №5491. P.443. США).

Причина внезапного распространения пяденицы и короеда еще не ясна. Но в любом случае будет не только нанесен существенный ущерб популяции белки, но и затруднено получение права на строительство еще четырех телескопов, о чем просила Стюардская обсерватория.

¹ См.: Война с астрономами из-за белок // Природа. 2001. №5. С.32.

Святилища Вайгача

П.В.Боярский, М.В.Глазов

Морская арктическая комплексная экспедиция (МАКЭ) отправлялась в августе 2000 г. на о.Вайгач не в первый раз. Основная задача МАКЭ — выявлять и описывать памятники истории, культуры и природы в Российской Арктике. А на Вайгаче таких объектов, пожалуй, больше, чем на всех других северных островах вместе взятых. С незапамятных времен коренные жители этого региона с большим трудом — на утлых лодках или вплавь на нартах с оленями — добиралась сюда поклоняться своим многочисленным божествам.

Этот небольшой остров (его площадь 3,4 тыс. км²) с запада омывается водами Баренцева моря, а с востока — Карского. От материка он отделен узким проливом Югорский Шар, а от Новой Земли — проливом Карские Ворота. Сильные приливно-отливные течения и льдины даже в разгар лета затрудняют путь с материка на остров. Его ландшафты разнообразны и живописны. Западные берега сильно изрезаны, здесь много бухт и небольших галечных пляжей, а вблизи разбросаны большие и малые острова. Со стороны Карского моря берег скалист и об-



Петр Владимирович Боярский, доктор исторических наук. Заместитель директора Научно-исследовательского института культурного и природного наследия им.Д.С.Лихачева Министерства культуры РФ и РАН. Организатор и руководитель Морской арктической комплексной экспедиции, с 1986 г. работающей на Новой Земле, Земле Франца-Иосифа, Соловецком архипелаге, островах Вайгач, Колгуев и др.



Михаил Васильевич Глазов, кандидат географических наук, старший научный сотрудник Института географии РАН. Занимается биогеографическими проблемами арктических экосистем. Принимал участие в экспедициях на Новую Землю, Шпицберген, Таймыр и др.

рывист, покрыт густой сетью рек, имеющих глубокие долины.

С юго-востока на северо-запад протянулись две гряды, высотой не более 170 м над ур.м., но именно они создают неповторимый горный облик этого острова: скалы, порож-

стые реки в глубоких каньонах с многочисленными водопадами и более 4 тыс. озер, многие из которых лежат среди утесов. Однако большая часть территории пологая и занята тундрами и болотами. Сложный рельеф делает труднодоступными многие места,

©П.В.Боярский, М.В.Глазов

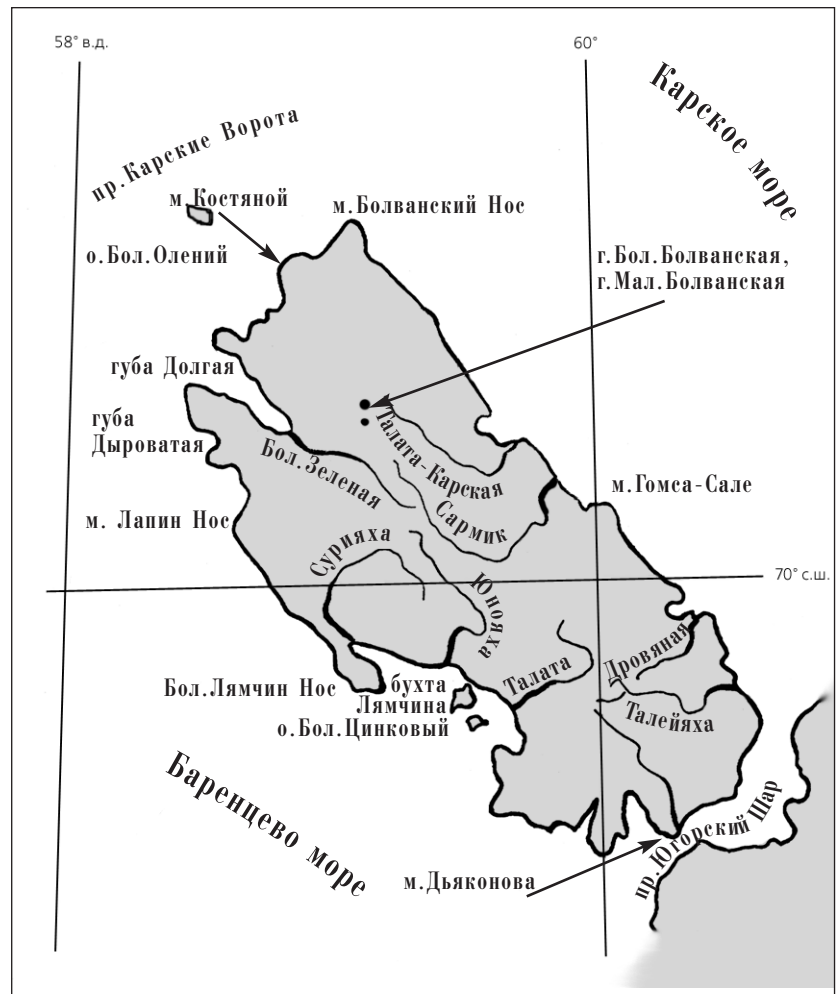
которые практически не посещаются людьми. Затруднен здесь и выпас оленей из-за каменных гряд и глубоких каньонов в долинах рек.

Разнообразие мест обитания, большое число озер и малолюдые привлекают сюда множество птиц. На Вайгаче находится одно из самых массовых гнездовых водоплавающих птиц в западном секторе Российской Арктики. Однако более всего слово «самый» подходит к святилищам острова.

Сакральный остров

Ненецкая легенда гласит, что в древности никакого острова на месте Вайгача не было, но «вскоре потом явился на берег моря утес, который все рос и, наконец, образовался наподобие человека. С тех пор, пораженные таким чудом, они стали веровать в его содействие при болезнях и промыслах и приносить ему в жертву целых оленей» [1]. Не случайно ненцы называли Вайгач — Хэбидя Я (Святая Земля). На острове находились святилища их основных божеств, «дети и внуки» которых «разошлись» по широким просторам территории — от Белого моря на западе до Енисея на востоке, от Новой Земли и о.Белый на севере до бассейна рек Ижма, Кожва, Аган на юге.

Первоначально почитались два идола — Вэсако (Старик) и Ходако (Старуха). Глава всех хегов (божеств) Вэсако «жил» на крайнем юге острова, на Болванском мысу (современный мыс Дьяконова). Это была деревянная фигура с семью лицами, в окружении целой свиты из 400 небольших деревянных идолов, которые изображали мужчин, женщин и детей, и 20 каменных. Начальник английской экспедиции, высадившейся на Вайгаче в 1556 г., С.Барроу увидел их



Карта-схема о.Вайгач.

с окровавленными глазами и ртами — самоеды «кормили» идолов оленьей кровью во время жертвоприношений. Рядом с Вэсако, в скале, обрывающейся в море, находилась пещера, откуда якобы слышался страшный вой, вселявший в самоедов суеверный страх [2]. На севере Вайгача, на мысу Болванский Нос, «жила» Ходако, представлявшая собой каменную глыбу, похожую на человеческую фигуру с заостренной головой. Ходако была матерью земли и покровительницей промыслов. Кроме того, на севере острова, на Большой Болванской горе, располагалось святилище верховного ненецкого бога Нума, а рядом с ним, у скалы с расщелиной, — Неве-Хеге (Мать Бо-

гов). Последние два святилища стали известны европейцам намного позднее, поскольку находилось вдали от побережья, в труднодоступном месте.

У Вэсако и Ходако было четыре сына, которые затем разошлись по просторам тундры: Нью-Хег — небольшой утес на Вайгаче; Миннисей — гора Константинов Камень на Северном Урале, Ялмал — полуостров на западной стороне Обской губы и Козьмин перелесок на п-ове Канин. Во всех этих местах существовали святилища, которые были вторичными по отношению к главным.

Впервые святилища Вайгача были описаны участниками упомянутой английской экс-



Малый Болванский Нос на севере Вайгача — место расположения древнего святилища, посвященного Ходако (Старухе).

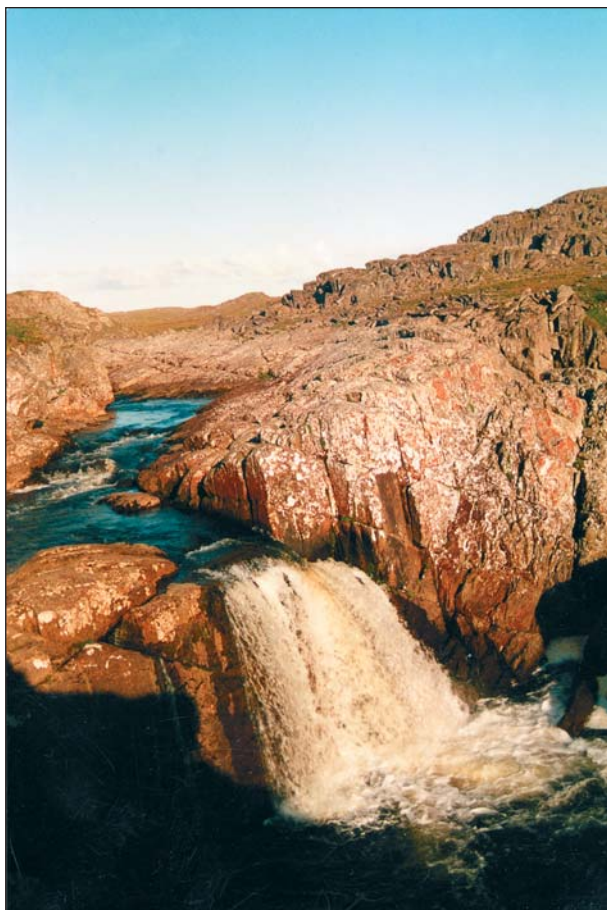
Здесь и далее фото М.В.Глазова



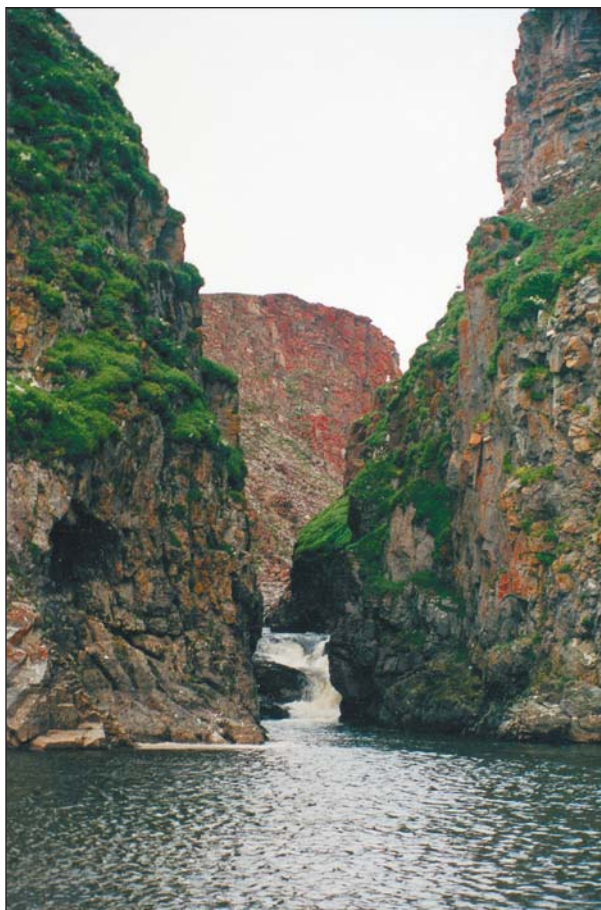
Кости жертвенных оленей на месте святилища Вэсако.



Деревянные идолы на святилище бога Нга.



Водопад на р.Талата.



Каньон р.Юнояха.

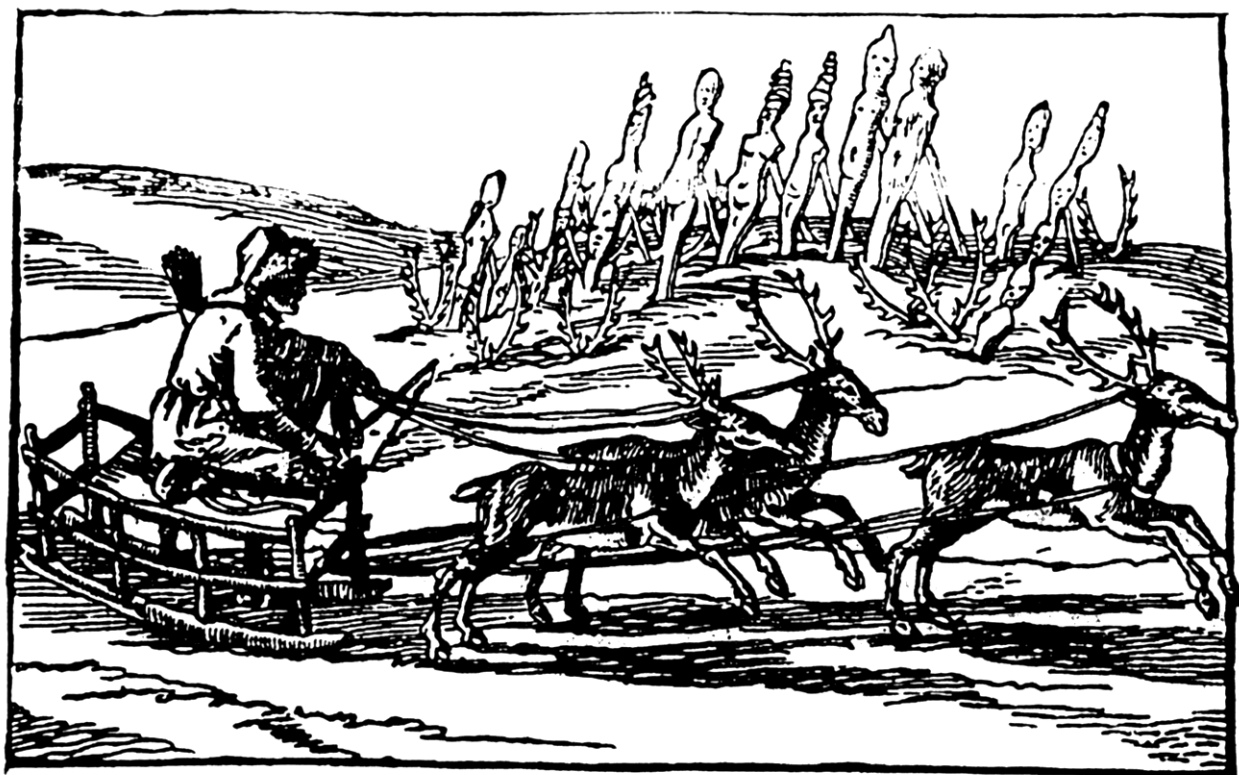
педиции С.Барроу, а затем — голландской экспедиции В.Барренца (1594—1595). Но наиболее полную картину святилищ Вайгача и обрядов ненцев оставил нам архимандрит Вениамин, возглавлявший в 1825—1827 гг. миссию, во время которой многие культовые места были уничтожены: «После крещения самоедов в Югорском Шаре, близ Вайгача, идол Вэсако, со всеми прочими истуканами и с многочисленными привесками, был сожжен самими самоедами, при управляющем миссией, и на самом том месте, по освещении его св. водою, водружен животворящий крест Христов» [3].

К сожалению, путешественники, посещавшие Вайгач, нередко считали своим долгом

унести с собой побольше «сувениров» — предметов, связанных с атрибутикой жертвоприношений. Несмотря на разрушение и разграбление святилищ, многие ненцы сохраняли анимистические представления, продолжали верить своим богам. Биолог А.И.Шренк, побывавший на Вайгаче в 1837 г., писал, что ненцы избрали для жертвоприношений другое место, неподалеку от креста, где снова установили своих деревянных идолов [4]. Через 40 лет Н.А.Э.Норденшельд нашел на святилищах новые фигуры [5].

После уничтожения святилищ на южном побережье основное место жертвоприношений переместилось на Большую Болванскую гору в северной части острова. Вот

как художник А.А.Борисов, первый из европейцев попавший на здешние святилища Неве-Хеге и Нума, в 1898 г. описывает свои впечатления от встречи с ними: «Перебравшись за последнюю преграду — Божескую реку (Хай-Яга), — мы поехали в гору. Здесь по склону еще кое-где лежал снег и нам, лавируя затайливыми зигзагами, удалось ехать довольно сносно по этому снегу, хотя очень рыхлому и, конечно не державшему оленей. Не доезжая версты три до главной святыни, мы остановились у предверия самоедской Мекки. Я опрометью бросился осматривать эти интересные места и наткнулся между скал на огромную грудку идолов. Она была так велика, что если бы по-



Знаменитое святилище Вэсако (Старик) — хозяина острова, на Болванском мысу (мыс Дьяконова) на юге Вайгача. (Со старинной голландской гравюры на меди.)

требовалось перевезти ее на другое место, то пришлось бы нагрузить 30—40 возов. Кругом божеств, в особенности с западной стороны, лежало множество оленьих черепов с рогами и черепов белого медведя. За несколько шагов от них попадались огромные кучи топоров, ножей, цепей, обломков якорей, очевидно взятых с судов, потерпевших аварии, гарпунов, обломков от ружей и замков, пуль и проч., и проч. Сюда самоеды едут за тысячи верст, чтобы здесь, у подножия властелина полярных пустынь, принести в жертву оленя и кровью его окропить святию. Очень многие думают, что они теперь этого уже не делают, но они жестоко ошибаются: самоеды также чтут своих «хавев» и «сядзев», как и в былое далекое время. Свидетельством этому служили глаза, уши

и губы только что убитых оленей и кровь, только что засохшая на некоторых богах» [6].

В древности остров от вторжения чужеземцев охраняли вооруженные люди, так называемые дикие ненцы. Рядом со святилищами запрещалось охотиться и даже срывать цветы. Постоянного населения не было, и Вайгач берегли как «священный остров» до начала XX в. В последующие годы святилища подверглись дальнейшему разорению, а после Октябрьской революции ненцы, жившие на материке, перестали их посещать. Таким образом, состояние основных святилищ Вайгача по письменным источникам можно проследить на протяжении пяти веков.

Однако сравнительно недавние археологические исследования (1984—1987) показали, что многие святилища

Вайгача имеют еще более древнюю историю. В местах, где они находятся, были обнаружены предметы, датированные III—II вв. до н.э. Значит, их посещали люди, обитавшие на этой территории задолго до ее заселения ненцами в X—XI вв. [7]. А с 1986 г. святилища Вайгача начала изучать Морская арктическая комплексная экспедиция [8, 9], в задачу которой в последние годы входит создание системы особо охраняемых территорий в Российской Арктике. Археологи этой и предыдущей экспедиций впервые обнаружили на острове орудия каменного века.

До последнего времени большинство святилищ Вайгача не было нанесено на карты, они не были исследованы специалистами, и многие из них вообще не считались памятниками. Вместе с тем для народов Севера, ведущих традици-

онный образ жизни, — это составная часть их культурного наследия и мироощущения. Более того, они играют важную роль в хозяйственной жизни, определяя границы территорий традиционного природопользования и пути кочевков.

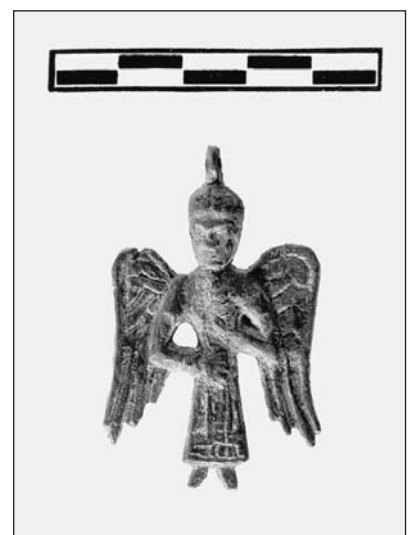
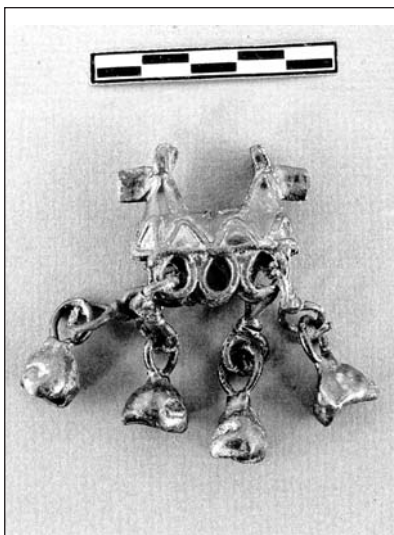
Большинство святилищ расположено в живописных местах, полностью соответствующих определению «памятник природы». Это могут быть скалы, останцы, рощи, источники и другие приметные места. Часто святилища находятся на водоразделах или у истоков рек. От состояния этих «узло-

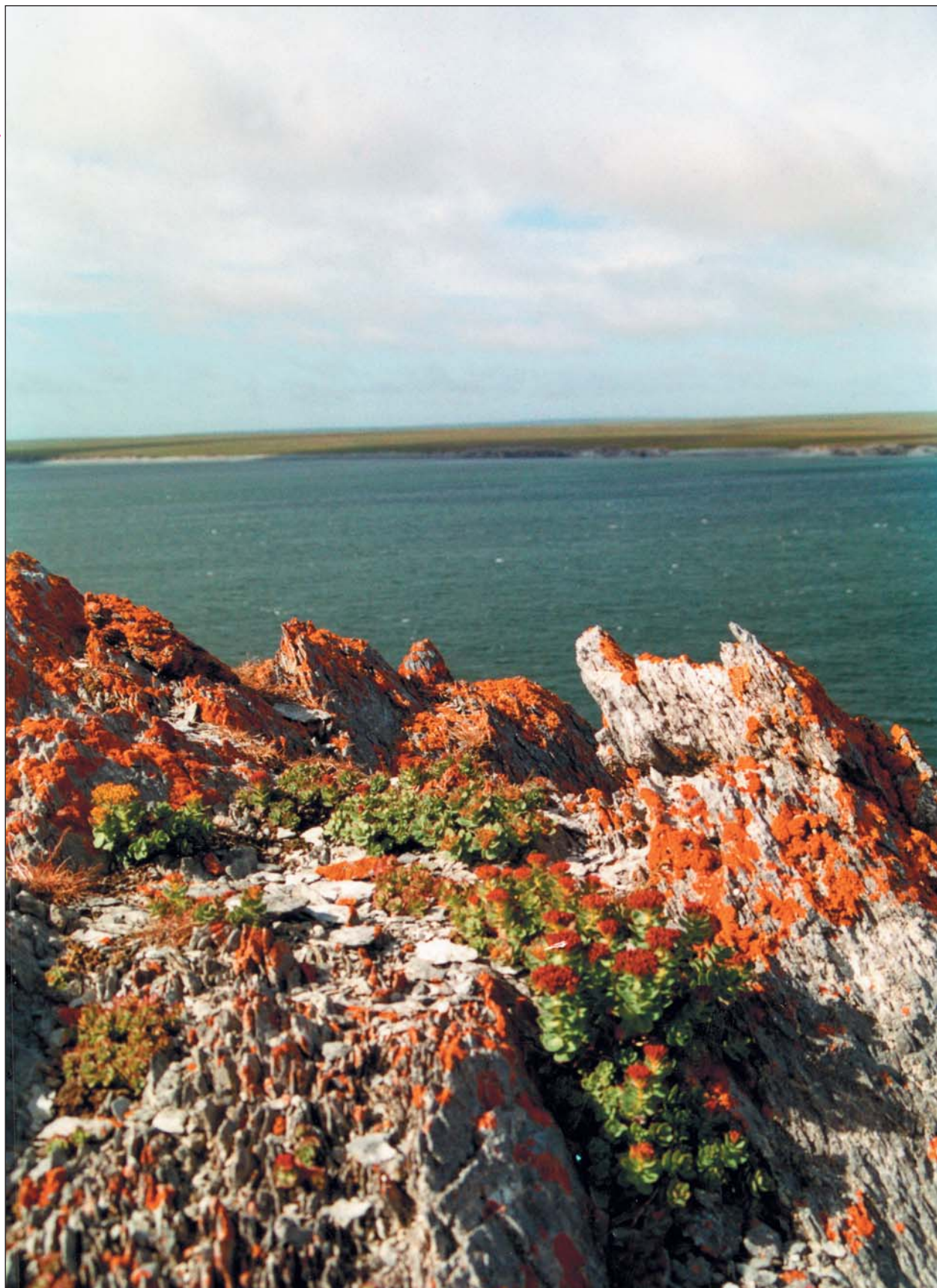
Старинные костяные ложки для кормления идолов с орнаментом. Найдены на ранее неизвестном святилище, расположенном восточнее мыса Дьяконова.

Металлические шумящие подвески, которые были предметом торговли новгородцев с финно-угорскими народами (XIII—XIV вв.).

Древний бронзовый наконечник стрелы скифо-сарматского типа со святилища Ходако (Малый Болванский Нос).

Бронзовая фигурка архангела Михаила (XIII—XIV вв.).





Мыс Дьяконова.

Птенцы зимняка на гнезде.



Сибирский лемминг.

Семья малого лебедя.

Кольцевание гусей.



вых точек» в ландшафтах зависит экологическое благополучие и сохранение биоразнообразия больших территорий. Вот почему так важно разработать систему мероприятий по охране святынь, исследовать их и нанести на карты. Все это предполагается сделать в ходе реализации проекта по созданию свода святынь коренных народов Севера, а первой модельной территорией стал о. Вайгач.

Экспедиция 2000 года

В 2000 г. мы работали на Вайгаче с 3 по 21 августа. В состав экспедиции входили российские и иностранные специалисты самого разного профиля — от представителей естественных наук до историков и археологов. Было обследовано 15 святынь, относящихся к разным эпохам, из которых впервые было открыто шесть. На каждом из них сделаны геодезическая съемка, описание, зарисовка, видео- и фотосъемка, отбирались образцы пород, почв и костей жертвенных животных. На пяти святынях удалось провести раскопки.

Интересные находки обнаружены на юге и севере острова (древние святыни Вэсако и Ходако). Эти предметы датируются в основном IX—XIV вв., и многие из них подобны вещам, найденным на этих святынях экспедицией Л.П.Хлобыстина. Например, на мысу Дьяконова (святыня Вэсако) обнаружены бронзовая фигурка архангела Михаила, различные шумящие подвески и бубенчики, полые подвески в виде лошадей, женские украшения из белого металла, выполненные в технике зерни и скани. Все эти изделия, принесенные ненцами в дар своим божествам, бытовали в этот период на территории Восточной Европы у финно-угров, балтов и вос-

точных славян. Одновременно они служили предметами торговли у новгородцев.

Немного восточнее мыса Дьяконова было найдено новое святилище. При его обследовании обнаружены фрагменты бронзовых котлов, личина идола из светлого металла, костяные ложки с орнаментом и фрагменты оленьей упряжи, которые также датируются X—XIV вв.

На северной оконечности острова, на месте святилища Ходако, впервые найден металлический идол, изображающий железокрылую гагару. По преданию, эта священная птица самоедов достала со дна моря кусочек земли, который, начав расти, превратился в мыс, а затем в Землю, на которой появились первые люди. Обнаружен на святилище также бронзовый наконечник стрелы сарматского типа, датируемый III—II вв. до н.э. и фрагмент металлического изделия, относящегося к пермскому звериному стилю.

В центральной части Вайгача мы работали на святилищах Неве-Хеге, Нума и Нга (властелина подземного мира, брата Нума) на Большой Болванской горе, обнаружив в непосредственной близости от них культурные слои с костями жертвенных животных и различными предметами. Эти новые ранее неизвестные святилища, требуют дальнейшего изучения.

В бассейне р.Юнояха описано состояние и проведена топографическая съемка памятников — горы Идолы, а также Заяцкого, Лисьего и Медвежьего камней, уникального каменного идола. Все эти святилища видимо действовали на протяжении XIX в.

Материалы, полученные в экспедиции, свидетельствуют о том, что на Вайгаче еще до прихода ненцев, существовали святилища других народов, которые шли сюда поклон-

яться своим богам. Эти святилища могли принадлежать, например, легендарному народу Сииртя (Сихортя), память о котором осталась в основном в ненецких преданиях и сказках. Находки на Вайгаче доказывают, что в этом регионе в течение столетий пересекались пути многих народов Севера, Сибири и Восточной Европы. Главные святилища Вайгача — Вэсако и Ходако — как бы передавались «по наследству» от одного народа к другому. Чтобы понять, как это происходило, необходимо дальнейшее изучение исторических памятников и территории, на которой происходило становление культур разных народов.

Проведенный нашим этнографом опрос, к сожалению, показал, что подавляющее большинство ненцев Вайгача плохо осведомлены об истории острова, местоположении многих святилищ и их соотношении с конкретными божествами ненецкого пантеона. Местное население уже без всякого почтения относится к памятникам собственной культуры. Лучше других знают о святилищах и пытаются сохранить культурные традиции две семьи оленеводов, постоянно кочующие по острову.

Вайгач давно перестал быть священным островом, где ненцы когда-то соблюдали определенные традиции природопользования и охраны своих святилищ, которые были утрачены за годы советской власти. В настоящее время этот процесс продолжается, и чтобы окончательно не разрушить историко-культурную и природную среду, необходимы срочные меры.

Для восстановления исторического облика острова и реконструкции святилищ были детально исследованы отдельные компоненты ландшафтов, изучено влияние традиционного природопользования на окружающую среду.

Собранные данные позволяют представить общую картину состояния природы Вайгача, которая претерпела значительные изменения со времени создания святилищ, и особенно за последний век.

Дело в том, что Вайгач столетиями был не только «священным островом», но и одним из промысловых центров для ненцев и поморов.

Природный парк

У берегов острова люди издревле вели промысел морского зверя (моржа, белухи, тюленя) и занимались рыболовством. Зимой охотились на песца, а летом добывали гусей, собирали их яйца и гагачий пух. Все эти промыслы мало изменяли ландшафты необитаемого острова. Незадолго до Октябрьской революции на Вайгаче построили Полярную станцию и радиостанцию «Вайгач», а после установления советской власти сюда переселили несколько ненецких семей, для которых соорудили факторию в губе Долгой и завезли стадо оленей. Более интенсивным стал промысел морского зверя и пушнины. С 1931 по 1934 г. на острове работала Вайгачская экспедиция ОГПУ по разведке и добыче свинцово-цинковой руды, на юге был построен пос. Варнек и шахты, на которых работали заключенные (350—400 чел.). После Отечественной войны продолжались поиски и добыча полезных ископаемых, а стадо оленей в разные годы составляло от 500 до 1500 голов. При этом постоянное население не превышало 100 человек. Кроме оленеводства и рыболовства ненцы продолжали заниматься промыслом песца и морского зверя. Работа геологических партий и бесконтрольный промысел животных отрицательно сказался на численности многих видов фауны. На острове

не осталось диких северных оленей, у его берегов исчезли залежки моржей, меньше стало тюленей и нерпы, сократилась численность гусей и гаги. Только в последнее десятилетие положение улучшилось, и сейчас природа «отдыхает» после более чем 50-летней интенсивной эксплуатации.

В настоящее время о. Вайгач объявлен региональным заказником. Охота и рыболовство разрешены только для местного населения, большая часть которого проживает в пос. Варнек (98 чел.). На севере острова работает Полярная станция и находится пограничная застава. Коренное население, в основном ненцы, занимается рыболовством, охотой и оленеводством, которое не имеет товарного значения, поскольку численность северных оленей составляет всего около 400 голов и не может обеспечить даже потребностей живущих там людей. В последние годы прекращена работа геологической партии, что положительно сказалось на восстановлении растительного покрова и численности многих представителей фауны. Сложившаяся в настоящее время ситуация привела к резкому снижению антропогенных нагрузок на природу острова.

Уменьшение численности оленьего стада и снижение пресса охоты способствовало увеличению популяций гусей (гуменника, белолобого), белощекой казарки и малого лебедя. Во многих местах появился на гнездовье сокол-сапсан, обычными стали залеты кречета и орлана-белохвоста, а последний, возможно, и гнездится на острове. Особенно много орланов прилетает во второй половине лета, когда на озерах образуются большие скопления линных гусей. Восстанавливается численность обыкновенной гаги, массовые гнездовья которой расположены на безлюдных

островах, недоступных для песцов. На берегах Большого Оленьего острова и в районе Большого Лямчиного Носа появились залежки моржей, а белый медведь давно уже стал обычным посетителем побережий, что нередко приводит к конфликтам с местным населением.

Среди наиболее интересных природных объектов, которые удалось обследовать в период работы экспедиции следует отметить мыс Дьяконова, район Большой и Малой Болванской гор, среднее течение р. Талата с выходами скал и водопадами, а также весь каньон р. Юнояха — от места постоянной стоянки оленеводов до ее впадения в Баренцево море. Первые три места непосредственно связаны со святилищами и должны быть объявлены историческими памятниками. Все они расположены в живописных местах, где сохранились интересные природные объекты (геологические образования, живописные ландшафты, гнездовья редких видов птиц), и требуют комплексной охраны.

Последние два объекта следует отнести к памятникам природы острова. Это водопады в среднем течении р. Талата, где на выступающих из воды скалах находится колония белошеких казарок, а также глубокий каньон р. Юнояха. Здесь на протяжении всего пяти километров сосредоточены уникальные геологические объекты — опрокинутые складки, формы выветривания, водопады, птичьи базары, гнезда хищных птиц (мохноногого канюка, сокола-сапсана).

Удивительное сочетание исторического, культурного и природного наследий разных народов на Вайгаче дает основание считать, что этому острову нужен более высокий природоохранный статус, чем заказник. Думается, что целесообразно было бы со-



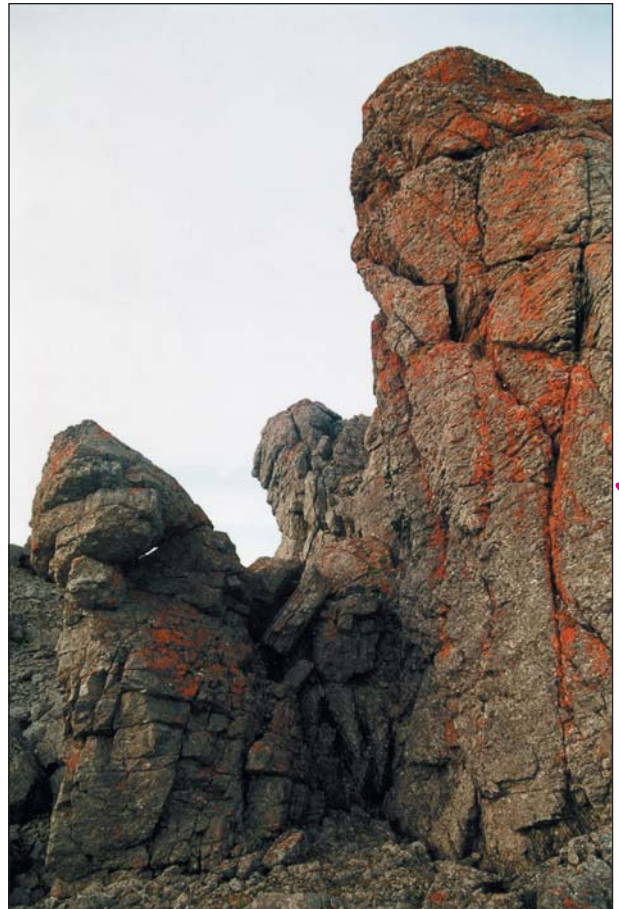
Стойбище оленеводов на р.Юнояха.



Оленья упряжка.



Кости жертвенных животных недалеко от святилища бога Нга.



Святилища Нума и Неве-Хеге на Большой Болванской горе.

здать здесь природный парк, в рамках которого можно будет сохранить традиционное природопользование (оленоводство, охоту и рыболовство) и в то же время развивать экологический туризм, отказавшись от крупномасштабного строительства и промышленного освоения террито-

рии. При планировании такого парка необходимо провести инвентаризацию всех особо ценных природных и культурных памятников Вайгача (проделана только часть этой работы), разработать регламентацию природопользования, определить режим охраны наиболее ценных террито-

торий и объектов. Создание природного парка может решить и проблемы местного населения: появятся рабочие места, люди будут охранять территорию и обслуживать посетителей. Такой подход позволит возродить былое бережное отношение к природе острова. ■

Литература

1. Иславин В. Самоеды в домашнем и общественном быту. СПб., 1848. С.114.
2. Nakluyt's Collection of the Early Voyages, Travels, and Discoveries of the English Nation. V.1. L., 1809. P.306—312.
3. Вениамин архимандрит. Самоеды мезенские // Вестн. РГО. СПб., 1855. Т.3. Ч.14.
4. Шренк А.И. Путешествие к северо-востоку Европейской России. СПб., 1855.
5. Норденшельд А.Э. Плавание на Веге. Л., 1936. С.111.
6. Борисов А.А. У самоедов. От Пинеги до Карского моря. СПб., 1910.
7. Хлобыстин Л.Л. Древние святилища Вайгача // Пробл. изучения историко-культ. среды Арктики. М., 1990. С.120—135.
8. Боярский П.В., Иванов Г.И., Склокина Е.Н. и др. Древнейшие памятники острова Вайгач // Остров Вайгач. Культурное и природное наследие. Памятники истории освоения Арктики. Кн.1. М., 2000. С.7—8.
9. Остров Вайгач (Хэбидя Я — священный остров ненецкого народа). Природное и культурное наследие. Указатели, пояснительный текст к карте / Ред. П.В.Боярский, А.А.Лютый. М., 1999.

Месторождения урана в тектонических депрессиях

В.М.Константинов

Значительная часть месторождений урана, вне зависимости от типа и возраста, связана с вулканотектоническими депрессиями. Так, наиболее древние месторождения в конгломератах сформировались в верхнеархейской депрессии. Чрезвычайно богатые руды Канады и Австралии найдены в протерозойских депрессионных структурах. Большая группа урановых месторождений образовалась в фанерозойских вулканотектонических депрессиях. Такие структуры формировались при орогенных (горообразующих) процессах в различных регионах Средней Азии, Казахстана и азиатской части России. Первые находки месторождений этой группы принадлежали к уран-молибденовой рудной формации, выделенной в свое время в качестве самостоятельной геологами Всесоюзного института минерального сырья. И сейчас единственное разрабатываемое в России месторождение урана (Стрельцовское рудное поле) относится к этой формации. Ее название обусловлено наличием в рудах промышленных концентраций урана и молибдена. С последним часто связан рений. Судя по то-



Владимир Михайлович Константинов, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института химической технологии Министерства РФ по атомной энергии. Область научных интересов — металлогения урана, золота, платины.

му, что японские фирмы заключали контракты по закупке молибденового концентрата именно из этих месторождений, извлечение его вполне рентабельно.

Помимо большого числа геологов поисково-разведочных партий в изучении урановых залежей принимали участие сотрудники Академии наук и прикладных институтов Министерства геологии и Министерства среднего машиностроения. С поисками, разведкой и эксплуатацией этих месторождений так или иначе бы-

ли связаны также шоферы и снабженцы, медики и летчики, служащие КГБ и заключенные, чиновники и работники самых разных профессий. В труднодоступных горных районах и пустынях построили поселки городского типа, где функционировали детские сады, общеобразовательные и музыкальные школы, стадионы, бассейны. Во дворцах культуры работали драматические, хореографические и технические кружки, с гостролями приезжали известные московские и ленинградские

артисты. Работники этих предприятий могли ежегодно отдыхать и лечиться по льготным путевкам в лучших санаториях и домах отдыха. Любый ребенок мог поехать в пионерский лагерь.

На соответствующем уровне была организация геологических и горных работ. Необходимый автотранспорт, снаряжение, аппаратура, буровые станки и нужные материалы поступали вовремя и в необходимом количестве. Жестко соблюдались правила техники безопасности при горных и геологических работах.

Условия локализации руд

На первом этапе геолого-разведочных работ в начале 50-х годов XX в. были открыты месторождения, связанные с палеовулканическими аппаратами кислого состава: корневыми частями, neckами (жерлами), осложнениями в слоях эффузивов, вулканогенными дайками и др. Это — Чаули, Алатаньга, Катасай (Узбекистан), Курдай, Ботабурум, Кызылсай (Казахстан); много мелких — Балкашинское, Курдай, Джидели (Казахстан). Значительное количество месторождений не разрабатывались как нерентабельные: Кара-Кунуз (Киргизия), Колгуты, Аккан-Бурлук (Казахстан) и др.

Наиболее качественные руды оказались на месторождении Ботабурум, приуроченном к линейной экстрюзии, которая состояла из нескольких последовательно внедрившихся палеовулканических аппаратов. После подсчета запасов и передачи месторождения в эксплуатацию проведенная геологами Минсредмаша до-разведка увеличила запасы в шесть раз.

С поисками и открытием месторождений связано немало интересных, иногда курьезных историй. Так, Курдай был

обнаружен оператором-радиометристом (заверялась аэрогаммааномалия), который, будучи, как теперь говорят, с большого бодуна, не пошел по намеченному маршруту через гору, а направился по речке Акчечек. Неожиданно радиометр зашкалило. Оператор решил, что прибор сломался, и вернулся в лагерь. Наутро, установив, что радиометр исправен, он пришел на речку и обнаружил практически на поверхности вторичные минералы урана. Уже первые канавы вскрыли рудные залежи.

Отдельного описания заслуживает открытие в начале 60-х годов прошлого века уникального объекта уран-молибденовой формации — Стрельцовского рудного поля. Необыкновенную интуицию, убежденность и настойчивость проявила замечательный геолог Л.П.Ищукова при поиске не выходящих на поверхность месторождений. Стрельцовское поле представляет собой крупную палеокальдеру, в которой отдельные рудные залежи (месторождения) занимают различные структурные осложнения (ловушки). Его открытие значительно расширило представления о возможных условиях локализации урановых месторождений этой группы. Они обнаружены как в эффузивах, выполяющих депрессию, и экстрюзиях, их прорывающих, так и в гранитоидах фундамента.

Несколько позже (1964) в Северном Казахстане были выявлены месторождения Восток и Звездное, приуроченные к породам рамы орогенной депрессии, и Косачинное, залегающее в метаморфических породах фундамента. Причем первая же поисковая скважина на Востоке прошла около 80 м по высококондиционным рудам.

И наконец, уже при затухании геологоразведочных работ на уран в 1985—1988 гг.

разведано месторождение Джусандалинское (Ботабурумское рудное поле), расположенное в позднеорогенных лейкократовых (светлых) гранитах, прорывающих породы депрессии.

По мере накопления данных становилось ясным, что помимо месторождений уран-молибденовой рудной формации в схожих геолого-структурных условиях формировались и другие: собственно молибденовые, урановые, золоторудные. Да и применение рудно-формационного подхода для некоторых полей или даже месторождений не всегда корректно. Так, на Кызылсайском поле отдельные рудные тела не содержат молибдена (или содержат его в мизерных концентрациях), а на его фланге расположено молибденовое месторождение Байтал. В урановом месторождении Джусандалинское нет молибдена, но оно характеризуется значительными концентрациями редких земель. В некоторых залежах помимо урана отмечается промышленное содержание фосфора.

Для объединения в группу пространственно и генетически связанных месторождений, несколько различающихся по минеральному составу и структурным условиям локализации, Н.П.Лавров предложил назвать их месторождениями областей континентального вулканизма. Но континентальный вулканизм характерен для этапа орогенного развития, и к тому же в некоторых регионах он проявлен слабо. В таких условиях формируются преимущественно терригенные рудоносные депрессии. И потому стал широко употребляться термин «вулканотектонические структуры» и «вулканотектонические депрессии». Депрессии складчатых областей образуются в относительно жестких блоках: срединных массивах и антиклинариях ранней стабили-



Центр урановой промышленности — г.Степногорск (Северный Казахстан).

зации. Они возникают в результате вулканической деятельности (кальдеры проседания), осложняются внедрениями позднеорогенных гранитоидов (вулканокупольные структуры), формируются под влиянием тектонических процессов (грабены и грабен-синклинали). Депрессии заполняются вулканогенными и терригенными породами, причем количество тех или других варьирует. Так, в кальдерах обрушения подавляющую роль играют эффузивные образования, а в грабен-синклиналях, как правило, накапливаются осадочные породы. В зависимости от глубины депрессии,

длительности и интенсивности процесса рудообразования основные залежи тяготеют к верхним, средним или нижним частям структуры.

Возникающие на орогенном этапе тектонические движения сопровождаются образованием многочисленных разрывных нарушений. Наиболее благоприятны для рудолокализации (при прочих равных условиях) структурные узлы — места пересечения, сопряжения, ветвления и изгибов разрывных нарушений. Возможные типы структур, в которых локализуются месторождения металлов, довольно легко представить. Депрес-

сии, слабо эродированные, перспективны для поиска не выходящих на поверхность руд. При сильной эрозии сохраняются лишь залежи в фундаменте. Рудные тела чаще всего образуют штокерки (пронизанные густой сетью прожилков), реже — жилы и пласты.

Формирование залежей зависит также и от интенсивности дорудных гидротермальных метасоматических процессов, в результате воздействия которых во вмещающих породах может создаваться благоприятная для отложения металлов физико-химическая среда.

Руды орогенных вулканотектонических депрессий представлены довольно ограниченным количеством минералов (табл.). Так, Б.В.Бродин, изучавший их минералогию в Казахстане и Забайкалье, установил, что собственно урановые месторождения характеризуются кварц-хлорит-коффинитовой с настураном и браннеритом минеральной ассоциацией и двумя ее разновидностями: кварц-хлорит-уранинитовой с браннеритом и кварц-хлорит-апатит-арши-

Основные минералы месторождений уран-молибденовой формации

Название	Формула
коффинит	U[SiO ₄]
уранинит	UO ₂
настуран (плотная разновидность уранинита)	UO ₂
браннерит	(U, Ca, Ce)(Ti, Fe) ₂ O ₆
молибденит	MoS ₂
апатит	Ca ₅ [PO ₄] ₃ (OH, Cl, F)
аршиновит	колломорфный Zr[SiO ₄]
пирит	FeS ₂ (куб.)
марказит	FeS ₂ (ромб.)
кварц	SiO ₂



Стрельцовское рудное поле (Забайкалье). Вверху — карьер Тулукуй. Здесь добываются урановые руды. Внизу слева — шахтный комплекс по добыче уран-молибденовых руд, справа — г.Краснокаменск с населением 80 тыс. человек.

новит-коффинитовой. Руды уран-молибденовых месторождений представлены кварц-хлорит-пирит-молибденит-настурановой и кварц-карбонат-марказит-коффинитовой с гидрослюдами ассоциациями и кварц-пирит-настурановой разновидностью.

Генезис урановых месторождений

Проблемы генезиса месторождений в геологии остаются самыми спорными. Десятки лет известно золоторудное месторождение Витватерсранд, давно отработано

урановое месторождение Курдай, но единого мнения об их образовании нет. Поэтому изложенные ниже представления о происхождении месторождений уран-молибденовой формации могут отличаться от взглядов других геологов.

Формирование данных месторождений начинается в период затухания орогенеза. При интенсивных горообразовательных процессах, быстро (в геологическом понимании) движения различных блоков земной коры, частом изменении путей движения гидротерм накопление значительных концентраций металлов маловероятно. Другая обстановка складывается во время перехода к платформе. При длительном, постепенно ослабевающем функционировании магматических и энергетических очагов движения гидротермальных растворов, содержащих уран, в относительно стабильных условиях продолжается достаточно долго. Отложение их рудной составляющей происходит в благоприятных физико-химических условиях. В этот период формируются и вулканотектонические депрессии, завершается вулканическая и магматическая деятельность; но продолжают интенсивные гидротермальные процессы метасоматического изменения пород (замещения с изменением химического состава) и гидротермального рудообразования. Возможны различные источники урана, поступающего в гидротермальные растворы. Это прежде всего внутрикоровые магматические и вулканические очаги, формирующиеся в орогенный этап развития. Повышение концентрации урана в них может происходить при плавлении ранее образованных обогащенных ураном пород — гнейсов, сланцев, древних гранитоидов. При остывании магматогенных очагов возможно отделение ураносодержащих флюидов и последующее обогащение ими гидротермальных растворов. При движении растворов по трещинам пород (особенно в углеродистых сланцах) также может происходить их обогащение ураном. Кроме того,

вулканотектонические депрессии часто сложены породами, в которых уран находится в легкоподвижной форме и также может вовлекаться в гидротермальный рудообразующий процесс. Полигенное (по разнообразию источников урана) происхождение месторождений в орогенных вулканотектонических депрессиях подтверждается также и радиологическими определениями возраста урана в отдельных рудных полях.

Для формирования месторождения длительное время должна функционировать такая гидродинамическая система, при которой происходит разгрузка гидротерм (возможно различного происхождения) в одних и тех же местах. При сбое этой системы возможно как разрушение уже отложившихся металлов, так и их консервация. В последнем случае залежи незначительны.

Поиск продолжается

Завершая ознакомление с месторождениями урана орогенных вулканотектонических депрессий, хочу отметить, что современным экономическим требованиям отвечают лишь руды Стрельцовой группы. Все ранее отработанные месторождения в настоящее время можно рассматривать как нерентабельные. В то же время не вызывает сомнения, что на территории России такие месторождения будут встречаться. Оценка их на стадии предварительной разведки достаточно сложна. Известны сотни случаев, когда по скважинам фиксировались интервалы с высоким содержанием урана, а при детальной разведке выяснялось, что это мелкие рудные линзы, не имеющие промышленного значения. На такие работы тратилось много

сил и средств. Сейчас уже становится ясным, что промышленные руды локализуются в крупных структурах с интенсивным проявлением дорудных и прерудных метасоматитов, но чрезвычайно трудно взять на себя ответственность и прекратить геолого-оценочные работы, когда вскрыты залежи с «процентными» содержаниями урана. Дело еще и в том, что в некоторых случаях такие находки могут быть индикаторами глубокозалегающих промышленных месторождений. Поэтому все разведочные работы следует сопровождать не только оценкой конкретной точки, а и увязывать ее с тщательным анализом геологического строения региона.

Из-за ряда объективных причин, прежде всего географо-экономических и климатических, в азиатских республиках бывшего Советского Союза (Казахстане, Киргизии, Узбекистане) поисковые работы на уран проводились значительно надежнее, чем на Урале и в азиатской части России. Опыт геологической съемки в Казахстане показал, что участки, сопоставимые с рудными полями, выявлены при проведении специализированных на уран геологических поисков масштаба 1:50 000, а участки потенциальных месторождений — при таких же поисках масштаба 1:10 000. Это достаточно дорогостоящие комплексные изыскания с применением больших объемов картировочного бурения, геофизических и геохимических методов. Территория России такими работами охвачена крайне ограничено, и вероятность обнаружения в дальнейшем высокопродуктивных месторождений урана, в том числе и связанных с орогенными вулканотектоническими депрессиями, остается высокой. ■

Астрофизика

Рождение звезды в темном облаке — модель шампанского

Формирование звезд из холодного и разреженного межзвездного вещества по-прежнему таит в себе много загадок. До сих пор

астрофизики имеют лишь самое общее представление о том, как из вещества, гораздо более разреженного, чем лабораторный вакуум, и более холодного, чем жидкий водород, получается вещество плотнее железа и горячее термоядерной плазмы. Поэтому создатели астрономических приборов в постоянном поиске: перед ними стоит задача обеспечить возможность проникновения в глубь гигантских межзвездных облаков, где формируются звезды.

Одним из лучших приборов последних лет в этой области исследований оказался комплекс инфракрасных спектрографов и камер SOFI, смонтированный на 3.6-метровом Телескопе новой технологии Европейской южной обсерватории (Ла-Силья, Чили). Поскольку межзвездная пыль значительно слабее поглощает инфракрасное излучение, чем оптическое, этот прибор способен «видеть» недра тех облаков, где формируются звезды. Пример — изоб-



Комплекс эмиссионных и темных туманностей RCW 108. Расстояние до него около 4 тыс. св. лет в направлении южного созвездия Жертвенник. Темное облако, состоящее из холодного межзвездного газа и пыли, проявляется заметным силуэтом на фоне богатого звездами Млечного Пути. В центре темного облака видна яркая туманность IRAS 16362-4845, вещество которой разогрето недавно сформировавшимися там звездами. Угловые размеры изображения около 13'×13', что соответствует на этом расстоянии участку площадью 17×17 св. лет². (ESO PR Photo 30a/00).

ражение крупного комплекса звездообразования RCW 108, полученное испанским астрономом Ф.Комероном (F.Comeron) с помощью прибора SOFI. Техническая сложность этой работы заключалась в том, чтобы из сотен изображений небольших участков неба составить «без шрамов» и фотометрических «перегибов» цельное изображение большой области неба, что позволило бы исследовать взаимодействие звезд с областями окружающего их газа — как горячего, так и холодного.

Как видим, это удалось: изображение воспринимается как цельная фотография и позволяет детально изучать морфологию объекта. Разумеется, цвета на фотографии искусственные, поскольку нашему глазу недоступно инфракрасное излучение в диапазоне длин волн 1.25—2.2 мкм, в котором работает камера SOFI. Полный размер изображения 12.8'×12.8'; оно покрывает площадь, равную половине лунного диска и при этом составлено из 600 отдельных кадров, полученных в трех узких спектральных поддиапазонах с целью синтезировать цвет. Минимальный угловой размер звезд на фотографии или, как говорят астрономы, качество изображения составляет 0.6—0.7". Для наземных обсерваторий это великолепный результат.

В научном смысле эта картина интересна тем, что подтверждает теоретическую модель «выдувания» молодых звезд из облака — так называемую модель шампанского. Темное облако играет роль непроницаемой бутылки, внутри которой новорожденные звезды разогревают окружающий газ и поднимают его давление. В конце концов облако не выдерживает, самая тонкая его стенка («пробка») прорывается и струя горячего газа выстреливает в окружающее пространство. Похоже, что имен-

но этот момент мы и наблюдаем на фотографии.

© В.Г.Сурдин,
кандидат физико-математических наук
Москва

Астрономия

Две необычные планетные системы

До 1995 г. астрономы полагали, что иные планетные системы должны выглядеть приблизительно так же, как наша. Но по мере совершенствования методов поиска открывается, насколько они разнообразны. На конференции Американского астрономического общества (январь 2001 г., Сан-Диего, Калифорния) Дж.Марси, Д.Фишер и П.Батлер сообщили об открытии двух планетных систем с необычными свойствами (Marcy G., Fisher D., Butler P. // *Astrophys. J.* 2001).

Система у тусклого красного карлика Gliese 876, удаленного от нас на 15 св. лет, состоит из двух «горячих юпитеров» с периодами обращения 61.0 и 30.1 дня. Раз периоды отличаются почти точно в два раза, значит, планеты находятся в орбитальном резонансе 2:1. В Солнечной системе такие резонансы не редкость, но в основном в них участвуют не две планеты, а планета и спутник или планета и астероид. Единственное исключение — Нептун и Плутон, находящиеся в резонансе 3:2 (т.е. три периода Нептуна приблизительно равны двум периодам Плутона). Но тут нужно учитывать, что планетный статус Плутона в последнее время поставлен под сомнение. Система Gliese 876 не только первая обнаруженная внесолнечная планетная система с резонансом, но и единственная известная на сегодняшний день система, в которой в резонанс вовлечены две планеты-гиганта.

Весьма необычна и вторая планетная система. Периоды спутников солнцеподобной звезды HD 168443, расположенной в 123 св. годах от Солнца в созвездии Змеи, составляют 58 дней и 4.8 года, а их массы — не менее 7.7 и 17.2 $M_{Ю}$. Масса большей планеты превышает 13 $M_{Ю}$ — общепринятое значение массы, разграничивающее планеты и коричневые карлики. (Считается, что в таких телах могут, хотя и на очень короткое время, загораться термоядерные реакции с участием дейтерия, а это сблизает их со звездами, минимальная масса которых принята равной 80 $M_{Ю}$.) Среди коричневых карликов, обращающихся вокруг солнцеподобных звезд, массивный спутник HD 168443 — уже не первый из обнаруженных, хотя такие системы очень редки. Но впервые найдена система, в которой есть еще один компаньон, к тому же довольно массивный.

Авторы считают, что образование двух спутников HD 168443 едва ли происходило независимо и, вероятно, не связано с образованием обычного протопланетного диска. Не исключено, что эта система возникла так же, как и кратные звезды (кстати, как именно, тоже неясно). Между тем столь компактные тройные системы с размером менее 3 а.е. также неизвестны. Конечно, нельзя исключить и обычный планетный сценарий, но в этом случае диск у HD 168443 имел бы очень большую массу при малых размерах. Еще одна возможность объяснить появление таких больших планет — допустить, что они образовались в диске, но не в процессе его обычной фрагментации, а из-за катастрофических неустойчивостей в нем, вызванных сближением с другой звездой или прохождением ударной волны.

© Д.З.Вибе,
кандидат физико-математических наук
Москва

Покровно-складчатые пояса, сейсмичность и нефтегазоносность Земли

Из всех услуг, какие могут быть оказаны науке, величайшая — введение в ее обиход новых идей.

Джозеф Томсон

В.И.Сизых, Р.М.Семенов, В.А.Павленов

Глобальная тектоника постулирует: земная литосфера разделена на плиты, которые, взаимодействуя друг с другом, вызывают вдоль своих границ сейсмическую и тектоническую активность. Считается, что развитие океанов, возникших вследствие раскола и раздвига материковых глыб, заканчивается их «захлопыванием» (раздавливанием). При этом в земной коре формируются крупные линейные пояса покровно-складчатого строения. Например, Северо-Американская плита с востока ограничена Аппалачским поясом, а с запада — Кордильерским. На восточном фланге Европейского континента расположен Уральский пояс. Сибирская платформа с востока ограничена Верхоянским, с юго-востока — Саянским и Байкало-Патомским.

Если посмотреть на известную Тектоническую карту мира (под ред. Ю.Г.Леонова и В.Е.Хаина, 1982), то видно, что такие пояса приурочены к окраинам континентов. Анализ Карты полезных ископаемых континентов (под ред. П.М.Татарина, 1970) говорит о том, что значительная часть нефтегазоносных про-



Валентин Иннокентьевич Сизых, доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории геологии и магматизма древних платформ Института земной коры СО РАН (Иркутск). Специалист в области шарьяжно-надвиговой тектоники и нефтегазоносности Восточной Сибири. Постоянный автор «Природы».

Рудольф Михайлович Семенов, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории сейсмогеологии того же института. Занимается проблемами сейсмической опасности и сейсмического районирования. Неоднократно публиковался в «Природе».

Виктор Андреевич Павленов, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории общей и инженерной сейсмологии того же института. Область научных интересов — современные фундаментальные и прикладные проблемы инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства.

© В.И.Сизых, Р.М.Семенов,
В.А.Павленов

винций также тяготеет к окраинам континентов. На основе этих данных мы и составили комплексную карту, на которой наблюдается пространственное совмещение покровно-складчатых структур и месторождений нефти и газа, образующих нефтегазоносные провинции.

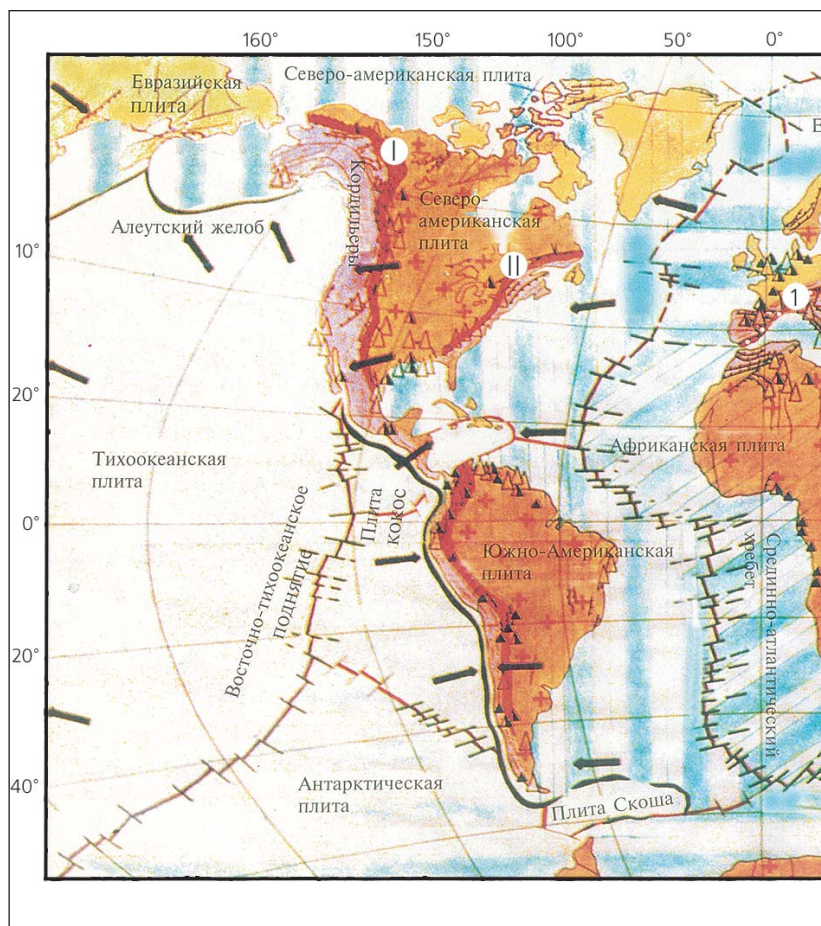
Но при сравнении карт сейсмичности, надвиговой тектоники и нефтегазоносности также бросается в глаза их поразительная схожесть, а другими словами — пространственное совпадение процессов, нашедших внешнее отражение в виде очагов землетрясений, покровно-складчатых структур и месторождений нефти и газа. Особенно контрастно это проявлено вдоль западной границы Северо-Американской, Южно-Американской и в зоне коллизии Индостанской и Евразийской плит. Этот кажущийся внешний парадокс находит логическое объяснение при более глубоком сравнительном анализе упомянутых явлений и процессов.

Шарьяжно-надвиговые пояса

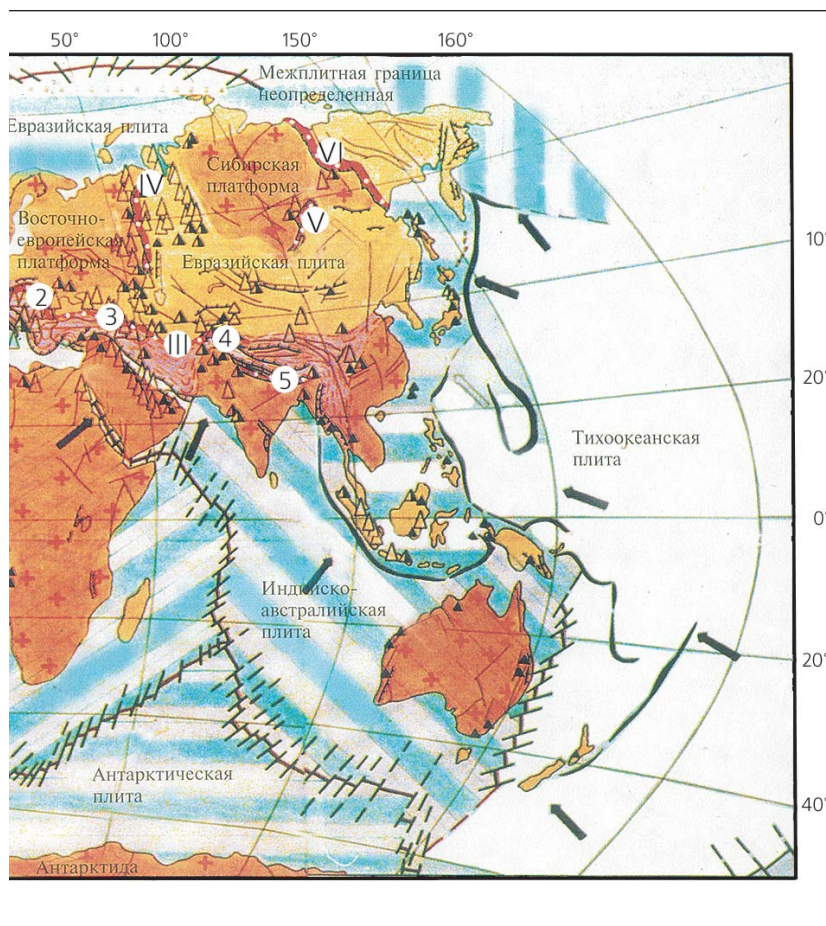
Несомненно, что сейсмичность и появление покровно-складчатых поясов — следствия. Причина же — столкновение литосферных плит. При этом следствия выражаются землетрясениями и структурами типа шарьяжей*. Тогда что же такое шарьяжно-надвиговые пояса с позиции глобальной тектоники? Образно говоря — это шрамы на лице Земли, залеченные покровами горных пород, в виде региональных пологих надвигов.

Классическим примером регионального межконтинент-

* Шарьяж — горизонтальный или пологий надвиг с перемещением горных пород в виде покрова на расстояние до нескольких десятков километров по волнистой поверхности надвижения.



Карта шарьяжно-надвиговых поясов и нефтегазоносности. Составил В.И. Сизых с использованием Тектонической карты мира, Карты полезных ископаемых континентов мира. Максимальная скорость движения литосферных плит — 10 см/год, направление их движения показано по Дж.Минстеру, Т.Джордану (1978). Римскими цифрами обозначены шарьяжно-надвиговые пояса — окраинно-континентальные Тихоокеанского типа: I — Кордильерский, II — Аппалачский; межконтинентальные коллизионные Средиземноморского типа: III — Альпийско-Кавказско-Гималайский, IV — Уральский, V — Байкало-Патомский, VI — Верхоянский. Арабскими цифрами показаны структурные дуги Альпийско-Кавказско-Гималайского пояса: 1 — Альпийская, 2 — Карпатская, 3 — Кавказская, 4 — Памирская, 5 — Гималайская.



- | | |
|--|---|
| Плиты: | Шарьяжно-надвиговые системы: |
| □ океанические | ■ окраинно-континентальные Тихоокеанского типа |
| □ континентально-океанические | ■ межконтинентальные Средиземноморского типа |
| ■ континентальные | Шарьяжно-надвиговые пояса: |
| ▬ Оси срединно-океанических хребтов | ▬ окраинно-континентальные Тихоокеанского типа |
| ▬ Трансформные разломы | ▬ межконтинентальные коллизионн Средиземноморского типа |
| ▬ Глубоководные желоба | ▬ Надвиги и шарьяжи |
| ▬ Векторы «абсолютных» движений литосферных плит | ▬ Прочие разломы |
| ■ Древние платформы | Месторождения нефти и газа: |
| | ▴ уникальные и крупные |
| | ▴ средние |
| | ▴ малые |

тального подвижного пояса может служить Альпийско-Кавказско-Гималайский (Средиземноморский), разделяющий Евразийскую и Африканскую, Аравийскую и Индийскую плиты. Согласно геодинамической модели тектоники литосферных плит, шарьяжно-надвиговые структуры произошли в результате северного дрейфа Индостанской плиты и ее столкновения с Евразийской. При этом во внутриконтинентальных районах Азиатского континента, как следствие этого процесса, сформировались шарьяжно-надвиговые зоны, ограничивающие микроплиты второго порядка.

Многоканальное сейсмопрофилирование, выполненное во многих покровно-складчатых поясах, в том числе в Альпах и Карпатах (т.е. в пределах Альпийско-Гималайского пояса), выявило тонкочешуйчатую структуру верхней части земной коры. На сейсмических профилях хорошо видны шарьяжно-надвиговые пластины, а на глубинах 10–20 км прослеживаются крупные отражающие горизонты, по которым верхние структурные комплексы поясов смещены относительно нижних в сторону смежных континентов [1]. Подобные разрезы произведены через древние покровно-складчатые пояса: Аппалачи, Среднеевропейские варисциды, Средний Урал. На всех этих профилях отмечается аналогичная картина. В частности, на уральском четко видно погружение Восточно-Европейской платформы вдоль главного Уральского разлома под покровно-складчатый пояс. Таким образом, шарьяжно-надвиговые пояса — маркеры, индикаторные структуры областей длительного взаимодействия литосферных плит. Главные же структурные выражения зон столкновения — шарьяжи. Шарьяжно-надвиговые пояса

подразделяются на два основных типа: окраинно-континентальные субдукционные тихоокеанские и межконтинентальные коллизионные средиземноморские.

Сейсмичность и месторождения углеводородов

Один из кардинальных вопросов нефтяной геологии — выяснение глобальных закономерностей размещения нефтегазоносных залежей. Выказывались предположения о приуроченности нефтегазоносных месторождений к «полюсам и поясам нефтегазонакопления» [2], имеется гипотеза о субглобальных кольцевых системах таких районов [3], о привязанности главных областей нефтегазообразования к современным и древним окраинам континентов [4]. Работы последних лет показали большую практическую значимость поднадвиговых зон краевых областей древних и молодых платформ [5].

Анализ карты шарьяжно-надвиговой тектоники и нефтегазоносности позволяет выделить два морфогеодинамических типа нефтегазоносных залежей, в какой-то мере отражающие механизм образования углеводородного сырья: месторождения в краевых частях литосферных плит, сопряженные с зонами субдукции, которые сформированы в структурах океан—континент и континент—континент, и месторождения в рифтах, связанные с процессами межконтинентального и внутриконтинентального рифтогенеза.

Моделирование параметров осадочной толщи, находящейся в условиях активного тектоносейсмического режима [6], показало, что процессы преобразования органического вещества в осадочных отложениях контролируются не только традиционными пара-

метрами катагенеза (температурой, давлением, каталитической ролью некоторых минералов), но и механической энергией Земли, высвобождающейся при тектоносейсмической деятельности [7].

В зонах активного тектонического режима воздействие сейсмических процессов на преобразование органического вещества распространяется в пределах до 500 км от их очагов. Наиболее сейсмически активные районы на Земле — пограничные участки литосферных плит, где гипоцентры землетрясений расположены в полосе шириной 100—150 км. В результате экспериментальных исследований установлено, что волны с частотой от десятых долей до единиц герца вызывают упругие деформации, ускоряющие преобразование органического вещества более чем в 10 раз.

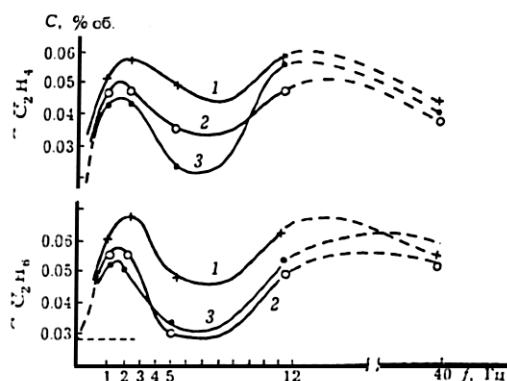
Влияние вибросейсмического поля на динамику состава природных газов почвенной атмосферы изучалось в Белорусском полесье. Источником сейсмического поля служил вибратор СВ 50/20, работавший в режиме гармонического излучения сигнала с частотой 1—5, 12 и 40 Гц. Время непрерывного сейсмического воздействия составляло от 2 до 10 мин [8]. Результаты экспериментов показали два частотных оптимума наиболее интенсивной генерации углеводородов (1—3 Гц и 12 Гц). При снятии сейсмического поля концентрация углеводородов в атмосфере почв быстро уменьшалась до фоновой.

Байкальская рифтовая зона и месторождения нефти и газа южной части Сибирской платформы. Атовское, Тутурское, Ковыктинское, Знаменское, Марковское, Верхнечонское и другие месторождения расположены в 150—200 км полосе к северо-западу от Байкальской рифтовой зоны — западной границы Амурской литосферной плиты. Современ-

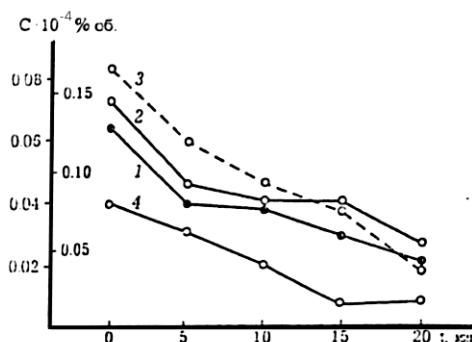
ная тектоническая активность там хорошо известна. Причем в отличие от зон субдукций и обдукций (режим сжатия) она развивается здесь в условиях субгоризонтального растяжения земной коры. Западный борт рифтовой зоны ограничен Главным Саянским, Приморским, Северо-Байкальским и другими крупными глубинными разломами. Этот район характеризуется высокой сейсмичностью, образуя Монголо-Байкальский сейсмический пояс. Упругая энергия, необходимая для возникновения землетрясения, накапливается в окрестностях его очага в течение значительного времени. Затем происходит ее высвобождение либо в виде одноактного события, либо в виде большой серии толчков — афтершоков. Максимально возможная энергия землетрясения на земном шаре оценивается максимальной магнитудой 9,0, что соответствует энергии 10^{18} Дж. В Байкальской рифтовой зоне возможны землетрясения с магнитудой 7,0 и 8,0, т.е. энергией 10^{16} — 10^{17} Дж. При этом возбуждаются интенсивные сейсмические волны, имеющие полосу частот от долей до десятков и сотен Гц. Здесь происходит до тысячи подземных толчков, среди которых случаются и довольно сильные.

На высокую сейсмичность рифтовой зоны в голоцене указывают многочисленные палеосейсмодислокации, расположенные в ее западном борту, — Восточно-Саянские, Сарма, Солонцовая, Среднекедровая и др. Скорее всего не меньшей активностью характеризовался этот рифт во время всего процесса формирования, т.е. практически в течение всего кайнозоя.

В более ранние геологические эпохи южное ограничение Сибирской платформы, совпадающее с современной Байкальской рифтовой зоной, также постоянно испытывало



Изменение концентраций этилена C_2H_4 (вверху) и этана C_2H_6 в почвах при вибросейсмическом воздействии. Кривые показывают рост концентрации углеводородов (C) при различных вибросейсмических частотах и времени воздействия: 10 мин (1), 5 мин (2) и 2 мин (3).



Уменьшение концентрации углеводородов (C) после снятия (t_0) сейсмического воздействия. 1 — этилен, 2 — этан, 3 — пропилен, 4 — пропан.

тектоническую активность. В довендовское время началось сближение Сибирской плиты и Баргузинского микроконтинента, в палеозое — островных дуг с Сибирской платформой и Тувино-Монгольским микроконтинентом. В позднем палеозое активизация покровообразования была связана с началом закрытия Монголо-Охотского бассейна, а в позднем мезозое — с его окончанием.

Все этапы тектонической активности сопровождались сильными подземными толчками, сейсмические колебания от которых распространялись на десятки и сотни километров от очаговых зон и тем самым оказывали влияние на преобразование органического вещества, подобно тому, как это происходит в других зонах коллизий и рифтогенеза.

Нефтегазосность Мирового океана. Большую роль в изучении нефтегазосности глубоководных котловин океанов и краевых морей сыграло глубоководное бурение. Были обнаружены промыш-

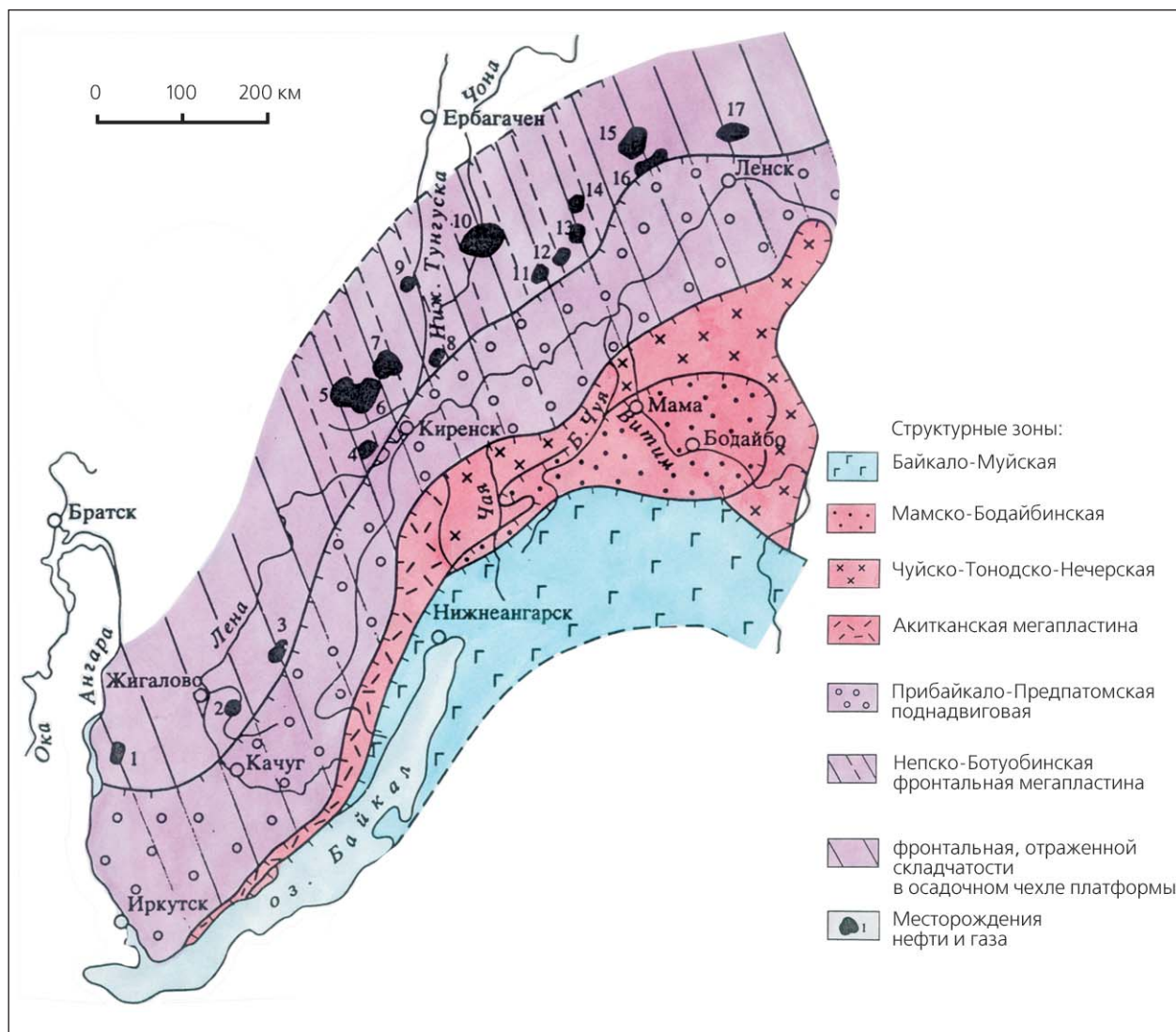
ленные притоки углеводородов и следы нефти в кернах. В Тихом океане признаки нефтегазосности выявлены вдоль всего периметра переходной зоны континент—океан, в Индийском и Атлантическом — вблизи подножий континентальных склонов. Здесь они сочетаются с рудоносностью в осадочном чехле, что указывает на длительную гидротермальную активность. Проявления нефти и газа обнаружены и в краевых морях — Карибском, Эгейском, Черном, Тирренском, Беринговом, Японском, а также в Мексиканском заливе. Практически все они попадают в зону межконтинентальной коллизии Евразийской и Африкано-Аравийско-Индостанской плит.

Мощность осадков на дне океанов и краевых морей обычно не превышает 1–2 км. Это недостаточно для образования залежей нефти и газа. Но они могут формироваться в отдельных глубоководных котловинах. Кроме того, в таких районах осадочного чех-

ла встречаются дислокации, которые служат структурными ловушками для нефти и газа [9].

Механизм формирования нефтегазосных залежей

В период максимальных горизонтальных напряжений (столкновения литосферных плит) активизируются ранее заложенные шарьяжно-надвиговые структуры и формируются новые надвиги. В кристаллическом фундаменте (в зонах субгоризонтальной расслоенности) и в осадочном чехле (по пластичным породам) происходят активные движения. В местах дислокаций благодаря интенсивному дроблению пород и генерации тепла возможно преобразование органического вещества в углеводороды. Те же силы горизонтального сжатия вызывают интенсивную трещиноватость, раздробленность и расланцева-



Обзорная схема аллохтонных (перенесенных после образования) структур и нефтегазоносности южной окраины Сибирской платформы на границе с Байкало-Патомским нагорьем. Байкало-Муйский офиолитовый пояс — корневая внутренняя зона, сформированная пакетами сорванных тектонических покровов, сложенных островодужными и офиолитовыми комплексами. Мамско-Бодайбинская зона представлена шельфовыми формациями пассивной окраины, характеризующейся покровно-складчатым строением. Чуйско-Тонодско-Нечерская зона сформирована мегаплатинами, сложенными структурно-вещественными комплексами — фрагментами переработанного фундамента Сибирской платформы. Числами показаны месторождения нефти и газа: 1 — Атовское, 2 — Ковыктинское, 3 — Тутурское, 4 — Марковское, 5 — Ярактинское, 6 — Аянское, 7 — Дулисьминское, 8 — Пилюдинское, 9 — Даниловское, 10 — Верхнечонское, 11 — Таранское, 12 — Центральноталаканское, 13 — Нижнехамаканское, 14 — Озерное, 15 — Среднеботуобинское, 16 — Хотого-Мурбайское, 17 — Верхневиллючанское.

ние пород, которые могут служить коллекторами для нефти и газа [10]. Такие трещиноватые коллекторы широко распространены в терригенных (обломочных), известняково-доломитовых толщах, окремненных или карбонатных разновидностях глинистых пород. Это — депрессионные фации Предуралья, доманик Волго-Уральской области, баженовская свита Западной Сибири, линзовидные горизонты кварцевых, кварц-полевошпатовых песчаников непской свиты в низах терригенного венда Непско-Ботуобинской нефтегазоносной области юга Сибирской платформы, практически мономинеральные кварцевые песчаники Атабаски в Канаде и Оринокского битумного пояса в Венесуэле, трещиноватые кремнистые породы и черные сланцы толщи Арканзас-Новакулит в Аппалачском надвиговом поясе и др. Подобные ловушки встречаются и в кристаллических породах фундамента. Например, проницаемые водоносные горизонты, связанные с трещиноватыми надвиговыми зонами среди архейских гнейсов кристаллического фундамента, были выявлены Кольской сверхглубокой скважиной. Протяженные разломы в областях надвигов служат путями миграции углеводородов. В зонах секущих разрывов резко снижается давление, создается контрастная обстановка с большим перепадом давления, что способствует увеличению подвижности флюидов. Когда аномальное давление (после заполнения пор углеводородами) достигает критического уровня, происходит разрыв вмещающих толщ и через мгновенно раскрывшиеся микротрещины в выше- и нижележащие коллекторы под высоким давлением выбрасываются струи углеводородных флюидов.



Карта эпицентров сильных землетрясений в Байкальской рифтовой зоне. Большими кружками показаны эпицентры землетрясений с магнитудой 7.1–8.2, средними — 6.1–7.0, маленькими — 5.0–6.0.



Сухопутный участок Байкальской рифтовой зоны — Тункинская рифтовая впадина и окаймляющие ее хребты.



Бросовый уступ в рельефе Байкальской рифтовой зоны — палеосейсмодислокация, возникшая при сильном землетрясении около 300 лет назад.

Фото Р.М. Семенова

Иными словами, миграция углеводородов — не пассивное отжимание флюидов, а периодический взрывной процесс, сопровождающийся выбросом больших объемов струйных потоков сжатых углеводородов [11].

Таким образом, в зонах столкновения литосферных плит, с которыми связаны шарьяжно-надвиговые пояса, происходит, с одной стороны, накопление и преобразование органического вещества, а с другой — перераспределение ранее сформирован-

ных нефтегазоносных залежей. В конечном итоге это приводит к появлению вторичных, обогащенных месторождений нефти и газа. Надвижки представляют собой структуры, обеспечивающие генерацию, миграцию и аккумуляцию углеводородов. И их следует рассматривать как важный поисковый признак при разведочных работах на углеводородное сырье. На протяжении последних 10—15 лет в пределах покровно-складчатых поясов мира значительно возросли объемы бурения, что привело к от-

крытию новых крупных нефтегазоносных месторождений. Мощным стимулом к освоению шарьяжно-надвиговых поясов стало успешное изучение надвиговых структур Скалистых гор и Аппалачей. Здесь были открыты крупные месторождения нефти и газа — Пайнвью, Пойнтер-Резервуар, Рикман-Крик, Тепи-Флатс, Девилс-Элбоу. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 01-05-97216.

Литература

1. Зоненшайн Л.П. Учение о геосинклиналях и его приложение к Центрально-Азиатскому складчатому поясу. М., 1972.
2. Брод И.О. Об основных закономерностях распространения скоплений нефти и газа на Земном шаре // Сб. тр. геол. ф-та МГУ к XXI Междунар. геол. конгрессу. М., 1961. С.61—79.
3. Калинин М.К. // Докл. АН СССР. 1986. Т.287. №3. С.699—702.
4. Хаин В.Е., Клещев К.А., Соколов Б.А. и др. Тектонические и геодинамические обстановки нефтегазоносности территории СССР // Актуал. пробл. тектоники СССР. М., 1988. С.46—54.
5. Gries R. // AAPG Bull. 1983. V.67. №1. P.1—28.
6. Сороко Т.И. Возможные модели низкотемпературного механо-химического превращения органического вещества осадочных пород // Моделирование нефтегазообразования. М., 1992. С.90—95.
7. Черский Н.В., Царев В.П. // Геология и геофизика. 1977. №12(216). С.88—98.
8. Хаврошкин О.Б. Некоторые проблемы нелинейной сейсмологии. М., 1999.
9. Левин Л.Э. Нефтегазоносность глубоководных котловин Мирового океана // Природа. 1994. №6. С.24—28.
10. Сизых В.И. Шарьяжно-надвиговая тектоника окраин древних платформ // Дис. на соис. учен. степени д-ра геол.-минерал. наук. Иркутск, 2000.
11. Грамберг И.С., Сутруненко О.И. // ДАН. 1992. Т.340. №1. С.75—77.

Греческий историк Геродот в своих трудах сообщает, что армия персидского царя Камбиза Второго, отправленная в VI в. до н.э. на завоевание Египта, исчезла под ожесточенным натиском песчаной бури. Недавно египетские геологи, ведущие разведку нефти в Ливийской пустыне, к западу от Нила, попали на следы этой армии: обнаружены фрагменты обмундирования и остатки металлических предметов, указывающих на их принадлежность к армейскому снаряжению персов. Sciences et Avenir. 2000. №644. P.34 (Франция).

Способ приготовления шампанского был знаком римлянам еще 1600 лет назад, задолго до того, как монах-бенедиктинец Периньон заново описал его в конце XVII в. М.Фрегони, директор Института виноградарства при Университете де Плезанс в Италии, отмечает, что вина типа шампанского употребляются уже 2000 лет; по его сведениям, Юлий Цезарь любил пить игристое вино из Фалерны. Sciences et Avenir. 2000. №644. P.8 (Франция).

По мнению специалистов Университета штата Флорида (США), почвы возле горнорудных предприятий могут очищаться от цинка, свинца, кадмия и других тяжелых металлов благодаря растениям определенных видов, способным извлекать и накапливать их в своих тканях. Например, в листьях папоротника *Pteris vittata* содержание извлеченного из почвы мышьяка в 200 раз превышает фоновое. Sciences et Avenir. 2001. №649. P.12 (Франция).

Зимовка водоплавающих птиц в Москве: итоги 17 зимних учетов

К.В.Авилова,

кандидат биологических наук

Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова

В течение уже 17 лет в Москве ежегодно проводятся зимние учеты водоплавающих и околоводных птиц, о чем мы неоднократно писали в «Природе» [1, 2]. Зимовка этих птиц в нашем городе — явление, интересное биологам разных специальностей, поскольку позволяет изучать, как дикие животные осваивают новые, нетипичные для них экологические ниши, возникшие в результате деятельности человека. Это своего рода модель сопряженного развития городской среды и популяции диких животных как компонентов одной экосистемы. Чем дальше ведется мониторинг, тем больше интересных закономерностей удается выявить.

Утки в заметном количестве стали зимовать в Москве в 70-е годы XX в., когда благодаря вновь построенным крупным теплоцентралям на московских водоемах появились незамерзающие полыньи. В 1981 г., во время первого учета, мы насчитали около 12 тыс. оставшихся зимовать в Москве птиц, в последующем их численность неуклонно росла и к 1990 г. достигла почти 30 тыс. Зоопсихологи, изучавшие городскую жизнь птиц

и млекопитающих, считают, что успешно сосуществовать с людьми они смогли благодаря тому, что в условиях города, насыщенного разнообразными предметами и событиями, у животных выработались сложные формы поведения — ориентировочно-исследовательская деятельность, подражание и игра [3]. Эти черты поведения характерны для давно живущих рядом с человеком ворон, крыс и мышей, но, как оказалось, свойственны и уткам, хотя и в меньшей степени. Обитающие на городских прудах кряквы часто с видимым усердием теребят и ощупывают клювом самые разные предметы, плавающие в воде и не имеющие ни пищевой, ни какой-либо иной ценности. Подростки птенцы охотно подражают родителям, безбоязненно подплывающим к людям за кормом, который уже стал для них важной составляющей пищевого рациона. У некоторых уток даже можно наблюдать элементы игрового поведения, совершенно не свойственного водоплавающим птицам. На Москве-реке в Серебряном Бору нам довелось наблюдать, как селезень кряквы много раз подряд пролетал вверх по течению, а затем сплавлялся по быстрине на одном и том же

участке. Это очень напомнило игровое поведение ворон, соскальзывающих с покатыми крышами и куполов исключительно «для собственного удовольствия».

Московское городское население зимующих уток-крякв неоднородно. Среди них четко выделяются две группы, по-разному реагирующие на превратности и преимущества существования в зимнем мегаполисе, что подтверждается статистическим и картографическим анализом результатов учетов. Птицы одной из них — оседлые и прикормленные, живут во многом за счет подкормки горожан и обитают на незамерзающих речках и польных парковых прудов. Другие — временные и пугливые, держатся на пустынных мелководьях Москвы-реки в юго-восточной части города, где питаются в основном донной фауной, бурно развивающейся за счет поступающей органики. Первая группа долго превышала по численности вторую и, видимо, существовала достаточно автономно.

В 90-х годах численность зимующих в городе крякв стала последовательно снижаться: вначале (с 1991 г.) на внутригородских реках и прудах, а затем (с 1993 г.) и на Москве-реке. В результате к зиме 1997—



Группа зимующих крякв на Яузе.

Фото Н.П.Харитонова

1998 г. их общая численность сократилась с 30 тыс. до 7.5 тыс. [1]. Уменьшение числа птиц было так заметно, что заставило орнитологов заговорить о депрессии городской популяции. (Этот термин применяется, когда речь идет о фазе популяционного цикла, следующей за кризисом повышения численности и перепроизводства особей. Она характеризуется низкой численностью и плотностью животных, недоиспользованием ресурсов, пониженным уровнем размножения.) Столь резкое падение численности, по мнению специалистов, могло произойти по разным причинам, одна из которых — неспособность птиц адаптироваться к быстро меняющейся обстановке.

После начала экономического кризиса (1991–1992) «гуманитарная помощь» горожан резко ослабла, что никак не повлияло на уток, обитающих на р.Москве, но незамедлительно сказалось на числен-

ности птиц на внутренних водоемах города. Группа «москворецких» крякв даже несколько возросла за счет того, что к ним присоединились «городские» утки, которые, впрочем, так и не смогли освоиться на новом месте.

Через суровых зим в последующие годы и прекращение в 1996 г. работы Люблинской очистной станции (одного из основных поставщиков органики в р.Москву) повлияли и на «москворецкую» группировку. К 1999 г. число крякв, зимующих на р.Москве и на других водоемах города, сравнялось, а в 2000 г. «городских» птиц даже стало чуть больше. В 2001 г. орнитологов ждал сюрприз — на некоторых внутригородских речках число крякв резко выросло. Вели они себя необычно: у прохожих корм не выпрашивали, а старались скрыться от человека, подошедшего к берегу. При этом «москворецкая» группа уменьшилась почти на 200 птиц. Вероятно, начался

процесс переселения диких «москворецких» уток на внутренние водоемы.

Это — основной вывод, сделанный по результатам очередного, 17-го, учета, проведенного в январе 2001 г. В целом же выяснилось, что в начале нового века в Москве осталось зимовать 9600 водоплавающих и околоводных птиц (таблица), среди них преобладали (как и раньше) кряквы — 8849 птиц, что на 15.2% больше, чем в 2000 г.

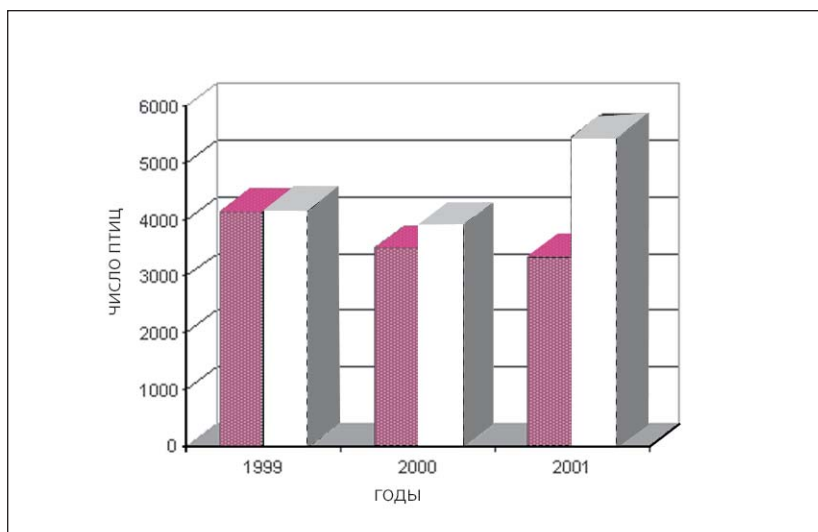
Кроме крякв возросло и число «красных уток» — огарей (со 170 до 220), их легко подсчитать, так как зимой они все собираются на прудах в зоопарке. Численность чаек в 2000 г. была рекордной, даже залетал бургомистр (*Larus hyperboreus*). В 2001 г. число сизых чаек немного снизилось, а озерных и серебристых — сохранилось на прежнем уровне. Зимовали в Москве лысухи и камышницы — обычные зимующие птицы в Белоруссии и в Западной Европе.

Итак, в последние годы численность зимующих в Москве водоплавающих птиц вновь повысилась, и это позволяет надеяться, что вскоре можно будет говорить не о депрессии, а о стабилизации городской популяции.

В заключение заметим, что в 17-м январском учете водоплавающих птиц участвовало более 30 энтузиастов-орнитологов, в том числе — сотрудники Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова и академических институтов, а также члены школьных кружков: Клуба юных биологов зоопарка и экспериментального биологического объединения Дома научно-технического творчества молодежи (что на Донской ул.) под руководством Н.П.Харитоновой*. Учет проходил при организационной поддержке государственной программы «Университеты России: фундаментальные исследования» и при содействии благотворительного фонда «Центр охраны дикой природы». Особенно приятно выразить благодарность руководству Московского района гидротехнических сооружений, по любезному разрешению которого мы смогли подсчитать птиц у Перервинской плотины на р.Москве.

Более подробную информацию о результатах учета в Москве можно прочесть в Интернете по адресу: <http://www.alpha.dnttm.rssi.ru>. ■

* Члены этого кружка уже несколько лет «опекают» во время учетов р.Яузу и собрали интересный материал о локальном распределении уток на реке [3].



Динамика численности крякв, зимующих на р.Москве (показано цветом) и на других водоемах города.

Результаты зимних учетов водоплавающих и околоводных птиц в Москве

Вид	Даты		
	17 января 1999 г.	16 января 2000 г.	21 января 2001 г.
Кряква	8288	7680	8849
Огарь	123	170	220
Чернеть хохлатая	47	62	38
Чернеть морская	2	0	0
Гоголь	16	53	25
Луток	3	2	1
Свиязь	1	0	0
Чирок-свистунок	2	7	6
Красноголовый нырок	2	2	1
Крохаль большой	2	0	0
Лысуха	0	0	3
Малая поганка	1	1	0
Камышица	0	2	1
Гуменник	0	0	1
Чайка сизая	243	412	290
Чайка серебристая	88	143	130
Чайка озерная	50	39	35
Бургомистр	0	1	0
Всего	8868	8474	9600

Литература

1. Авилова К.В., Виноградов Г.М. Уток, зимующих в Москве, становится меньше // Природа. 1997. №6. С.99—100.
2. Авилова К.В. Зимовки водоплавающих птиц в Москве: итоги 15-го общегородского учета // Природа. 1999. №9. С.32—33.
3. Мешкова Н.Н., Федорович Е.Ю. Ориентировочно-исследовательская деятельность, подражание и игра как психологические механизмы адаптации высших позвоночных к урбанизированной среде. М., 1996.
4. Charitonov N. Monitoring of wintering waterfowl on the Yauza River in Moscow city. Bird Numbers 1998 // 14th Int. Conference of the European Bird Census Council (EBCC). Cottbus, 1998. P.38.

Регресс в эволюции МНОГОКЛЕТОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

В.В.Алёшин, Н.Б.Петров

До недавних пор несколько поколений людей увлекала философия оптимизма. В биологии с ней связано представление о прогрессивной эволюции, которая кажется столь естественной, что люди, знакомые с эволюционной теорией лишь понаслышке, нередко простодушно считают, будто основное ее содержание и есть утверждение о превращении простых организмов в более совершенные. Однако 250 лет назад оптимизма было меньше: в научных трактатах того времени «лестница существ» начиналась с «ангелов», вела через человека, гадов, растения к минералам, т.е. была нисходящей, регрессивной.

Пожалуй, впервые «лестницу существ» перевернул Ж.Б.Ламарк, вскоре после Великой французской революции, изобразив ее как прогрессивную. Он полагал, что особая жизненная сила велит всему живому изменяться по пути прогресса. До Дарвина не было понятия дивергенции видов, и Ламарк полагал, что сосуществование простых и сложных организмов есть следствие самозарождения жизни. При этом высокоорганизованные виды эволюцио-



Владимир Вениаминович Алёшин, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных РАСХН. Основные работы посвящены эволюции нуклеиновых кислот.



Николай Борисович Петров, доктор биологических наук, заведующий лабораторией Научно-исследовательского института физико-химической биологии им.А.Н.Белозерского Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Область научных интересов – зоология и молекулярная филогенетика.

нировали долго, а неразвитые низшие существа — это последние недавнего самозарождения, и им просто не хватило времени, чтобы проделать весь путь прогресса. Позднее Л.С.Берг сравнил такую модель родственных отношений не с привычным родословным деревом, а с хлебным полем с миллионом независимых стебельков жизни. Для полно-

ты сравнения представим, что на этом поле некоторые стебельки уже заколосились, тогда как другие, не стебельки даже, а всего лишь росточки, едва пробившись из Земли. Увы, все знания, добытые наукой, свидетельствуют против представления жизни хлебным полем. Множество детальнейших сходств молекулярной организации говорят о единстве

© В.В.Алёшин, Н.Б.Петров

жизни, об одном филетическом корне у бактерий и человека. Таким образом, вопросы прогресса и регресса надо решать не на гладком ламарковском поле, а на дарвиновском древе.

В наше время специалист лишь изредка обмолвится о прогрессе, и тому много причин. Трудно дать не только строгое, но просто содержательное определение прогрессу. Кто сложнее — кит или муравей? А кто совершеннее? Н.В. Тимофеев-Ресовский спрашивал: что есть человек — венец творения или всего лишь питательная среда для чумной палочки? Рост раковой опухоли — типичный пример биологического прогресса, т.е. жизненного успеха клеточной линии, размножающейся и эволюционирующей некоторое время наперекор защитным силам организма. Она преодолевает их, не создавая, однако, чего-то принципиально нового и совершенно с точки зрения морфологии.

Казалось бы, сравнительная анатомия и палеонтология должны были собрать тысячи примеров прогресса, также как тысячи свидетельств эволюции. На самом деле все обстоит не так просто. Выстроив морфологический ряд из постепенно меняющихся форм, анатом в большинстве случаев не представляет, как его ориентировать: от самой простой формы к сложной, или от сложной к простой, или от некой промежуточной формы вести одну линию в сторону прогресса, другую — в сторону регресса. Прогрессивная ориентация морфологического ряда зачастую не более чем дань благородной надежде на мировой прогресс. Совпадение реальной истории изменения формы с конструктивным ее морфологическим усложнением в рамках сравнительной анатомии остается только гипотезой [1].

Парадокс сосуществования простых и сложных форм

Попытаемся создать масштабную картину прогресса в эволюции животных. Для этого нам понадобятся не только позвоночные животные, которые представляют лишь один тип хордовых, но все действительно разнообразие многоклеточных — более двух десятков типов беспозвоночных животных. Они, при поразительном разнообразии анатомии, выглядят главным образом как червеобразные мягкотелые организмы. Древние осадочные породы заполнены раковинами, иглами, домиками-трубками беспозвоночных. Ископаемые кораллы и губки свидетельствуют об их масштабной рифообразующей роли в прошлом и служат объектом хозяйственной деятельности человека в настоящем. Но из этих камней не извлечь самое главное для сравнительной анатомии — мягкое тело, чтобы изучить под микроскопом детали строения нервной, кровеносной, выделительной систем. Значит, в масштабной картине прогресса нам придется в основном обсуждать ныне живущие виды. Надо признать, набор из «низших» плоских и круглых червей и «высших» циклопов, пойманных в одной луже, не лучшая выборка для доказательства, что в эволюции вымирают низшие формы и развиваются высшие!

Какое место занимают простейшие существа на древе жизни, представляют ли они осколки фаун далеких эпох или свидетельствуют о крайней редукции, вытекающей из паразитического образа жизни? Много копий сломано в спорах о природе ортонектид и дициемид — простейших животных без единого органа [2]. До недавнего времени мало кто вспоминал

о них, хотя когда-то они были знамениты, так как считались переходными группами от инфузорий к многоклеточным. Дело не в том, что виды из этих групп очень уж редкие, мелкие или хозяйственно неважные. Они стали неинтересны потому, что сравнительная анатомия и эмбриология исчерпали свои возможности для выяснения их природы.

В сложных жизненных циклах ортонектид и дициемид в правильном порядке меняется несколько поколений различно устроенных организмов, каждое со своей анатомией, развитаем и размножением. Привычнее всего выглядит свободноплавающее поколение ортонектид — маленькие (менее 1 мм длиной), покрытые ресничками червячки. Каждая ортонектида обильно «начинена» совершенно гомогенным продуктом — яйцеклетками или сперматозоидами. Сквозь эту массу, как недавно обнаружил Г.С.Слюсарев, вдоль тела тянется четыре—шесть мышечных волокон. Больше ничего у ортонектиды нет, по сути это не обычное животное, а самоходная гонада. Рождаются такие создания из гигантской клетки — плазмодия с сотнями ядер. Плазмодий ортонектид неподвижный и прорастает в ткани различных беспозвоночных: офиур, мидий, полихет, морских турбеллярий. В цитоплазме плазмодия, кроме вегетативных ядер, лежат зародыши половых особей, которые по мере созревания проходят через клеточную мембрану плазмодия и покровы хозяина и выходят в морскую воду.

Кое в чем на ортонектид похожи дициемиды, паразиты почечных придатков осьминогов и карактиц (ими заражены практически все крупные животные). Наиболее примечательно поколение под названием нематогены, представляющие собой гигантскую

осевую клетку (до 5 мм длиной) с одним вегетативным ядром. Снаружи она одета чехлом из 20—30 ресничных клеток, число и расположение которых служит видовым признаком. В цитоплазме осевой клетки находятся многочисленные мелкие генеративные клетки (агаметы) и развивающиеся из них эмбрионы на разных стадиях — зародыши нематогенов следующего поколения или столь же малоклеточных (но по-другому устроенных) особей полового поколения, которые производят по нескольку яйцеклеток или сперматозоидов.

Очевидно, что общая установка на прогрессивный характер эволюции недостаточна для признания ортонектид и дициемид предками животных, также как трудно *a priori* представить и возврат многоклеточного животного в почти одноклеточное состояние, свойственное этим группам.

Молекулярные апоморфии

Современная биология нашла способы вырваться из логического круга, в котором прогресс доказывается морфологическими рядами, ориентированными по произволу исследователя. Полвека назад немецкий зоолог В.Хенниг разработал способ, как в массе видов узнать «родственников», находящихся на одной ветви филогенетического древа [3]. Для этого, по Хеннигу, надо найти признак, возникший у родоначальника этой ветви, который достался потомкам и, таким образом, помогает отличить их от потомков других филогенетических линий. Если раньше для доказательства факта эволюции искали рудименты и атавизмы, то сейчас ищут эволюционные инновации (биологи называют их апоморфиями). Причем они не обязательно должны быть

крупными или прогрессивными — достаточно, чтобы они устойчиво сохранялись в своей линии и не возникали конвергентно в других. Самые похожие виды не обязательно самые родственные. С позиции филогенетики цена сходству невелика, если оно не апоморфное. Ранее зоологи считали, что для точного определения родства надо учитывать как можно больше признаков. А теперь стало ясно, что предковые признаки вообще нужно отбрасывать, поскольку они только запутывают дело.

Настоящего расцвета методология Хеннига достигла только недавно в связи с широким использованием в филогении молекулярных признаков [4]. Мы расскажем о тех результатах, которые проливают свет на отношения самых ранних ветвей многоклеточных животных и свидетельствуют о многократных случаях глубокого регресса в основных системах их органов.

Как молекулярные признаки могут помочь в решении вопросов, традиционно находившихся в компетенции зоологии? На первый взгляд генетические тексты из четырех букв монотонны и неинформативны, тогда как сравнительная анатомия, эмбриология и палеонтология открывают неисчерпаемое многообразие форм живой материи. О каждом виде можно написать тома исследований, и, кажется, не счесть признаков, связывающих его с родственными видами. Но это впечатление обманчиво. Ситуация круто меняется, если сравнивать представителей разных типов. В знаменитом споре о том, есть ли единство плана строения животных, великий Ж.Кювье указал на невозможность сравнения медузы и птицы. Где уж тут искать апоморфные индикаторы родства, если нельзя сравнить ни одного органа или даже сто-

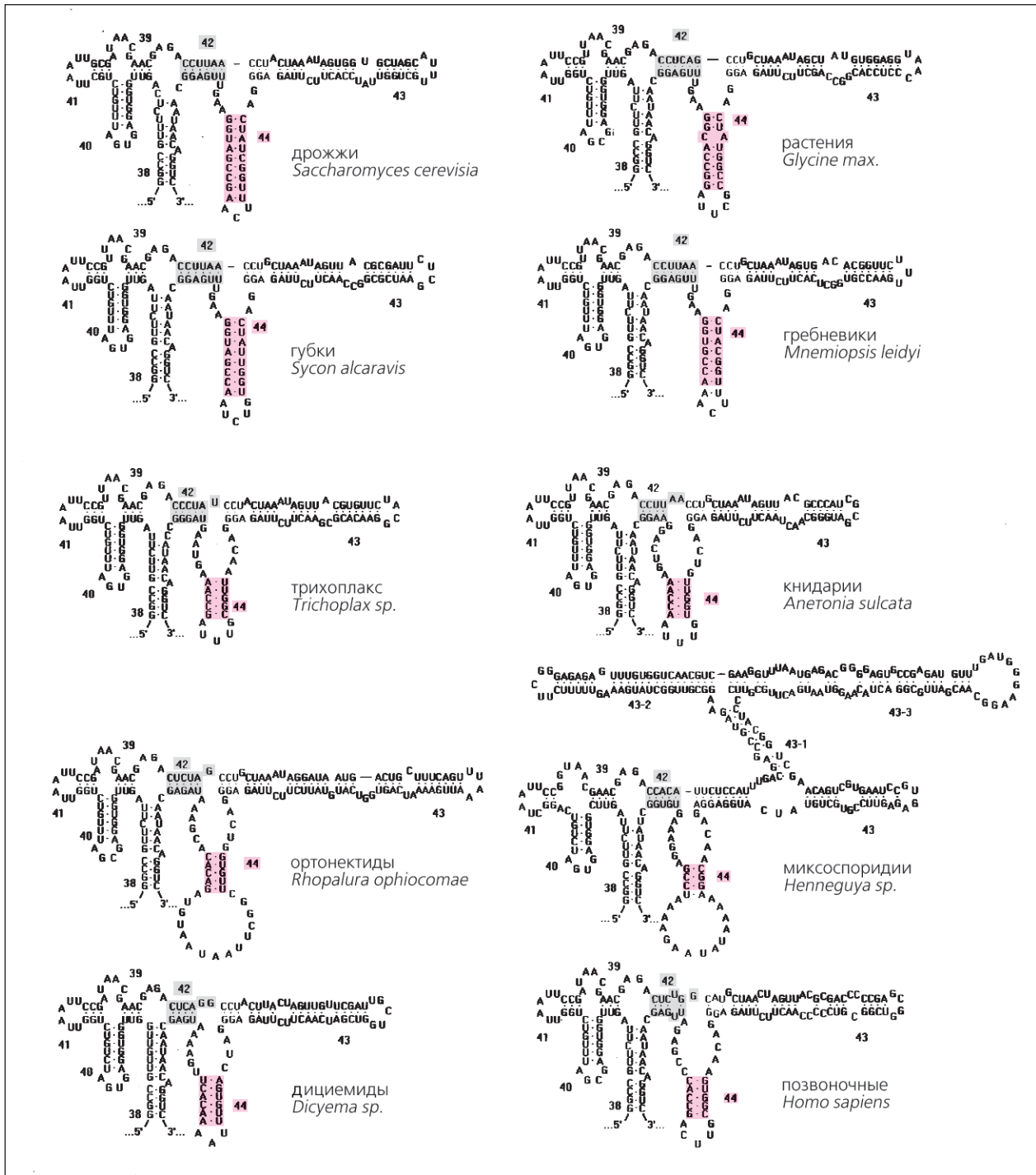
роны тела! Тогда победил Кювье. Теперь, много лет спустя, зоологам известно с десятков гомологий у птиц и медуз на стадиях эмбриогенеза и в клеточном строении, а молекулярные биологи предсказывают существование нескольких тысяч гомологичных генов, в каждом из которых — тысячи нуклеотидов.

Излюбленный молекулярный объект для филогенетических исследований — гены рибосомных РНК (рРНК). В гене 18S рРНК около 1800 нуклеотидов, из них около 1300 — общие у медузы и птицы. В генах птицы и морского ежа сходств больше. Ну а то, что предстает они в виде четырех букв-нуклеотидов, к этому легко привыкнуть, или даже использовать для компьютерной обработки. Привыкли же мы к тому, что нулями и единицами кодируют новости в Интернете и картины из сокровищ Эрмитажа на лазерных дисках. Почему не расшифровать и филогенетическую информацию, не стертую временем из генетических текстов?

Возьмем для сравнения фрагмент гена 18S рРНК из бактерий, одноклеточных эвкариот, растений, грибов и животных разных типов. В нашей лаборатории обратили внимание, что почти у всех животных в области спирали 42 «не хватает» двух нуклеотидов [5]. Как происходила эволюция этого участка? Допустим, у предка он был «короткий», как у большинства животных; тогда у одноклеточных, грибов, растений, у губок, гребневиков и бактерий должны были произойти сотни независимых актов удлинения. Или этот участок у далекого предка был как у одноклеточных, а у ближайшего общего предка животных произошла потеря двух нуклеотидов. Тогда все распределение этого признака на филогенетическом дереве объясняется просто — единственным эволю-

бактерия <i>Escherichia coli</i>	GCAAC CCTTA TCC...n...GGAGACTGCCAGT--GATAA -----ACTGGAGGAAGT TGGG ATGACG
кинетопластида <i>Bodo</i>	GAGAT CCAAG CTGG...n...CAGGATTCCTTGT--TTTGC -----ACAAGGTGAGAT TTGGG CAACA
слизевик <i>Dictyostelium</i>	GAGAC CTCGA CTGT...n...AGGGACTACCTGC--CTCAA -----GCAGGCGGAAGT CCGAGG CAATA
инфузория <i>Paramecium</i>	GAGAC CTTAA CCCTG...n...AGGGACTATGTAT--GTAA -----GTGCATGGAAGT TTAAGG CAATA
споровик: <i>Eimeria</i>	GAGAC CTTAG CTGT...n...AGGGACTTTCGGT--GTCTA -----ACGCAAGGAAGT TTGAGG CAATA
опалина <i>Opalina</i>	GAGAC CTTAT TCTG...n...AGAGACTATCGGC--TTCAA -----GCCGAGGAAGT TTAGG CAATA
бурые водоросли: фукус, <i>Fucus</i>	GAGAC CCCCG CTGT...n...AGGGACTTTCGGT--GACTA -----ACCGAAGGAAGT TGGGG CAATA
диатомовые водоросли: <i>Skeletonema</i>	GAGAC CGCCG CTGT...n...AGGGACTTCATT--CTCAA -----GATGAAGGAAGT TGGCGG CAATA
оомицет <i>Achlya</i>	GAGAC CTCCG CTGT...n...AGGGACTTTCAGT--GACTA -----ACTGAAGGAAGT TGGAGG CAATA
солнечник <i>Ciliophrys</i>	GAGAC CCCCG CTGT...n...AGGGACTTTCGGT--GACTA -----ATCGACGGAAGT TGGGGG CAATA
радиолярия <i>Siphonospaera</i>	GAGG CTATTA TCTG...n...AGAACTAGTTTT--GCCTAA -----AAAGCTGGAAGT TGGTAG CAATA
анаэробная амeba <i>Phreatamoeba</i>	GAGAC CTTAA CCCTG...n...AGGGACTATTTGC--TTCCA -----GCAAATGGAAGT TTGAGG CAATA
раковинная филозная амeba <i>Euglypha</i>	GAGAC CTCGA CTGT...n...AGGGACTATCGGT--GGATA -----GCCGATGGAAGT TCCGAGG CAATA
жгутиконосец <i>Apusomonas</i>	GAGAC CTTAA CCCTA...n...AGGGACTTTTCGGT--GCTTAA -----ACCAAAGGAAGT TTGAGG CAATA
лобозная амeba <i>Acanthamoeba</i>	GAGAC CTTAA CCCTG...n...AGGGACTGTCGGC--GCCTA -----GCCGATGGAAGT TTGAGG CAATA
красные водоросли: <i>Kappaphycus</i>	GAGAC CTGGG CTGT...n...ACGGACTCGGGC--GTCTA -----GTCCGCGGAAGT TCCAGG CAATA
харовые водоросли: <i>Chara</i>	GAGAC CTCAG CTGT...n...AGGGACTTGGAC--ACTA-----G--CCAAAGGAAGT TTGAGG CAATA
высшее растение: бобы, <i>Glycine</i>	GAGAC CTCAG CTGT...n...AGGGACTATGGCC--GCTTA -----GGCCACGGAAGT TTGAGG CAATA
воротничковые жгутиконосцы: <i>Diaphanoeca</i>	GAGAC CTTAA CCCTG...n...AGGGACTATCGGT--GTTTA -----ACCGATGGAAGT TTGAGG CAATA
грибы: хитридиоциеты <i>Chytridium</i>	GAGAC CTTAA TCTG...n...AGAGACTATGTAC--GTTTA-----GTACGTGGAAGT TTGAGG CAATA
дрожжи <i>Saccharomyces</i>	GAGAC CTTAA CCCTA...n...AGGGACTATCGGT--TTCAA-----GCCGATGGAAGT TTGAGG CAATA
шампиньон <i>Agaricus</i>	GAGAC CTTAA CCCTG...n...AGGGACTGTCAGC--GTCTA-----GCTGACGGAAGT TTGAGG CAATA
.....	
губки: стеклянные, <i>Sympagella</i>	GAGAC CTTAG CTGT...n...AGGGACTTGGCT--TGCCCT -----AATCAAAGGAAGT TTGAGG CAATA
обыкновенные, <i>Plakortis</i>	GAGAC CTTAA CCCTG...n...AGGGACAACCTGGC--CCGA-----ACCAGTGGAAGT TTGAGG CAATA
известковые, <i>Scypha</i>	GAGAC CTTAA CCCTG...n...AGGGACTATTTGGT--GTTTA -----ACCGATGGAAGT TTGAGG CAATA
гребневки: <i>Mnemiopsis</i>	GAGAC CTTAA CCCTG...n...AGGGACTATCGGT--TTCAA -----ACCGATGGAAGT TTGAGG CAATA
<i>Hormiphora</i>	GAGAC CTTAA CCCTG...n...AGGGACTATCGGC--TTCAA -----GCCGATGGAAGT TTGAGG CAATA
<i>Beroe</i>	GAGAC CTTAA CCCTG...n...AGGGACTATCGCT--TTCAA -----AGCGATGGAAGT TTGAGG CAATA
.....	
кишечнополостные: сцифоидные, <i>Atolla</i>	GAGAC CTTAT CCCTG...n...AGGGACTGTTGGT--GTTTA-----ACCATCGTAAG-- GAAGG CAATA
кораллы, актиния <i>Anemonia</i>	GAGAC CTTAA CCCTG...n...AGGGACTGTTGGT--GTTTA-----ACCAAAGTCAG-- GAAGG CAATA
гидроидные, <i>Polypodium</i>	GAGAC CTTAT NCCG...n...AGGGACTATCGGT--GTNCGNA-----ASCGAAGCGAG-- GAAGG CAATA
пластинчатые (трихоплакс), <i>Trichoplax</i> ,	GAGAC CCCTA TCCCTA...n...AGGGACAAATGGC--GTTTA -----GCCAAGTAAG-- TAGGG CCATA
микоспоридии: <i>Myxidium</i> ,	GAGAC CCAT TGTCT--...n...AGAGACAGCCGGA--TTGTAA -----GCCGAGGAAG-- CGTGG CAATA
<i>Kudoa</i> ,	GAGAC CCAG CGTCT--...n...AGAGACAAACCGGA--TTTAA -----GCCGGGGGAAG-- CGTGG CAATA
дициемида <i>Dicyema</i>	GAGAC CTCAG ACTTA...n...AAGGA--TCAGTGT--GA-AA -----ACACTTG--AAA-- ATGAG CAATA
ортонектида, <i>Rhopalura</i>	GAGAC CTTAG CCCTG...n...AGGGACTGTTGGT--GTTTA-----ACCATCGTAAG-- GAAGG CAATA
плоские черви: сосальщик <i>Schistosoma</i>	GAGAC CTTAA CCCTG...n...AGGGACAAGCGGC--ACACTTAA ----GTCCGACGAAA-- TTGAG CAATA
круглые черви: <i>Caenorhabditis</i>	GAGAC CTTAG CCCTG...n...AGGGATAAGCGGT--GTTTA -----GCCGCACGAGA-- TTGAG CCGATA
кинориинки: <i>Pycnophyes</i>	GAGAC CTTGG CCCTA...n...AGGGACAAGCGGC--GTTTA -----GCCGATGGAAG-- TTGAG CAATA
приапулиды: <i>Priapulid</i>	GAGAC CTTGG CCCTA...n...AGGGACAAGCGGC--GGCTA -----GCCGCACGAGA-- TTGAG CAATA
членистоногие: паук <i>Aphonopelma</i>	GAGAC CTTAG CCCTA...n...AGGGACAAGTGGC--GTTTA -----GCCGCACGAGA-- CAGAG CAATA
ракообразные: <i>Artemia</i>	GAGAC CTTAG CCCTG...n...AGGGACAAGTGGC--GTCTA -----GCCATATGAGA-- GTGAG CAATA
моллюски: мидия, <i>Mytilus</i>	GAGAC CTTAG CCCTA...n...AGGGACAAGTGGC--GTTTA -----GCCACACGAGA-- TTGAG CAATA
кольчатые черви: <i>Glycera</i>	GAGAC CTTAG CCCTA...n...AGGGACAAGTGGC--GTTTA -----GCCACGCGAGA-- TTGAG CAATA
погонофоры: <i>Siboglinum</i>	GAGAC CTTAG CCCTA...n...AGGGACAAGTGGC--GTATA -----GCCA--ACGAGA-- TTGAG CAATA
иглокожие: <i>Stichopus</i>	GAGAC CTT TGCTTG...n...AGGGACAAGTGGC--TTTCA -----GCCATACGAGA-- TGGAG CAATA
оболочники: <i>Ascidia</i>	GAGAC CTTGG CTTG...n...AGGGACTAGTGGC--GTTTA -----GCCACACGAGA-- TTGAG CAATA
ланцетник <i>Branchiostoma</i>	GAGAC CTTGG CATG...n...AGGGACAGCCGGC--AGTAA -----GCCGCACGAGA-- TGGAG CAATA
позвоночные: человек <i>Homo</i>	GAGAC CTTGG CATG...n...AGGGACAAGTGGC--GTTCA -----GCCACCAGAGA-- TTGAG CAATA

Фрагмент выровненных нуклеотидных последовательностей гена 18S рРНК. Стрелка указывает апоморфный признак (делецию двух нуклеотидов), общий для двусторонне-симметричных животных, стрекающих кишечнополостных, трихоплакса, дициемид, ортонектид, микоспоридий. Гребневки и губки сохраняют предковое состояние этой области гена. Цифрами отмечены двухцепочечные спирали в молекуле рРНК.



Модели вторичной структуры 18S рРНК в области спиралей 42 и 44 различных эукариот. Последовательности нуклеотидов взяты из банка данных GenBank.

ционным событием, или, по Хеннигу, апоморфией. Виды, потерявшие два нуклеотида, представляют собой монофилетическую группу ближайших родственников, включающую почти всех животных,

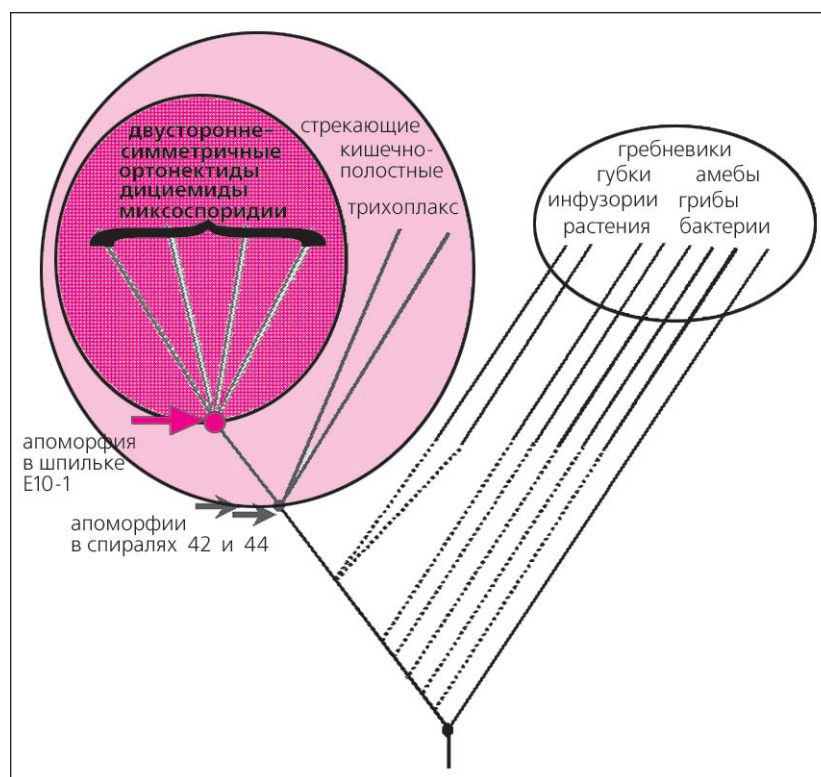
кроме губок и гребневиков, которые по этому признаку больше похожи на бактерий и одноклеточных. Конечно, это не значит, что гребневика родственнее бактериям. Просто предковое сходство беспо-

лезно для установления родства. Ведь о родстве, начиная с Хеннига, судят не по «совокупности всех признаков», а только по апоморфиям.

В рибосоме одноцепочечная РНК находится не в виде

хаотически спутанного клубка нитей — она делает петли и образует, по принципу комплементарности, короткие внутримолекулярные двойные спирали, которые выполняют молекулярную работу по синтезу белка. Важнейшие спирали эволюционно консервативны: стабилизирующий естественный отбор строго следит за их размером и термодинамической устойчивостью. Если в одной ветви спирали произошла мутация, то одновременно фиксируется компенсаторная мутация во взаимодействующем остатке другой ветви, чтобы сохранилась комплементарность [6]. Иначе организмы не выживают. Так первичная структура (последовательность нуклеотидов) в генах и в РНК меняется под действием мутационного процесса, а пространственная структура сохраняется на протяжении длительных отрезков эволюции. Если мы рассмотрим модель вторичной структуры того же фрагмента РНК, то по состоянию шпильки 44 обнаружим еще одну, независимую апоморфию (новый признак) у двусторонне-симметричных и кишечнополостных [5]. Гребневики же и губки и в этом участке сохраняют состояние предков.

Разберем состав вновь выделенной монофилетической группы. Она включает всех двусторонне-симметричных животных, кишечнополостных (медуз, полипов, кораллов), пластинчатых (трихоплакса), но не гребневиков и губок. Гребневики заметно сложнее полипов и медуз: у них есть чувствующий аборальный орган, снабженный мускулатурой щупальца, гонодухты [7]. В учебниках их обычно рассматривают как высшую ступень в эволюции кишечнополостных. Одна из крупнейших зоологических сенсаций прошлого века — открытие А.О.Ковалевским ползающих гребневиков, которых



Последовательное возникновение апоморфий в составе гена 18S рРНК на ранних этапах эволюции многоклеточных животных.

тут же записали в предки двусторонне-симметричных животных. Но из филогенетического анализа молекулярных признаков видно, что на родовом древе гребневики отделились раньше кишечнополостных. Следовательно, современные кишечнополостные существенно упростились по сравнению с гребневиками.

Многоклеточные без органов

Особенно глубоко зашла системная редукция у трихоплакса, еще одного объекта эволюционных спекуляций прошлого века. Трихоплакс («волосатая пластинка») — наиболее просто устроенное многоклеточное животное, и поэтому многие хотели видеть в нем живого предка всех

многоклеточных [8]. В лабораторных аквариумах, где его иногда находят, трихоплакс выглядит как налет грязи на стекле. У этого животного, размером в несколько миллиметров, нет ни переднего, ни заднего конца, ни правой, ни левой стороны. Трихоплакс медленно ползает, напоминая крупную амэбу. Когда на его пути встречается скопление водорослей или бактерий, он наползает на него, прижимается к поверхности стекла и в образовавшуюся временную щель изливает пищеварительные соки. Анатомически трихоплакс похож на сильно сплюснутый пирожок, где между двумя слоями жгутиковых клеток заключена тоненькая «начинка» из отростчатых клеток. У него нет ни одного органа, в том числе рта, кишечника, половых желез, ор-

ганов чувств; нет нервных, мышечных, рецепторных, железистых клеток, которые имеются у гребневиков, отделившихся от ствола многоклеточных раньше трихоплакса, как следует из нашего анализа. Остается признать либо независимое конвергентное происхождение всех этих структур, либо согласиться, что они имелись у общего предка, но утрачены в эволюции трихоплаксом.

Филогенетика недвусмысленно указывает на регресс в эволюции трихоплакса, но не раскрывает его точных механизмов и этапов. Авторитетный в прошлом зоолог Т.Крумбах еще 90 лет назад отверг распространенное тогда мнение об исключительной примитивности трихоплакса и предложил считать его уплотненной личинкой гидромедузы. Хотя теперь трихоплакса рассматривают как взрослое животное (в этом зоологов почему-то убедили дробящиеся яйцеклетки, которые изредка у него бывают), можно использовать идею Крумбаха и предположить, что это многоклеточное животное возникло в результате способности личинок какого-то древнего кишечнополостного к «досрочному» размножению. Такое размножение называется педогенезом, а если оно связано с преждевременным развитием половой системы, то неотенией. Переход к преждевременному размножению личинок и привел к потере морфологических достижений взрослого организма.

Помимо педогенеза можно представить и более постепен-

* Раньше думали, что и в наше время живет полип с широко открытым ртом — полиподиум, паразитирующий в икре осетровых рыб. Как считалось, его энтодерма вывернулась наружу для лучшего контакта с содержимым икринки. На самом деле это не энтодерма, а специальная зародышевая оболочка, сохраняющаяся у взрослого полиподиума и сменявшая функцию. См.: *Райкова Е.В., Напаря Т.О., Ибрагимов А.Ю.* Загадочная паразитическая кишечнополостная // Природа. 2000. №8. С.25—31.

ный регресс: предок трихоплакса, вместо того, чтобы охотиться на живую добычу, как это свойственно большинству «нормальных» кишечнополостных, стал собирать крошки со дна, все шире раскрывая рот*. Если это так, то у трихоплакса есть рот, притом гигантский — он проходит по краю тела. С таким широким ртом ничего не остается, как стать плоским и потерять завоевания предыдущей эволюции.

Выбор из двух предложенных сценариев регресса трихоплакса выходит за рамки задач филогенетики. Очевидно, каждый из них, при сходстве внешнего результата, резко отличается с точки зрения сравнительной анатомии. По первому сценарию трихоплакс обращен к субстрату эктодермой одной из личиночных антимер, сменившей покровную функцию на пищеварительную**, тогда как по второму сценарию — энтодермой. Чтобы понять, как эволюционировал трихоплакс, необходимо определить первично энтодермальные клетки. По строению или функции клеток взрослого животного этого сделать нельзя — эмбриогенез трихоплакса не описан, и неизвестно, имеется ли он вообще. По всей видимости, морфологическое значение двух эпителиальных слоев и слоя внутренних отростчатых клеток вскоре можно будет определить по экспрессии в них «эктодермальных» и «энтодермальных» генов, участвующих в морфогенезе.

Многоклеточные без тканей

Разберем теперь строение другой области макромолекулы 18S рРНК — шпильку E10-1.

** Личинки кишечнополостных не могут быть обращены к субстрату энтодермой, поскольку никогда не питаются, и морфологически энтодермальные клетки всегда находятся внутри зародыша.

Для простоты сразу скажем результат: кишечнополостные и трихоплакс по этому признаку в точности похожи на... гребневиков и губок, а не на двусторонне-симметричных животных! На первый взгляд кажется, что это противоречит предшествующему выводу. Но противоречие исчезнет, если учесть, что апоморфии возникают последовательно. Сходство в шпильке E10-1 кишечнополостных имеют не только с гребневиками, но с растениями, грибами и многими одноклеточными, поэтому ему не следует придавать значения. Наоборот, апоморфное сходство двусторонне-симметричных животных между собой свидетельствует о едином их филетическом корне, от которого и ведет историю их специфическая модификация в E10-1. Кроме «обычных» двусторонне-симметричных животных эта ветвь филогенетического древа включает ортонектид, дициемид [9] и миксоспоридий [10]. Они обладают также апоморфиями в спиральях 42 и 44 и по этому признаку могли уже быть описаны выше, отдельно от одноклеточных, но по состоянию этих спиралей их не отличить от кишечнополостных и трихоплакса. По апоморфии в шпильке E10-1 мы отличаем их от кишечнополостных, но не от двусторонне-симметричных животных.

Хотя у дициемид и ортонектид нет ни одного органа, а большая часть тела подчас всего лишь гигантская (одноядерная или многоядерная) клетка, их все-таки удастся сопоставить с обычными животными. Развитие девственных агамет кое в чем напоминает дробление яиц сосальщиков — паразитических плоских червей со сложным жизненным циклом. Нематоген дициемид в таком случае можно представить как неотеническую гастролу низших червей [11]. В та-

ком случае единственное подобие ткани нематогена — кровные ресничные клетки — надо считать рудиментом эктодермы.

От многоклеточного до одноклеточного — один шаг

Ортонектиды и дициемиды вплотную подошли к грани, отделяющей многоклеточных от одноклеточных. Казалось бы, редукция сильнее, чем у них, невозможна. Но в природе реализуются даже самые немислимые возможности, особенно когда дело касается регресса! Миксоспоридии перешли грань, перед которой задержались ортонектиды и дициемиды [10]. У них исчезли не только всевозможные органы, но клетки всех типов, известные у их предков (многоклеточных животных), а также всякие следы зародышевых листков, и нет ничего похожего на дробление и эмбриональное развитие. Многие виды миксоспоридий наносят ущерб рыбному хозяйству. В учебниках зоологии их рассматривают как протистов.

Наиболее заметная часть сложного жизненного цикла миксоспоридий представлена слабо подвижным многоядерным плазмодием, живущим в мышцах, почках рыб или в беспозвоночных. В плазмодии образуются многоклеточные споры. Их образование можно представить следующим образом: некоторые ядра плазмодия обособляются, окружаются клеточной оболочкой и превращаются в клетку-споробласт. Споробласт несколько раз делится и производит шесть гаплоидных (как гаметы) клеток, которые и формируют спору. Спора — хитроумный механизм для инъекции паразита. Зрелая спора больше всего похожа на шкатулку. Обычно у нее две створки и на каждой по капсу-

ле, очень похожей на стрекательные клетки кишечнорастворимых. В створки заключен зародыш — двуядерная амебоидная клетка или две одноядерные. Когда спору проглатывает промежуточный хозяин (олигохета), стрекательные нити с силой распрямляются и вонзаются в стенку кишечника, створки раскрываются, зародышевая клетка выползает из них и — только одна — внедряется в кишечную стенку хозяина.

Хоть спора и многоклеточна, в ней нет признаков зародышевых листков. Такая многоклеточность совсем не похожа на обычную, свойственную прочим животным и, как следует из филогенетического анализа, предкам миксоспоридий. Удивительным образом миксоспоридии многоклеточны на гаплоидной фазе жизненного цикла, которая у остальных животных всегда одноклеточная, представленная сперматозоидами и яйцеклетками [12].

Это открытие, сделанное в результате анализа генов рРНК, инициировало поиски других признаков многоклеточных у миксоспоридий. И действительно, в их геноме обнаружили гены семейства Нох, которые у прочих животных устанавливают переднезаднюю ось зародыша и управляют развитием органов вдоль этой оси [13]. Функция генов Нох у миксоспоридий пока неясна.

Молекулярный компас для морфологического ряда

В нашей реконструкции филогенетических отношений мы руководствовались особенностями строения молекул, не имеющих никакого отношения к анатомическим признакам, таким как строение полости тела, организация нервной системы, тип симмет-

рии взрослого животного или эмбриона. Молекулярные признаки гена рРНК полностью независимы от них.

Использование огромной количественной информации о строении молекул уже сейчас привело к размещению некогда загадочных групп на филогенетическом древе. Новая филогенетическая информация напоминает революцию, произведенную в зоологии внедрением методов сравнительной эмбриологии. Тогда, например, выяснилось, что оболочники — не моллюски и не губки, а хордовые, т.е. близкие родственники позвоночных, что сакулина — паразит крабов, прорастающий в их тело и больше всего похожий на нити грибницы, — на самом деле ракообразное. Среди молекулярных признаков многие универсальны, связаны с выполнением неизменных клеточных функций. Они гомологичны у всех типов эвкариот и не зависят от экологии вида, которая нередко искажает личиночное развитие. Установленные на их основе филогенетические отношения легко проецировать на морфологические ряды, для которых появляется относительно универсальный компас, не зависящий от палеонтологических находок предполагаемых предков и субъективной интерпретации их строения. Независимость такого способа ориентации ряда от морфологии макроскопического тела позволяет проверить закономерности морфологической эволюции, в частности соотношение регресса и прогресса. Даже среди паразитических форм, регресс которых не удивляет научную общность, степень деградации миксоспоридий представляет собой явление из ряда вон выходящее, требующее переосмысления морфологической характеристики высших многоклеточных, к кото-

рым до сих пор относили двусторонне-симметричных животных, а теперь надо отнести и микроспориций. Мы видим катастрофические последствия морфологической деградации свободноживущего трихоплакса, тем не менее вполне совместимые с процветанием его как вида. Не исключено, что многие современные виды с «благопо-

лучной» морфологией прошли в своей истории этапы глубокого системного упрощения.

Очевидно, регресс — это эволюционная тенденция, которую нельзя не учитывать. В то же время эволюционный прогресс, в который мы верили, на самом деле оказывается на удивление хрупким и уязвимым, потому что лю-

бые прогрессивные приобретения утрачиваются с легкостью, казавшейся ранее немислимой. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проекты 99-04-48840, 00-15-97905; Министерства образования, проект 97-10-146.

Литература

1. Беклемишев В.Н. Методология систематики. М., 1994. С.89.
2. Малахов В.В. Загадочные группы морских беспозвоночных. М., 1990.
3. Емельянов А.Ф., Расницын А.П. Систематика, филогения, кладистика // Природа. 1991. №7. С.26—37.
4. Антонов А.С. Происхождение основных групп наземных растений // Природа. 1997. №10. С.55—63; *Он же*. Геномика и геносистематика // Там же. 1999. №6. С.19—26.
5. Алёшин В.В., Владыченская Н.С., Кедрова О.С. и др. // Молекуляр. биология. 1998. Т.32. С.359—360.
6. Gutell R.R., Noller H.F., Woese C.R. // EMBO J. 1986. V.5. P.1111—1113.
7. Чиндонова Ю.Г. Глубины океана из иллюминатора // Природа. 1999. №9. С.45—57.
8. Малахов В.В., Незлин Л.П. Трихоплакс — живая модель происхождения многоклеточных // Природа. 1983. №3. С.32—41.
9. Pawlowski J., Montoya-Burgos J.I., Fabrni J.F. et al. // Mol. Biol. Evol. 1996. V.13. P.1128—1132.
10. Smothers J.F., Dohlen C.D. van, Smith L.H. et al. // Science. 1994. V.265. P.1719—1721.
11. Малахов В.В. // Журн. общ. биологии. 1976. Т.37. С.387—403.
12. Успенская А.В. // Цитология. 2000. Т.42. С.719—722.
13. Anderson C.L., Canning E.U., Okamura B. // Nature. 1998. V.392. P.346—347.

Найдены новые следы экспедиции Дж. Франклина

Минуло уже более 150 лет со времени гибели экспедиции английского полярного исследователя Дж.Франклина (1786-1847), искавшего морской путь между Атлантическим и Тихим океанами через моря и проливы Канадского Арктического архипелага. Корабли участников похода «Террор» и «Эребус» были раздавлены льдами, а их экипажи — 128 офицеров и матросов — погибли. Только спустя более полувека был найден путь, названный Северо-Западным проходом. По нему от Гренландии к Аляске прошел на судне «Йоа» за три зимовки 1903—1906 гг. Р.Амундсен.

О давней трагедии во льдах известно очень мало. Но недав-

но в провинции Нунавут (Канада) были обнаружены пять надмогильных камней и останки 30 участников экспедиции Франклина. Теперь появилась надежда разыскать остальных и выяснить обстоятельства гибели полярников (Sciences et Avenir. 2000. №644. P.24. Франция).

Атлас естественной радиоактивности Франции

Основной источник естественной радиоактивности Земли — радон, образующийся в результате распада урана и радия. Специалисты французского Института ядерной защиты и безопасности выпустили первый атлас концентраций радо-

на в жилом фонде всех департаментов страны (Sciences et Avenir. 2000. №644. P.16. Франция). Для составления карт потребовалось провести более 12,5 тыс. измерений в течение 18 лет.

Наиболее высокое содержание этого газа (в ед. активности — более 150 Бк/м³) отмечено в домах, построенных из гранитных и вулканических пород. Специалисты рекомендуют проверять целостность внутренних покрытий жилищ и хорошо проветривать помещения, поскольку радон накапливается в замкнутых пространствах. Канцерогенное действие радона предполагается оценить в дальнейшем — по материалам анкетирования населения.



Ставрополье в условиях приграничья

С.В.Рязанцев

На протяжении ряда последних лет в России отмечается устойчивое сокращение численности населения: рождаемость снижается, а смертность растет [1]. Особое значение в некоторых, как правило приграничных, регионах приобрела миграция. Эта сторона демографической ситуации требует внимательного изучения, так как необходима для выработки стратегии национальной безопасности.

Новым российским приграничьем в 90-е годы стал Северный Кавказ. Демографическая ситуация здесь интенсивно исследуется, охватывая практически всю географию региона: Северную Осетию, Кабардино-Балкарию, Краснодарский и Ставропольский края, Ростовскую обл.

Мы постарались проанализировать эту проблему на примере Ставрополья — края, оказавшегося в новых геополитических условиях. Нас интересовали три аспекта:

— динамика численности населения региона в 90-е годы, роль миграции и естественного движения;

— показатели смертности, в том числе под воздействием новых геополитических факто-



***Сергей Васильевич Рязанцев**, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и регионоведения Ставропольского государственного университета. Область научных интересов — социально-экономические последствия этнических миграций.*

ров (террористических актов и пр.);

— трансформация миграционных процессов, их влияние на социально-экономическое развитие региона и международные отношения в нем.

Материал основан на разнообразных источниках. В частности, использованы данные Государственного комитета по статистике и Миграционной службы Ставропольского края.

Геополитическая особенность Ставропольского края

обусловлена его расположением в центре Северного Кавказа. Уинстон Черчилль назвал этот регион «мягким подбрюшьем» России, подчеркивая его важное военно-стратегическое и транспортное значение. Борьба за влияние на Северном Кавказе в 90-е годы фактически перешагнула границу России: ряд арабских стран под эгидой ваххабизма стал оказывать военную помощь чеченским бандитским формированиям.

Близость Ставропольского

© С.В.Рязанцев

края к беспокойной Чеченской республике превратила его в приграничный регион, население и экономика которого испытали на себе все тяготы этого соседства. Граница с Чечней проходит на юго-востоке Курского р-на, длина ее всего 114 км, однако и этого контакта хватило, чтобы сказаться на ресурсах края — людских, материальных и финансовых. Вплоть до начала антитеррористической операции в Чеченской республике население и власти Ставрополя жили в постоянном напряжении. Не проходило и дня без нападений боевиков, захватов заложников, угонов скота, транспортно-бандитизма.

Нестабильность обстановки существенно повлияла на расселение и миграцию населения в восточных районах края. На протяжении 90-х шло обезлюдение границы. Сегодня приграничные чабанские поселки умирают, население в них сократилось до минимума. Выезжают в основном русские. Ближайший к границе крупный населенный пункт — пос. Мирный — стал центром размещения штаба «Зоны 3-А», как называют в регионе этот опасный участок. Вдоль границы размещены блок-посты милиции, пространство между ними охраняют патрули и наблюдатели с вышек. Поскольку проблема защиты этого участка границы общекраевая, на страже стоят работники органов внутренних дел. Кроме того, создаются отряды самообороны. По некоторым оценкам, укрепление режима на границе с Чечней и обеспечение безопасности населения уже обошлись Ставропольскому краю примерно в 2 млн долл. США [2].

Потери населения региона в последнее десятилетие возросли. Известные акты терроризма в Ставропольском крае — захват заложников в Буденновске (июнь 1995 г.) боевиками во главе с Ш.Басаевым и взрыв на вокзале в Пятигорске (1997) — унесли жизни не одной сотни человек.

Стратегическую значимость Ставропольского края *de facto* подтверждает размещение здесь 160 воинских подразделений, передислоцированных из Закавказья и других неблагоприятных районов России. В Ставрополь же перенесли штаб Особого Кавказского пограничного округа. За период с 1992 по 1997 г. только краевой центр принял 40 воинских подразделений, 60-тысячный Буденновск — около 11 тыс. военных и членов их семей.

Близость края к регионам, где происходили и происходят вооруженные конфликты, объясняет большой приток вынужденных мигрантов. Этнический, профессиональный, возрастной составы, уровень образования этих людей очень различны и заметно влияют на социально-экономическое развитие и межнациональные отношения в регионе.

Динамика численности населения

Согласно переписи 1989 г., в Ставропольском крае проживало немногим более 2.4 млн человек. В 90-е годы население постоянно увеличивалось. Это происходило несмотря на устойчивую депопуляцию в стране после 1991 г. Причиной послужила иммиграция, ставшая своего рода «демографическим амортизатором» естественной убыли. Лишь к началу 2000 г. впервые численность населения в Ставропольском крае не увеличилась, а осталась на том же уровне 2.7 млн чел., по данным официальной статистики.

В Ставропольском крае миграционная составляющая прироста традиционно была значительной. В советские времена (70—80-е годы) ее вклад колебался от 36% до 60%. После распада СССР с изменением геополитических условий роль миграции в формировании населения Ставрополя начала быстро

увеличиваться: в 1991 г. прирост населения обеспечивался миграцией на 85%, с 1993 г. — полностью.

С 1993 г. на Ставрополье рождаемость стала существенно ниже, чем смертность. В 1990 г. среднее число рождений на тысячу человек составляло 14.6, в 1999 г. — всего 8.9; смертность же за эти годы не опускалась ниже 12.8 на тыс. чел.

Снижение рождаемости в регионе имеет в основном две причины. Социально-экономическую — низкий достаток и сложные жилищные условия (особенно у молодых семей). В Ставропольском крае численность населения с доходами ниже прожиточного минимума достигла к началу 1998 г. 39% от общей. При сложившемся уровне цен многим семьям приходится сталкиваться с резким повышением затрат на содержание и воспитание ребенка. В результате многие отказываются от рождения очередных детей или откладывают это на будущее. Вторая причина — психологическое влияние нестабильной обстановки, когда женщины опасаются за будущее своих детей. Небольшое снижение рождаемости связано также с потерями мужчин-военнослужащих в военных действиях.

В результате суммарный коэффициент рождаемости снизился с двух детей на одну женщину в 1990 г. до 1.4 ребенка в 1997 г. Парадоксально, но при этом Ставрополье все еще относится к регионам страны с повышенным уровнем рождаемости. Причина этого — в этническом составе населения края. Для многих народов Кавказа (армян, чеченцев, ногайцев, даргинцев, туркмен) характерны многодетные семьи, и у них до сих пор рождаемость остается высокой. В частности, среди русского населения рождаемость в три раза ниже, чем у даргинцев: 14.1 и 38 рождений на тысячу жителей соответственно.

Смертность

Положение со смертностью населения в крае сохраняется достаточно неблагоприятное: к 1999 г. ее показатель увеличился на 35% по сравнению с 1989-м. Среди причин смерти нарушение кровообращения (ишемическая болезнь сердца, инфаркт, инсульт, на которые приходится около 58% всех смертей); злокачественные новообразования (14%) и неестественные причины (10%). Например, за 1997–1998 гг. количество смертей от травм выросло на 4%; рост смертности вызван и социальными причинами (наркоманией, алкоголизмом, убийствами).

Смертность мужчин трудоспособного возраста в пять раз превышает женскую. Каждый третий умерший в этом возрасте мужчина погибает от неестественных причин (в том числе убийств) или нарушений в системе кровообращения. У женщин преобладают сердечно-сосудистые заболевания (около 30% всех женских смертей в трудоспособном возрасте) и новообразования. Потери в результате военных действий в Ставропольском крае — важная составляющая общей смертности.

Бесспорно, террористический акт в Буденновске повлиял на показатель смертности населения города и района, хотя справедливости ради надо признать, что увеличение показателя смертности носило кратковременный характер. Краевой комитет по статистике в июне 1995 г. установил 169 смертей, это пик в годовой динамике смертности населения города (в это число вошли и смерти от несчастных случаев).

Печальный опыт Буденновска заставил ввести в перечень причин смертности графу «убийства». Любопытно, но именно тогда в городе был зафиксирован самый низкий показатель рождаемости за весь год. Правда, рост числа мертво-

Таблица 1
Численность населения Ставропольского края на начало года, тыс. человек

1990	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
2410.4	2551.0	2585.9	2621.1	2673.8	2682.4	2689.1	2689.1	2651.9

Здесь и далее источник: данные Ставропольского краевого комитета по статистике.

Таблица 2
Роль естественного и миграционного прироста в общем приросте населения, тыс. человек

Годы	Естественный прирост	Миграционный прирост	Общий прирост	Доля миграционного прироста в общем приросте, %
1975	12.5	7.1	19.6	36.2
1980	10.4	11.8	22.2	53.2
1985	12.1	13.3	25.4	52.4
1989	10.9	16.8	27.7	60.6
1990	7.9	24.7	32.6	75.8
1991	5.6	31.3	36.9	84.8
1992	3.0	0.9	43.9	93.2
1993	-5.8	40.7	34.9	100
1994	-6.2	41.4	35.2	100
1995	-7.6	24.3	16.7	100
1996	-9.2	16.0	6.8	100
1997	-9.5	18.0	8.3	100
1998	-7.8	15.7	7.9	100
1999	-11.9	12.7	0.8	100

Таблица 3
Основные показатели естественного движения населения в Ставропольском крае, на 1 тыс. жителей

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Рождаемость	11.0	11.3	10.7	9.8	9.6	9.7	8.9	9.2
Смертность	14.5	15.6	15.0	14.2	13.8	12.8	13.4	13.8

Таблица 4
Естественное движение населения Буденновска по месяцам 1995 г., человек

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Рождаемость	81	56	61	52	65	42	66	86	58	63	62	53
Смертность	83	68	71	73	78	169	73	65	56	68	63	94
Естественный прирост	-2	-12	-10	-21	13	-127	-7	21	2	-5	-1	-41

Таблица 5
Коэффициент смертности в Буденновске и Буденновском районе в 1990–1998 гг., на 1 тыс. человек

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Город	10.2	10.0	11.2	12.5	13.3	15.1	13.0	12.5	11.9	13.3
Район	13.5	12.7	13.6	13.4	14.6	15.1	13.9	14.2	13.7	13.8
Край	11.5	11.6	13.3	13.3	13.7	13.5	13.2	13.1	12.8	13.4

рожденных детей в период стрессовой ситуации статистически не подтвердился.

Вполне закономерно, что увеличение смертности в абсолютных цифрах привело к увеличению относительного показателя. В Буденновске коэффициент смертности существенно вырос по сравнению с предыдущим годом и опередил средний краевой показатель. В следующем, 1996 г., этот показатель для города опустился, став ниже краевого, что и доказывает роль террористического акта в июне 1995 г.

Существуют различные оценки количества жертв. Приведем некоторые из них. Согласно первой, которая дана главой администрации Буденновска Н.А.Ляшенко, в городе погибло 142 человека [3]. По версии местных журналистов — 126 [4]. По третьей оценке — сообщениям судебно-медицинских органов города о вскрытиях — 111. По четвертой версии, выдвинутой в ходе официального расследования Генеральной прокуратурой, зафиксировано 130 погибших [5]. Именно последнее число можно считать наиболее правдоподобным.

В ходе изучения поименного списка жертв удалось установить, что жителей Буденновска среди них было около 60%, остальные — либо из прилегающих сел, либо из других регионов России. Погибшими оказались русские, даргинцы, армяне, чеченцы и представители других национальностей. Хотя, согласно различным оценкам, раненых в Буденновске было от 200 до 250 человек, умершие в больницах дали небольшое увеличение показателя смертности [6].

Согласно нашему опросу, от действий террористов пострадали все заложники. События настолько сильно повлияли на жителей Буденновска, что официальным данным относительно количества жертв верят только 20% населения, назвав

в своих анкетах число жертв от 120 до 150 человек. Следует учесть для объективности, что не дали вообще ответа на данный вопрос под разными предлогами 29% опрошенных. Считают, что жертв было от 150 до 1 тыс. человек — 49%, а 2% называют просто огромные цифры 3—10 тыс. человек. Это нельзя объяснить, на наш взгляд, просто отсутствием информации, причина кроется также в своеобразном психологическом потрясении очевидцев событий и свидетельствует о формировании у населения определенного стереотипа относительно официальных заявлений властей.

Миф об огромном (несколько тысяч человек) количестве жертв оказался несостоятелен, но гибель 130 человек отозвалась болью в сердцах жителей края и города. Это были первые наиболее крупные демографические потери 90-х за пределами «горячих» точек.

После этих событий Ставропольский край понес целый ряд демографических потерь от неестественных причин смертности. Волна терроризма захлестнула регион еще в начале 90-х годов, когда несколько раз совершались попытки угона самолетов из Минеральных Вод. Некоторые террористические акты приводили к жертвам среди мирного населения. В июле 91-го при захвате террористами автобуса в Минеральных Водах погибли шесть человек и 11 были ранены [7].

С началом войны в Чеченской республике по краю прокатилась новая волна терроризма, сопровождавшаяся многочисленными жертвами. В частности, в апреле 1999 г. чеченцами был организован крупный террористический акт на железнодорожном вокзале в Пятигорске, который унес жизни двух человек, и 30 были ранены. Тогда же произошло жестокое убийство четверых милиционеров на границе Ставропольского края и Чечни. В июне

2000 г. — нападение и убийство трех врачей-эпидемиологов, работавших в Грозном. Этот ряд можно было бы продолжить. Назвать точную цифру общих потерь населения Ставропольского края на протяжении 90-х годов в настоящее время нельзя, поскольку работа в этом направлении еще не завершена.

По сведениям, обнародованным генералом В. Маниловым по телевидению, в ходе первой чеченской кампании погибло 3826 человек, число раненых было оценено им в 17 892. В период 1999—2000 гг. в ходе антитеррористической операции погибли 2585 человек и 7505 были ранены. Определенная доля этих потерь — жители Ставропольского края.

Миграция населения

После распада СССР структура миграционных потоков на территории Ставропольского края качественно изменилась. Появились беженцы и вынужденные переселенцы, мигранты-военные, экологические мигранты, мигранты из стран ближнего зарубежья. Решение вопросов, связанных с обустройством вынужденных мигрантов и мигрантов-военных, перешло в разряд острейших региональных проблем. Сразу же следует рассеять распространенное на различных уровнях заблуждение относительно масштабов иммиграции в Ставропольский край. Оказывается, что в новых геополитических условиях иммиграционные потоки сократились.

На территории региона можно выделить несколько категорий прибывающих. В 90-е годы Ставрополье принимало ежегодно 10—20 тыс. человек, в основном из Закавказья, Средней Азии, Украины. По итогам 1999 г. количество их составило всего 8 тыс. человек. Значительным был и остается поток из регионов России, прежде всего из

неблагополучных районов: в 1998 г. — около 80% всех прибывших.

Вынужденные мигранты — беженцы и переселенцы из бывших республик СССР и различных регионов России. Их количество на 1 января 2000 г. с момента начала регистрации в 1992 г., по данным миграционной службы, достигло 75 тыс. человек. Официальный статус вынужденного переселенца имели 35.4 тыс. человек, а остальные были исключены из учетных данных по причине истечения срока предоставления статуса. По итогам 1999 г., статус вынужденного переселенца получили более 3.2 тыс. человек, 80% которых — из Чеченской республики. В пределах края вынужденные мигранты расселены крайне неравномерно, концентрируясь в крупных городах и некоторых удобных и транспортно доступных районах.

Экономические мигранты — из районов Крайнего Севера и приравненных к нему территорий. Масштабы этого миграционного потока точно оценить крайне трудно из-за недостатка статистических данных. По нашим расчетам за период 1992—1999 гг. этих людей прибыло 50—60 тыс. человек, многие из которых — бывшие жители края или имеют здесь родственников. Их миграцию можно назвать заранее подготовленной, а иногда и возвратной, поскольку они имеют жилье или возможность его купить.

Мигранты-военнослужащие и бывшие военные, передислоцированные из стран Восточной Европы и бывшего СССР, — следующая категория иммигрантов. Сосредоточение в крае более 160 воинских подразделений потребовало строительство новых военных городков и жилых кварталов.

Масштабы иммиграции из стран дальнего зарубежья значительно ниже. Отличаются мигранты нелегальные и транзитные. *Нелегальные мигранты* — выходцы из стран Африки,

Таблица 6
Масштабы миграционного потока, тыс. человек

Годы	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Поток	230.6	201.3	172.9	173.3	157.7	150.6	145.9	138.2	129.6	123.9	118.0

Ближнего и Среднего Востока, Азии и некоторых государств СНГ. Они делятся на две категории: пытающихся незаконно въехать на территорию региона и оставшихся здесь после обучения в вузах. По данным постов миграционного контроля, нелегально прибывает 70—300 человек в год. Большинство из них возвращается обратно, некоторые остаются на территории края, не подавая официальных ходатайств на пребывание и жительство. По оценкам около трех четвертей нелегальных мигрантов желают получить российское гражданство, но не могут это сделать по различным причинам, главная из которых — бюрократические препоны. Четверть «нелегалов» не намерены менять гражданство. В основном они занимаются коммерческой или иной деятельностью в некоторых отраслях экономики края.

Вторая категория нелегальных мигрантов, бывшие студенты из развивающихся стран Азии и Африки, которые не желают или не могут вернуться на родину по политическим или социально-экономическим причинам. Некоторые из них заключают браки или ищут другие способы получить российское гражданство, но многие продолжают оставаться «нелегалами», поскольку власти не решают их проблем со статусом и гражданством. Проживают они в основном в Ставрополе и Пятигорске, где ранее обучались. По ориентировочным прогнозам миграционной службы Ставропольского края, на территории региона находится примерно 300—400 таких мигрантов.

Транзитными мигрантами на территории Ставрополья

стали жители некоторых стран ближнего зарубежья, которые хотят выехать в другие регионы страны. Это мигранты из Армении, Азербайджана и Грузии. Зачастую их миграция носит экономический характер. Жители этих стран часто приезжают по коммерческим делам и осуществляют перевозку различных товаров в Россию.

Число *внутрикраевых мигрантов* постепенно сокращается, что связано с падением уровня жизни большинства населения, сложностями и дороговизной переезда. В 1998 г. внутри края сменили место жительства всего 28 тыс. человек, что гораздо ниже, чем в предыдущие годы. Около трети внутрикраевых переселений приходится на миграцию из городской местности в сельскую.

По итогам 1999 г., за пределы края выехали 25 тыс. человек. Количество *эмигрантов* в страны дальнего зарубежья (США, Германию, Грецию, Израиль) составляло в 90-е годы около 2—2.8 тыс. человек ежегодно. В 1995 г. примерно 1.5 тыс. эмигрировали в страны дальнего зарубежья. Преимущественно эмигрируют этнические немцы и евреи. Не случайно 55% всех эмигрантов направлялись в Германию, 19% — в Израиль, 16% — в США.

Этнические и межнациональные отношения

На основе анализа ситуации за последнее десятилетие по показателю миграционного прироста в Ставрополье можно выделить из 120 этнических групп несколько основных.

Первую составляют народы,

миграционные потоки которых имеют *положительный, но постепенно снижающийся миграционный прирост*. Прежде всего это славянские народы — русские, украинцы, белорусы. Сокращение это достаточно существенно: миграционный прирост русских по итогам 1998 г. в сравнении с 1989 г. на Ставрополье сократился на треть. Подобную динамику миграционных показателей имеют татары, греки и осетины.

Вторая группа — этносы, тренд миграции которых изменился с отрицательного на положительный на рубеже 80—90-х годов или несколько позже. В Ставропольский край происходит приток из различных регионов России и стран СНГ грузин, азербайджанцев и туркмен. За 1998 г. миграционный прирост чеченцев, согласно официальным данным, составил около 350 человек. Разоренная войной Чеченская республика с катастрофическим показателем безработицы и низким уровнем жизни большинства населения снова стала источником миграции чеченцев, которые ищут лучшей доли в России.

Третья группа — народы, миграционный прирост которых достаточно стабилен. Например, у армянской диаспоры он достиг своего пика в 1993 г. — 4,9 тыс. человек, но оставался высоким и до недавнего времени — 3,5 тыс. человек в 1998 г. Кстати говоря, армяне занимают второе место в Ставропольском крае по показателю естественного прироста, уступая лишь даргинцам. Прирост ногайской диаспоры достиг своего рекордного показателя в 1998 г. — 544 человека — и вырос по сравнению с 1989 г. в семь раз. Приток ногайцев происходит в основном из Чеченской республики.

Четвертая группа включает народы, у которых изменился миграционный прирост с *положительного на отрицательный*. С 1993 г. происходит интенсивный отток даргинцев

Таблица 7
Национальный состав населения Ставропольского края

Народы	По итогам переписи 1989 г.		Расчетные данные на начало 1999 г.	
	тыс. человек	%	тыс. человек	%
Русские	2024,1	86,5	2198,9	82,89
Армяне	70,2	3,0	111,2	4,1
Украинцы	62,9	2,6	71,4	2,6
Даргинцы	32,7	1,4	38,1	1,4
Греки	26,8	1,1	32,5	1,2
Ногайцы	15,5	0,7	18,9	0,7
Чеченцы	15,0	0,7	13,7	0,5
Всего	2410,4	100	2652,6	100

(миграционная убыль 1,1—1,3 тыс. человек ежегодно). Выезжают и другие народы Дагестана — аварцы, кумыки, лакцы и агулы. С 1995 г. наблюдается миграционный отток цыган.

Пятая группа состоит из немцев — этнической группы, которая с 1989 г. имела *стабильный отрицательный* миграционный прирост, показатель которого увеличился в два раза к 1992 г., когда эмиграция стала массовой. Немцы, прибывающие из Казахстана и стран Средней Азии, используют Ставрополье в качестве «плацдарма» для дальнейшей миграции в Германию.

Миграционные процессы оказывают свое влияние на межнациональные отношения. На протяжении 90-х годов было отмечено несколько фактов проявления мигрантофобии коренного населения в отношении различных этнических меньшинств.

Выступления коренного населения происходили, например, против *месхетинских турок*. В станице Советской Кировского р-на казаки совершали противоправные действия против этой группы мигрантов, прибывших в край после погромов в Фергане в 1989—1990 гг. Неоднократно поднимали «турецкий вопрос» жители Курского р-на.

Крупные выступления отмечены также против *армян*. В 1994 г. из станицы Лысогорской Георгиевского р-на была выселена армянская семья, под-

верглись проверке паспортного режима со стороны казаков несколько семей мигрантов, был поврежден автомобиль армянина. В 1995 г. на митинге казаков в Георгиевске звучало требование выселить армян.

Отмечены факты выступлений и против *цыган*. В с. Октябрьском Ипатовского р-на в 1994 г. местные жители потребовали выселить цыган, которые не проживали здесь постоянно, и только вмешательство местной администрации погасило конфликт. Крупное выступление русскоязычного населения против цыган было отмечено в пос. Ленинский Минераловодского р-на.

Активные выступления коренного населения отмечались против *даргинцев* в селах Архиповском Буденновского р-на и Варениковском Степновского р-на в 1994 г. Летом 1999 г. крупный конфликт произошел в с. Иргаклы, где ногайская община выступила против «засилия» даргинцев.

В июне 1997 г. состоялся митинг в с. Коммаяк, на который собрались 70 казаков из Степновского, Георгиевского и Александровского районов и потребовали выселения *аварской* семьи из пяти человек. Причиной стало задержание главы семьи за совершение преступления.

После террористического акта в Буденновске начинается целая серия выступлений, которые были направлены против *чеченцев* и других «лиц кавказской национальности». Обста-

новка в регионе была накалена до предела, и заявления некоторых политиков и лидеров казачества о необходимости «разобраться» с чеченцами нашли выход в некоторых районах. Удерживать ситуацию под контролем властям в тот момент было крайне сложно.

Обострение межнациональных отношений в Ставропольском крае в 90-е годы имеет несколько причин. Попробуем их обозначить. Во-первых, — *правовые (юридические) проблемы*. Многие мигранты не имеют возможности легализовать свое положение, получить прописку, зарегистрировать домовладения, купленные на основании «ручных сделок», и пр. Зачастую препятствуя легализации мигрантов, власти только обостряют межнациональное противостояние.

Во-вторых — *политические и этнополитические причины*. К ним относятся возрождение и становление казачьих объединений в русскоязычных регионах и национальных движений и обществ в республиках Северного Кавказа. На ранних этапах казачество нашло в этнических мигрантах объект для реализации идей «этнической чистоты».

В-третьих — *этностатусные причины*. Они проявляются в требованиях повышения политической роли отдельных этнических групп и создания национальных автономий. В Ставропольском крае в последние годы обострилась ногайская проблема. Лидеры местной общины требуют создания автономии и повышения своего статуса.

В-четвертых — *экономические причины*. В них отражены экономическая стратификация населения, конкуренция за рабочие места и владение землей, что особенно актуально для сельскохозяйственного региона.

В-пятых — *социальные причины*. В начале современного массового переселения мигрантов коренное население

ощутило острый дефицит потребительских товаров. В настоящее время с мигрантами иногда связывают рост преступности и появление ее новых видов (распространение наркотиков и др.).

В-шестых — *демографические причины*. Проявляются они в интенсивном переселении и высокой рождаемости у этнических мигрантов, в том числе месхетинских турок, армян, курдов на фоне депопуляции других этнических групп, прежде всего русских.

В-седьмых — *социокультурные, или бытовые, причины*. Они выражаются во вполне закономерном изменении условий жизни в процессе увеличения диаспор иной культуры. В этих условиях обычные бытовые проблемы часто приобретают ярко выраженную этническую окраску.

И последнее — *религиозные причины*. Немало мигрантов — мусульмане, в то время как большинство коренного населения исповедует христианство.

Социально-экономическое развитие региона

Миграционные потоки оказывают противоречивое влияние на социально-экономическое развитие региона. Например, согласно расчетам, с ростом иммиграции на 1% безработица в крае увеличивается на 0,2%, причем в наиболее тесной зависимости находятся показатель количества вынужденных мигрантов и уровень безработицы в Буденновском и Нефтекумском районах — территориях, испытывающих значительную иммиграционную нагрузку. К началу 1997 г. на одну вакансию в Благодарненском р-не претендовали 190 человек, Нефтекумском — 90, Буденновском — 53.

Отметим, что подобная связь миграции и безработицы обнаруживается не везде. Зачастую

в районах, испытывавших максимальный приток мигрантов (Предгорном, Шпаковском, Кавказских Минеральных Вод), уровень безработицы гораздо ниже, чем там, где миграционный приток невелик или даже отмечен отток населения. Видимо, здесь, в районах с относительно развитой инфраструктурой и более емким потребительским рынком, мигрантам гораздо легче найти источник существования в виде любого заработка, чем в сельскохозяйственных районах края с узкой специализацией и ограниченной емкостью потребительского рынка. Многие мигранты, не находя возможности трудоустроиться по специальности, занимаются мелкорозничной и челночной торговлей, продажей урожая с приусадебных участков, оказывают различные услуги населению.

В результате корреляционно-регрессионного анализа установлена тесная связь между миграционным приростом и уровнем преступности на Ставрополье. Последний за период с 1985 по 1994 г. вырос в 1,3 раза и на 90% вызван миграцией. Рост преступности связан с близостью к «горячим» точкам, транспортной доступностью территории, наводнением края оружием.

Приток мигрантов привел к повышению цен на жилье: 1 м² в Ставрополе, Пятигорске, Ессентуках, Кисловодске оценивается в 35—450 долл. США, что существенно выше, чем там, где происходил отток. Обратная ситуация сложилась в приграничных населенных пунктах Курского р-на — хороший дом с хозяйственными постройками и землей здесь можно купить за 25 тыс. руб. (в Ставрополе однокомнатная квартира стоит как минимум 130 тыс. руб.).

Бюджет Ставропольского края испытывает острую нехватку средств. В предыдущие годы постоянно требовалось выделять из федерального бюджета дополнительно около

235.6 млрд руб. в год (по данным казначейства) на программы в области здравоохранения, правоохранительную деятельность, социальную политику и систему образования, т.е. подпитывать те сферы, на которые непосредственно воздействует миграция. Полностью издержки еще не покрыты, по нашим оценкам только за период 1992—1997 гг. они составили около 760 млн руб.

Крайне негативно отразилось несвоевременное поступление денежных средств от Министерства обороны на расходы по содержанию передислоцированных воинских частей. Эта нагрузка легла на плечи местных товаропроизводителей (с/х предприятий и хлебокомбинатов) и объектов социальной инфраструктуры края (жилищно-коммунальных служб, больниц). На 1 августа 1998 г. издержки краевого бюджета составили более 178 млн руб.

Можно выделить и несколько положительных последствий миграции. В некоторых приграничных районах именно воинские части стали гарантами общественной безопасности населения. Кроме того, миграция оказала стабилизирующее влияние на демографическую ситуацию, компенсируя потери населения в результате резкого снижения рождаемости. Поток вынужденных мигрантов спас от закрытия некоторые сельские

школы. Интересно, что в Буденновском р-не с введением воинских частей повысилось количество браков (на браки с военнослужащими приходится половина всех зарегистрированных).

Миграционный поток составляют в основном высококвалифицированные специалисты. По данным миграционной службы края, 17% вынужденных мигрантов имеют высшее и около 30% среднее специальное образование. Социально-экономический эффект от их миграции начал проявляться только сейчас. Например, в Северо-Кавказском государственном техническом университете в Ставрополе был открыт факультет нефти и газа, костяк коллектива которого составляют высококвалифицированные преподаватели из Грозненского нефтяного института. Преподавательский состав многих вузов и даже сельских школ края пополнился кандидатами и докторами наук. Из бывших республик СССР и неблагополучных районов России в край прибыли учителя и врачи, которые в некоторых районах буквально вдохнули новые силы в социальную сферу.

Видимо, эффект от миграции на Ставрополье еще до конца не сказался, наверняка интеллектуальный потенциал мигрантов станет важным фактором развития экономики региона в будущем.

Итак, с изменением геополитического положения Ставропольского края демографические процессы претерпели существенную трансформацию. Изменились показатели смертности и рождаемости.

В формировании населения региона постоянно увеличивалась роль миграции. Миграционные потоки оказывают противоречивое воздействие на социально-экономическое развитие; но из-за вынужденного, стрессового характера миграций край, во всяком случае, нуждается в трансфертах со стороны федерального правительства. С другой стороны, знания и профессиональная подготовка многих мигрантов — интеллектуальный потенциал развития экономики в будущем.

Миграция меняет этнический состав населения Ставропольского края и часто становится причиной обострения межнациональных отношений. Решение проблем края невозможно без продуманной национальной и миграционной политики как краевых, так и федеральных властей, которая нашла бы компромисс между правом человека на свободу передвижения и интересами региона. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 00-06-80369.

Литература

1. Римашевская Н.М. «Русский крест» // Природа. 1999. №6. С.3—10.
2. Щербаков Г. // Ставроп. правда. 1999. №184.
3. У города «черных платков» проблем еще немало // Вестн. юга России. 1998. Июль.
4. Смирнов В. Буденновская трагедия: Хроника журналистского расследования. Ставрополь, 1995.
5. Апалькова А.М., Кабалалиева А.С. и др. Буденновск. Черный июнь 95-го. Буденновск, 1996.
6. Государство для того и существует, чтобы защищать своих граждан // Ставроп. правда. 1995. №125.
7. Пидоренко И. // Ставроп. правда. 1991. №141.

Новости науки

Космические исследования

Новые «марсианские» планы НАСА

В ноябре 2000 г. НАСА США опубликовало 15-летние планы дальнейших исследований Марса, составленные с учетом прежних неудач (в том числе потери аппаратов «Mars Climate Orbiter» и «Polar Lander»). Девиз новой стратегии: «Больше науки, но не столь быстрыми темпами». Важнейший пункт прежнего плана — доставка на Землю образцов с Красной планеты — отложен на следующее десятилетие.

Нынешний подход предусматривает проведение экспедиций двух видов: с участием спутников и аппаратов, снабженных посадочными модулями. Главные цели запусков — изучение климата и геологии Красной планеты, а также поиски следов воды и жизни — как минувшей, так и существующей.

Первым в новом расписании значится орбитальный аппарат «Odyssey», запущенный 7 апреля 2001 г. За ним в 2003 г. последуют два небольших аппарата с марсоходами на борту, которые опустятся независимо друг от друга. А еще через два года наступит черед сложного картографического спутника, который будет в состоянии различать объекты величиной с волейбольный мяч.

На 2007 г. намечен запуск итальянского спутника связи, который расширит возможности передачи команд и получения информации от других участников экспериментов. Примерно в то же время НАСА отправит к Марсу сложный спускаемый аппарат, вероятно, оснащенный буровым устройством, способным обнаруживать подповерхностную влагу,

а также марсоход значительного радиуса действия. Тогда же планируется начать исследование Марса с помощью доставляемых к планете аппаратов «Scout», представляющих собой небольшие дирижабли или автоматические самолеты.

Аппарат для доставки на Землю образцов марсианского грунта будет запущен не ранее 2011 г. Образцы придут на Землю через два-три года после его запуска.

В течение ближайших пяти лет на исследования Марса ежегодно предстоит расходовать от 400 до 450 млн амер. долл., т.е. на треть больше, чем предполагалось ранее.

Science. 2000. V.290. №5493. P.915 (США).

Астрономия

Темная сторона Япета

Япет — спутник Сатурна — был открыт в 1671 г. итальянским астрономом Джованни Кассини. Он же заметил и странную закономерность: по одну сторону Сатурна Япет в шесть раз ярче, чем по другую! Астроном предположил, что часть поверхности Япета неспособна в такой же мере отражать свет Солнца, как другая. И действительно, анализ изображений спутника, полученных с помощью «Вояджера», показал, что по отражательной способности в видимом диапазоне спектра одно его полушарие уступает другому в 10–20 раз. Нигде более в Солнечной системе такой сильный контраст не наблюдается.

Несмотря на многочисленные попытки, объяснить природу темно-красного вещества, покрывающего половину поверхности Япета, до сих пор не удавалось. Причина кроется в том, что его инфракрасный спектр (а именно в этом диапазоне темная поверхность Япета

достаточно ярка для наблюдений) практически лишен характерных деталей, которые позволили бы восстановить химический состав темного покрытия спутника.

Т.Оуэн (Т.Оwen; Институт астрономии Гавайского университета, США) и его коллеги решили подробно разобраться в этом вопросе, получив спектр Япета в диапазоне длин волн 2.4–3.8 мкм, на которых спутник еще не исследовался. Наблюдения проводились на британском инфракрасном телескопе UKIRT (Гавайские о-ва, США).

Объединив свои результаты с данными предыдущих исследований, авторы работы построили спектр излучения темного полушария Япета в диапазоне 0.3–3.8 мкм и попытались подобрать вещество с нужными спектротометрическими параметрами, но в то же время достаточно обычное для Солнечной системы.

Оказалось, что наилучшим образом на роль этого вещества подходит смесь аморфного углерода, водяного льда и солинов — соединений, синтезируемых при пропускании электрического разряда через смесь молекулярного азота и метана. Углерод (сажа) обеспечивает низкое альbedo смеси в оптическом диапазоне. На присутствие водяного льда указывает поглощение на длинах волн 1.5 и 2.0 мкм. Солины же ответственны за красноватый цвет смеси и, частично, вместе с водяным льдом, за характер поглощения вблизи длины волны 3.0 мкм.

Но как могли попасть на поверхность Япета, лишенного атмосферы, вещества, синтезируемые в газе? Между тем потенциальный источник солинов расположен буквально «под боком» — это крупнейший спутник Сатурна Титан. Его плотная атмосфера состоит в основном из молекулярно-

го азота с небольшой примесью метана (несколько процентов). Фотохимические реакции в верхней атмосфере Титана могут приводить к синтезу солинов, которые затем конденсируются на поверхности спутника. За 4,5 млрд лет существования Титана их могло скопиться достаточное количество. Остается лишь объяснить, как солины перелетели с одного спутника на другой.

Авторы работы предполагают, что причиной этого «перелета» могло стать падение на Титан крупного метеорита, в результате которого в систему Сатурна было выброшено солиновое облако; часть его вещества Япет, перемещающийся втрое дальше от Сатурна, чем Титан, нагреб на себя, подобно бульдозеру. Япет всегда обращен к Сатурну одной стороной, поэтому и по своей орбите всегда движется одним и тем же полушарием вперед. Эта гипотеза объясняет, почему именно оно оказалось «выпачканным».

Icarus. 2001. V.149. P.160–172 (США).

Физика

Высокотемпературный эффект Мейснера в медьсодержащих фуллеридах

Фуллериды (фуллеренсодержащие кристаллические соединения) привлекают внимание исследователей как сверхпроводящие материалы с довольно высокой критической температурой. Так, монокристаллические образцы X_3C_{60} , где X — атом щелочного металла, становятся сверхпроводящими при температурах ниже 31 К. Однако в последнее время интерес к сверхпроводящим фуллеридам начал спадать, что в первую очередь связано с химической нестабильностью этих материалов на воздухе. Работа А.В.Приходько, О.И.Конькова (Санкт-Петербургский государственный технический университет), возможно, даст новый толчок этим исследованиям.

Авторы экспериментально наблюдали эффект Мейснера в поликристаллических медьсодержащих

(в количестве менее 0,2% мас.) фуллеридах при температурах ниже 110 К. Этот эффект служит ключевым критерием сверхпроводимости в образце и проявляется в вытеснении магнитного поля из объема исследуемого материала при температурах ниже критической. Температурные зависимости силы, выталкивающей образец из магнитного поля при $T < T_c$, определяли с помощью усовершенствованного измерителя толщины пленки, отягощающей своим весом расположенную под ней кварцевую пластину высокочастотного генератора. При наличии пленки масса колеблющегося кварца увеличивается, а резонансная частота уменьшается пропорционально присоединенной массе (и значит, — толщине пленки). Авторы перевернули толщиномер «вверх ногами» и подставили под намагниченную пленку исследуемый образец. Охлаждая его до температур ниже T_c , наблюдали всплытие пленки («левитацию») до соприкосновения с кварцевой пластиной и измеряли сдвиг частоты генерации. В качестве опорных данных использовали результаты измерений той же зависимости, полученные для образца известной сверхпроводящей керамики $YBa_2Cu_3O_{7-x}$, критическая температура которой 91 К. Согласно оценкам авторов, доля объема сверхпроводящей фазы в исследованных образцах составляла $\approx 0,1\%$. Конечно, это немного, и электрическое сопротивление всего образца равным нулю не становится. Тем не менее локально сверхпроводимость в изученных фуллеридах при температурах около 100 К можно считать установленной.

Физика и техника полупроводников. 2001. Т.35. С.687 (Россия); <http://perst.issph.kiae.ru/inform/perst/p105/index.html>

Техника

Сверхпроводники приходят в электросеть

В ближайшее время в пригороде Детройта (США) начнутся работы по замене в действующей энергосистеме медных кабелей

на сверхпроводящие. Если эта работа завершится успешно, то, как считают сторонники новой технологии, можно будет начать отсчет новой эры в передаче электроэнергии. Сверхпроводящая электросеть будет более эффективной, надежной и значительно более экономной в сравнении с существующими. Переход к сверхпроводникам в энергоснабжении по своей значимости можно сравнить с переходом к волоконно-оптической передаче информации в системах телекоммуникаций.

В детройтском проекте 1000 кг медного провода предполагается заменить на 360 кг сверхпроводящего, изготовленного из высокотемпературного висмутсодержащего сверхпроводника $BiSrCaCuO$. В действующей подземной сети медный провод охлаждается маслом, а новый будет охлаждаться жидким азотом. Согласно расчетам, детройтская сверхпроводящая электросеть должна поставлять электроэнергию 14 тыс. потребителям.

Как заявил один из руководителей проекта, Д. фон Доллен (D. von Dollen; Исследовательский институт энергетики), его участники осознают, что только успех этого эксперимента может послужить стартом хорошей гонки — ведь организация, обслуживающая потребительскую энергосеть, довольно консервативна, и хотя электроинженеры сети понимают, что новый уровень токонесущей способности кабелей поможет решить множество стоящих перед ними проблем, сначала они хотели бы увидеть «сверхпроводящий Детройт» в работе.

<http://perst.issph.kiae.ru/inform/perst/p102/index.html>

Биотехнология

Ферменты-реставраторы

Способность протеолитических ферментов расщеплять белки вне организма используется в самых неожиданных областях человеческой деятельности, например для реставрации культурных цен-

ностей (старинных книг, картин, костюмов).

Специалисты из Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова выделили из камчатского краба *Paralithodes camtsbatica* смесь ферментов, содержащую коллагенолитическую сериновую протеиназу, трипсин, эластазу, металлопротеиназу и аминокептидазу. Препарат, названный ими морикразой, очищает загрязненные белковыми веществами поверхности и поэтому хорошо зарекомендовал себя в реставрационной работе. Однако его использование все-таки ограничено — ферменты продолжают действовать и после того, как загрязняющие белки удалены. Чтобы остановить разрушающий процесс, ферменты нужно или инактивировать, или удалить с реставрированной поверхности. Предложенные специалистами ингибиторы протеиназ не принесли ожидаемого успеха, так как ферментов в морикразе несколько. Остается одно — промывать реставрируемые поверхности соляной кислотой, что, естественно, сказывается на их сохранности.

В.Б.Скобелева, Г.Н. и Ю.А.Руденские (тоже из МГУ) разработали способ, который позволяет устранить морикразу, не прибегая к ингибиторам и соляной кислоте.

Авторы считают, что затруднений с реставрацией не возникнет, если препарат предварительно иммобилизовать («закрепить») на носителе — полимерной пленке из слабосшитого N,N,N-триметиламиноэтилакрилата. Покрыв реставрируемую поверхность пленкой с иммобилизованными ферментами, ее легко удалить после того, как белки будут разрушены. Правда, активность ферментов в таком состоянии несколько снижается, но зато увеличивается их стабильность. А это позволяет «консервировать» морикразу и применять ее по мере необходимости.

Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. 2000. Т.41. №6. С.395 (Россия).

Зоология

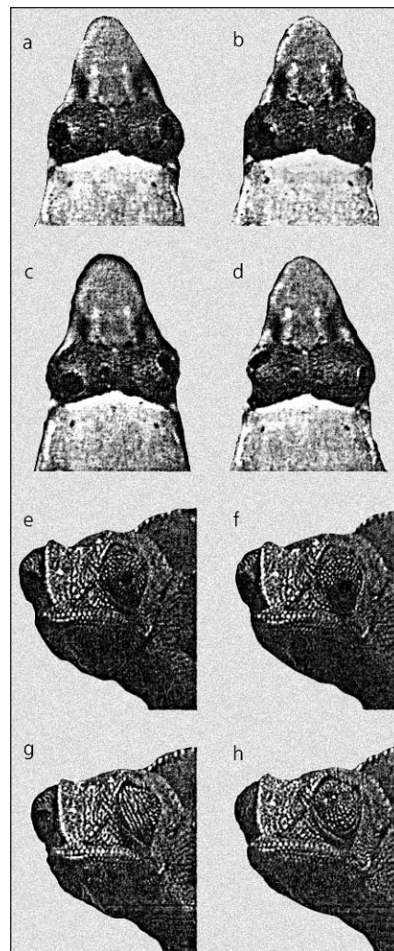
Рыбы с хамелеоновыми глазами — яркий пример конвергенции

Ящерицы-хамелеоны славятся не только способностью изменять окраску тела, но и своими удивительными глазами. Огромные, полусферические — они защищены веками с кольцевым краем, которые могут практически полностью скрывать глазное яблоко, оставляя лишь небольшое отверстие напротив зрачка. Когда хамелеон переводит взгляд, это отверстие перемещается синхронно со зрачком. Глаза при этом необычайно подвижны — легко поворачиваются почти на 180° по горизонтали и 90° по вертикали. Более того, их движения совершенно независимы друг от друга: одним глазом ящерица может смотреть вперед, другим — вбок. Такие особенности необходимы этим медлительным животным, охотящимся на мелких подвижных насекомых. Только чрезвычайно острое зрение и широкий обзор позволяют хамелеонам находить, а затем, точным броском длинного липкого языка, ловить добычу.

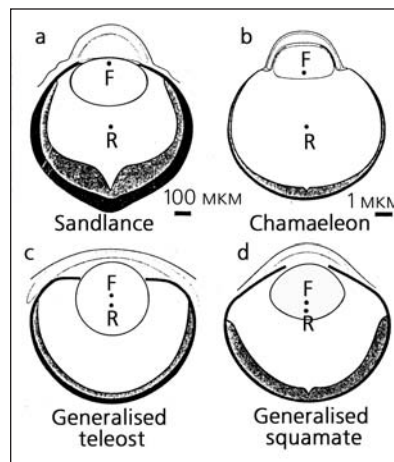
У других пресмыкающихся подобного оптического аппарата нет; зато недавно выяснилось, что им обладают малоизвестные тропические рыбы-лимнихты *Limnichthyes fasciatus* из семейства Creediidae¹.

Австралийские исследователи во главе с Дж.Д.Петтигрю (J.D.Pettigrew; Квинслендский университет) сравнили органы зрения лимнихтов и хамелеонов *Chamaeleo dilepis*. Сходство оказалось еще более разительным, чем представлялось при внешнем осмотре: глаза этих рыб имеют такую же, как у хамелеонов, форму; покрыты таким же кольцеобразным веком и могут двигаться в очень широком диапазоне углов независимо друг от друга; у тех и других оптическая сила хрусталика понижена, а роговицы — повышена. Таких глаз нет ни у кого из других представителей костистых рыб и чешуйчатых пресмыкающихся! И еще — у сравниваемых

¹ Current Biology. 1999. V.9. №8. P.421—424.



Глаза лимнихта (а–д), глаза хамелеона (е–h).



Строение глаза у лимнихта (а), хамелеона (b), костистых рыб (с), чешуйчатых пресмыкающихся (d).

животных очень высока скорость аккомодации глаза: 720 Дптр/с — у лимнихта, 60 Дптр/с — у хамелеона. Исследователи обнаружили

и другие оптические особенности, свойственные только позвоночным этих двух групп.

Такая удивительная конвергенция объясняется, видимо, некоторыми сходными чертами образа жизни этих абсолютно разных животных. Исследователи полагают, что в обоих случаях отбор благоприятствовал развитию такого режима работы глаз, который в наибольшей степени позволяет локализовать мелкую добычу и произвести точный бросок на нее. Одновременно происходило развитие кольцевого века, наилучшим образом защищающего жизненно важный орган — глаз.

© Д.В.Семенов,

кандидат биологических наук
Москва

Гидробиология

О пользе быть съеденными

Вспышки «цветения» синезеленых водорослей (цианобактерий) в прудах — событие довольно неприятное, так как резко ухудшает качество воды. Неудивительно, что поиск путей их предотвращения относится к числу важных прикладных задач пресноводной гидробиологии. Одна из существующих методик основана на таком воздействии на трофическую цепочку, при котором срабатывают отдаленные последствия. Для этого из пруда изымается заметная часть планктоноядных рыб, что ведет к увеличению численности несъеденных рыбами дафний. Размножившись, они поедают больше цианобактерий и подавляют вспышку «цветения». Однако иногда отмечается падение числа синезеленых в воде после изъятия рыб и без увеличения биомассы растительноядного зоопланктона. Похоже, рыбы каким-то образом напрямую усиливают развитие синезеленых, поэтому количество последних уменьшается именно в результате прекращения такой стимуляции.

Природу стимуляции попыталась выяснить группа ученых из Красноярского института биофизики СО РАН и Красноярского университета (В.И.Колмаков, Н.А.Гаевский, М.И.Гладышев). Внимание исследо-

вателей привлек тот известный факт, что в период «цветения» кишечник планктоноядных рыб бывает просто набит водорослями. В одном из прудов во время вспышки «цветения» синезеленой водоросли *Microcystis aeruginosa* был выловлен десяток карасей. Содержимое их кишечника более чем на 60% состояло из колоний *M. aeruginosa*, не имевших видимых повреждений. Изучение особенностей флюоресценции водорослей, изъятых из кишечника карасей и из пруда, показало, что пигментные комплексы фитопланктона в кишечнике рыб (даже в его задних отделах) не подвергались разрушению. Более того, будучи помещены в экспериментальные сосуды, «карасиные» водоросли начинали размножаться, причем заметно интенсивнее, чем контрольные, взятые непосредственно из пруда. Выше были и показатели их фотосинтетической активности.

Таким образом, впервые было прямо показано, что синезеленые водоросли сохраняют способность к размножению и фотосинтезу, оказавшись в кишечнике рыб, более того, проходящие через кишечник заметно стимулируют их рост. Возможно, это происходит либо в связи с дополнительной подпиткой водорослей фосфором (не в результате прямого обогащения — фосфора в воде хватало, — а благодаря тонким биохимическим процессам, облегчающим его усвоение водорослями), либо за счет механического очищения колоний от слоя отмерших клеток, сдерживавших их рост. Остается неясным, извлекают ли из всего этого пользу сами караси. Однако обнаруженный эффект, несомненно, должен учитываться при планировании и проведении биоманипуляций в рыбохозяйственных водоемах.

ДАН. 2001. Т. 376. №4. С.563—565 (Россия).

Геоботаника. Эволюция

Фиалки прибыли в тропики с севера

Гавайские о-ва всегда интересовали биологов-эволюционистов. Дело в том, что в геологическом

смысле этот архипелаг очень молод: прошли какие-нибудь десятки миллионов лет с тех пор, как он возник в центральной части Тихого океана под действием подземных вулканических сил. А раз так, то все растения и животные, ныне населяющие острова, — это потомки давних «иммигрантов». Каким-то образом они пересекли гигантские расстояния, отделяющие архипелаг от расположенных по окраинам океана континентов, и расселились по островам.

По мнению ученых, предки нынешних гавайских растений появились там в разное время в ходе примерно 300 «десантных высадок». Считалось, что сородичи большей части этих «колонистов» произрастают в иных тропических районах земного шара.

Но американские эволюционисты Баллард и Ситсма (Ballard, Sitsma) неожиданно обнаружили, что некоторые вселенцы прибыли на Гавайские о-ва из далекой и холодной Арктики. К такому выводу специалистов привел филогенетический анализ рода фиалки. Оказалось, что ближайшие ее сородичи встречаются в Сибири и на Аляске, а вовсе не в Южной Америке, как полагали ботаники.

Как же эти растения попали на архипелаг? Баллард и Ситсма обращают внимание, что там зимует множество видов аляскинских перелетных птиц. Вполне возможно, что именно они и переносят семена растений. Во всяком случае в экспериментах, поставленных недавно с фиалкой, выяснилось, что в зобе птиц семена могут транспортироваться на большие расстояния, не теряя всхожести. Теперь специалисты намерены провести молекулярный анализ и других растений, чтобы вскрыть связи тропиков с полярными областями.

Evolution. 2000. V.54. P.1521 (США).

Медицина

Проблема тройной вакцинации

В январе 2001 г. А.Уэйкфилд и С.Монтгомери (A.Wakefield, S.Montgomery) опубликовали в журнале «Adverse Drug Reaction and

Toxicologica Reviews» обзор, в котором утверждается, что тройная вакцина, применяемая против кори, свинки и краснухи, может вызвать у привитых детей болезнь Крона и аутизм.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), одна из главных причин высокой детской смертности в развивающихся странах – корь, от которой ежегодно погибают около 875 тыс. детей. Свинка, или эпидемический паротит, не уносит жизни детей, но у 10% перенесших эту болезнь развивается асептический менингит, реже – энцефалит, приводящий к летальному исходу. Врожденная краснуха (во всем мире ежегодно регистрируется до 100 тыс. случаев этой болезни) тоже опасна своими последствиями: переболевшие дети страдают слепотой, глухотой или умственной отсталостью.

Руководство ВОЗ подчеркивает, что применение тройной вакцины основано на результатах надежных исследований, доказавших эффективность и безопасность вакцинации. Между тем авторы опубликованного обзора не цитируют и не обсуждают работы других специалистов, доказавших, что корреляция между аутизмом, болезнью Крона и применением вакцины отсутствует.

Statement World Health Organization. Press Release WHO/2. 25 January 2001 (Швейцария).

Охрана природы

Каланы не хотят переселяться

Калан, или морская выдра (*Enbydra lutris*), обитает на побережьях Тихого океана, в том числе калифорнийских. На свою беду это животное славится красивым мехом, поэтому азартная охота на него шла уже в конце XVIII — начале XIX в. В результате к 1911 г. калан был почти истреблен во всем ареале. Благодаря принятым затем мерам по охране вида его численность начала восстанавливаться, но он по-прежнему остается в «Красной книге Международного союза охраны природы».

К сожалению, процветание калана не везде приветствуется местными жителями: обладая незаурядным аппетитом (30-килограммовая особь ежедневно потребляет 7–8 кг пищи), он поедает морских ежей, морское ушко, рыбу и составляет серьезную конкуренцию рыбакам.

С начала 80-х годов Служба рыбного хозяйства и охраны животного мира США пыталась создать искусственную колонию морской выдры на о.Сан-Николас, расположенном примерно в 100 км к западу от Лос-Анджелеса, из тех животных, что обитали на побережье Южной Калифорнии от Сан-Диего до мыса Консепсьон. Но такому вселению, с одной стороны, воспротивились рыбаки-островитяне; с другой же — не захотели менять место жительства сами морские выдры: из 140 переселенных особей на острове к настоящему времени осталось не более 25.

В 1993 г. бесплодные попытки интродукции были прекращены, но проблема сохранения вымирающего вида осталась. Решение ее ожидается в ближайшее время. Science. 2000. V.289. №5483. P.1271 (США).

Охрана природы

На защиту ресурсов моря

Территориальные воды США простираются на 320 км от берегов, но к числу заповедных до сих пор относилось менее 1% из них. Теперь по инициативе правительства особо охраняемую часть этой акватории решено расширить к 2015 г. до 20%. Прежде всего это касается коралловых рифов на северо-западе Гавайских о-вов (они занимают 12 тыс. км², что составляет 70% всей площади имеющихся в водах США коралловых построек). Кроме того планируется сместить судоходные линии, проходящие вдоль побережья штата Калифорния, где морская флора и фауна наиболее уязвимы.

Для создания системы морских охраняемых участков и дальнейшего управления ими разрабатывается специальная программа; она рассчитана на 10 лет и будет финансироваться не только из государствен-

ного бюджета, но и общественных и частных фондов.

К планированию программы и ее выполнению будут привлечены не только американские ученые, но и их коллеги еще из 15 стран, в том числе России. Для начала предстоит провести перепись морской флоры и фауны, для чего будут использованы глубинное драгирование, наблюдения со спутников и самолетов, оборудованных самыми современными приборами. Вся информация будет заноситься в Интернет, на что уже выделено 3.7 млн долл. США; выполнение же всей программы, как предполагают, обойдется в 1 млрд долл.

Science. 2000. V.288. №5471. P.1567, 1575 (США).

Экология

Жечь или не жечь?

По данным Управления лесного хозяйства США, 17 млн га государственных лесов в западной части страны перестойные и подвергаются риску катастрофических пожаров. В связи с этим федеральные власти санкционировали в 1999 г. сознательное выжигание лесов на площади 931 тыс. га, что вдвое превышает среднегодовую (за последнее десятилетие) площадь естественно выгорающего леса. Американские экологи продолжают спор о том, где и в какой мере необходимо проводить вырубку деревьев и их подконтрольное выжигание. По мнению министра внутренних дел (в его ведении находятся федеральные земли и леса) Б.Бэббитта (B.Babbitt), многие лесные районы следует вернуть в состояние естественного равновесия, в каком они находились до заселения людьми. Для этого специалисты должны выяснить, как именно в свое время выглядел каждый такой район, а ведь изменявшиеся климатические условия неоднократно меняли и облик растительных сообществ.

Несколько лет назад в национальном парке «Коконино» (одноименное плато, штат Аризона) был организован пробный пожар, после которого в нижних этажах леса заметно возросло количество расти-

тельных видов, улучшилось состояние старых деревьев и уменьшился риск верховых пожаров, когда огонь быстро перекидывается с вершины на вершину. На основе эксперимента составлен план вырубki и подконтрольного выжигания этого леса; начиная с весны 2000 г. в ряде урочищ будет вырублено до 90% деревьев, после чего природу оставят в покое, дав полную свободу естественным процессам.

Еще одно соображение высказывает эколог Ч.Кей (Ch.Kay). Он напоминает, что землепользование в Америке началось еще 10 тыс. лет назад, и экосистема складывалась под воздействием людей. Поэтому необходимо заранее решить, к какому именно состоянию следовало бы ее вернуть. Будущее лесов США определится окончательно в ближайшее десятилетие.

Science. 2000. V.287. №5453. P.573 (США).

Геология. Геохимия

На Земле нет гранита древнее

На конференции Американского геологического союза (ноябрь 2000 г., Рино, штат Невада) всеобщий интерес вызвал доклад геохимиков У.Пека (W.Peck; Колгейтский университет, штат Нью-Йорк) и Дж.Велли (J.Welly; Университет штата Висконсин, Мадисон), которые продемонстрировали образец циркона ($ZrSiO_3$) размером в четверть миллиметра из горного района Джек-Хиллс в штате Западная Австралия, по своему возрасту превосходящий почти все известные породы на Земле.

Циркон часто встречается в богатых кремнеземом породах, например в гранитах. Прочная структура и химическая инертность позволяют ему сохраняться в условиях земной коры длительное время. До сих пор древнейшим для гранита считался возраст 4 млрд лет. Но при анализе циркона Джек-Хиллс выяснилось, что он образовался значительно раньше.

Исследователи датировали образец гранита, выделив из него 20 мкм³ циркона и измерив в нем изотопный состав свинца на сверх-

высокочувствительном ионном микрозонде. (Речь идет о свинце, который образовался в результате радиоактивного распада урана.) Оказалось, что возраст циркона 4.4 млрд лет. Вероятно, наша планета тогда представляла собой единый магматический «океан». Однако и в то время на его поверхности образовывались отдельные блоки твердых пород, которые затем снова подвергались частичному плавлению. Эта магма второго поколения, содержащая реликтовые зерна циркона, впоследствии отделилась и породила гранитную кору Земли. Само присутствие циркона говорит о том, что на планете процесс дифференциации вещества происходил уже через сотни миллионов лет после завершения аккреции Земли.

Еще более неожиданным оказался изотопный состав кислорода в цирконе, свидетельствующий о важной роли воды на ранних стадиях формирования планеты. В тот период Земля была мишенью ожесточенной космической «бомбардировки»; в многочисленных столкновениях с различными небесными телами даже твердые породы подвергались испарению и конденсации. К такому выводу привел авторов ионно-микрозондовый анализ циркона, показавший обогащение его тяжелым стабильным изотопом ¹⁸O. Причем единственным путем обогащения магмы изотопом ¹⁸O, по мнению авторов, мог быть процесс плавления пород, некогда контактировавших с водой при низких температурах, возможно, таких, как реголит, осадочные породы или океаническая кора (при формировании циркона в магме, прямо взаимодействующей с водой при высоких температурах, обогащения тяжелым изотопом ¹⁸O не происходит).

Открытие циркона возрастом 4.4 млрд лет привлекло большое внимание специалистов. Видный геохимик П.Мюллер (P.Mueller; Университет штата Флорида, Гейнсвилл) заявил: «Мало удивительного в том, что в то время уже существовала континентальная кора. Более неожиданным оказался факт присутствия поверхностных вод. Очевидно, между периодами макси-

мальной «бомбардировки» и конденсации водяного пара на поверхности планеты прошло достаточно времени».

Геохимик А.Трейман (A.Treiman; Институт по изучению Луны и планет, Хьюстон, штат Техас) подчеркивает, что теперь возраст континентов и океанов следует считать значительно большим. Кроме того, характер протекания тектонических процессов в прошлом не имеет каких-либо серьезных отличий от идущих на Земле ныне.

Science. 2000. V.290. № 5500. P. 239 (США).

Сейсмология

Обстановка в районе калифорнийских разломов

В печально известной системе разломов земной коры Сан-Андреас (Калифорния) важное место занимает Хейвардский¹. Он протянулся почти на 150 км от северо-западного берега залива Сан-Франциско на юго-юго-восток вдоль Тихоокеанского побережья, отступая от него на 50—60 км. Как и собственно разлом Сан-Андреас, изученный гораздо лучше, Хейвардский образовался в результате движения Тихоокеанской плиты на северо-запад относительно Северо-Американской, смещающейся к юго-востоку, вдоль линии разлома. Высокая сейсмичность этого региона обусловлена трением этих вплотную расположенных плит и, вероятно, возникновением сейсмогенных глубинных разломов — очагов землетрясений.

Согласно последним наблюдениям, основная сейсмогенная зона Хейвардского разлома лежит выше 12-километровой отметки — глубже земные породы разогреты, высокопластичны и скользят друг относительно друга со скоростью, достигающей, по оценкам, 9—10 мм/год. Та-

¹ См. Землетрясение было неожиданным // Природа. 1995. №3. С.115; Землетрясение в Нортридже — в центре внимания специалистов // Там же. №4. С.117—118; Будущее Лос-Анджелеса под угрозой: «землетрясение было слишком мало» // Там же. №11. С.119—120; Может ли Южная Калифорния вздохнуть с облегчением? // Там же. 1998. №9. С.115—116.

кое глубинное скольжение вызывает напряжение в хрупком поверхностном участке коры, который, как уже измерено, перемещается медленнее — со скоростью 5 мм/год. Когда тот или иной участок коры обламывается, возникает подземный толчок, и разлом «прорастает» дальше.

Все эти процессы применительно к Хейвардскому разлому изучила группа сейсмологов во главе с Р.Бюргманом (R.Bürgmann; Университет штата Калифорния в Беркли). Анализ имевшихся данных позволил утверждать, что его 20-километровый северный отрезок плавно перемещается как раз над теми глубинными областями, где проявляется максимально вязкое трение. Поэтому мощные толчки здесь возникать просто не могут. Если раньше эксперты оценивали вероятность сильного толчка на севере Хейвардского разлома в течение ближайших 30 лет в 28%, то с учетом выводов группы Бюргмана они снижают ее до 16%.

Однако следует учитывать и существование в этой системе иных разломов. Так, северный конец Хейвардского выходит в Эль-Серритскую акваторию Сан-Францисского залива, у берегов которой начинается разлом Роджерс-Крик. Здесь вероятность сильного толчка за 30 лет оценивается в 32%, а это наибольшая величина в данном регионе. Кроме того, угроза может происходить из довольно удаленной области, о чем свидетельствуют, например, катастрофические последствия Лома-Приетского землетрясения 1989 г., приведшего к крупным разрушениям и жертвам в Сан-Франциско и Окланде, более чем в 90 км от эпицентра.

Сравнительно оптимистические выводы группы Бюргмана основаны на информации, полученной со спутниковой интерферометрической системы, которая позволяет следить за деформацией земной поверхности на больших площадях. Дело в том, что напряжения в глубинных слоях вызывают характерный изгиб поверхности, который поддается регистрации из космоса. Так вот, никаких следов подобного явления в спутниковых

записях не отмечено. Если даже участки повышенного напряжения тут и существуют, они должны залегать глубже 6 км.

Еще одна методика строится на мониторинге микроземлетрясений. Слабые потрескивания указывают на повторные обламывания одного и того же участка коры; они происходят в масштабе месяцев или нескольких лет, и по ним можно судить о скорости скольжения участков. Специалисты воспроизвели детальную картину движения недр в пределах разлома Сан-Андреас и открыли две области сосредоточения повторных толчков на севере Хейвардского разлома — на глубинах 6 и 10 км. Здесь скорость скольжения составляет 6—7 мм/год.

И все же некоторая неясность существует. Шурф, пройденный перпендикулярно Хейвардскому разлому, около Эль-Серрито, примерно в 20 км к северо-западу от изученного Бюргманом участка, вскрыл многочисленные ответвления разлома, которые свидетельствуют по меньшей мере о четырех (возможно — семи) землетрясениях, случившихся за минувшие 2200 лет, причем последнее из них состоялось между 1640 и 1776 гг.

Таким образом, даже если Бюргман и прав, утверждая, что данный отрезок сам по себе неспособен порождать мощные толчки, следует иметь в виду, что в ходе прежних сейсмических событий кора (южнее или севернее), вероятно, вспарывалась. Экспертная комиссия в своих оценках учитывает теперь и эти обстоятельства. Во всяком случае, нельзя считать, что, в отличие от разлома Сан-Андреас, Хейвардский в период между сильными землетрясениями «мирно спит».

Science. 2000. V.289. №5482. P.1147, 1178 (США).

Палеонтология

В массовом вымирании животного мира виноваты вулканы?

Известно, что на Земле в глубокой древности не раз происходили массовые вымирания животных и растений. Наукой пока была при-

знана причина лишь одного такого трагического случая: он произошел от столкновения Земли с небесным телом, приведшим к решительному изменению условий обитания фауны и флоры. Другим близким по масштабам катастрофам объяснения не находилось. Но вот недавно опубликованы работы, авторы которых аргументированно называют «виновников» трагедии, постигшей организмы около 183 млн лет назад, в эпоху юры.

Палеоокеанограф Х.Дженкинс (H.Jenkyns; Оксфордский университет, Великобритания) указывает, что как раз в это время (в геологии его относят к тоарскому ярусу) придонные морские воды повсеместно почти полностью лишились растворенного в них кислорода. Об этом свидетельствуют двухметровые слои богатых органикой темных осадочных пород, встречаемые во многих местах, но особенно заметные в Антарктиде. Аноксия (отсутствие кислорода) действительно могла привести к массовому замору тех разнообразных существ, чьи остатки и обнаружены в породах тоарского яруса.

Уточнить время этих событий взялись геохронолог Й.Пальфи (J.Palfy; Венгерский музей естественной истории, Будапешт) и палеонтолог П.Смит (P.Smith; Университет Британской Колумбии, Ванкувер, Канада).

До сих пор ученые расходились относительно времени возникновения аноксии на целых 15 млн лет. Используя U/Pb-метод датирования, исследователи сократили разрыв до 1 млн лет и пришли к выводу, что начало тоарских событий отстоит от нас на 183.6 млн лет (± 1 млн). Именно в это время на Земле отмечено бурное усиление вулканической активности. По всему суперконтиненту Пангеи (а он включал тогда Южную Африку и Антарктиду, еще не отделившихся друг от друга) внезапно пробудились десятки вулканов.

Датирование этих геологических явлений по K/Ar-методу позволило установить их возраст достаточно точно. А палеонтологи именно к этому времени относят одно из трех наиболее массовых вымираний морской флоры и фауны. Сце-

нарий событий здесь мог быть примерно таким. Выброшенные вулканами миллионы кубических километров темной базальтовой лавы (ее застывшие поля и сегодня можно видеть на каменистых плоскогорьях Карру в Южной Африке) наполнили атмосферу парниковыми газами. Химический состав вод Мирового океана с попаданием в них гигантского количества вулканического пепла тоже изменился. Стабильность системы океан—атмосфера была нарушена. Приспособиться к жизни в новых условиях смогли лишь немногие организмы.

Геолог П.Олсен (P.Olsen; Обсерватория по изучению Земли им.Ламонта и Доэрти при Колумбийском университете, Палисейдс, штат Нью-Йорк) указывает на собранные в последние годы многочисленные и надежные данные, которые четко датируют три самых крупных эпизода гибели животного и растительного мира: на границе мелового и третичного периодов (65 млн лет назад), триас-юрская трагедия (200 млн лет назад) и пермско-триасовая катастрофа (251 млн лет назад). Эти события совпадают по времени с тремя крупнейшими излияниями вулканических базальтов: именно тогда возникли знаменитые деканские траппы (базальтовые «лестницы» на п-ове Индостан), Центрально-Атлантическая магматическая провинция на северо-востоке Южной Америки и сибирские траппы. А глубоководный «вселенский замор», случившийся 55 млн лет назад и определивший поворотный пункт в развитии млекопитающих, которые «одержали верх» над пресмыкающимися, совпадает с эпохой, когда геологические катаклизмы привели к отрыву Гренландии от Европы.

Интерес специалистов привлекла и недавняя работа геолога С.Хесселбо (S.Hesselbo; Оксфордский университет): он получил доказательства, что около 183 млн лет назад в океан и земную атмосферу внезапно поступили гигантские массы метана. Скорее всего ранее метан находился в виде ледяных га-

зогидратов под поверхностью морского дна. Когда же температура и глубина океана изменились, газ вырвался наружу, внося свой вклад в изменение природной среды всего за 1 млн лет. Аналогичные массовые выбросы метана обнаруживали и другие специалисты, относя их к трем периодам — границе между палеоценом и эоценом (55 млн лет назад), сеноманско-туронскому времени (90 млн лет назад) и к 120 млн лет назад, когда отмечены массовые излияния базальтов на морском дне.

Geology. 2000. V.28. №8. P.675 (США).

Археология

Следы китайского *Homo erectus*

Около 800 тыс. лет назад на юге Китая, на территории современного автономного района Гуанси-Чжуан, в приграничной с Вьетнамом области, упал крупный метеорит, обнажив при этом глубинные глинистые красноземы, а под ними — слои крупных булыжников и гальки. И вот теперь китайские и американские специалисты во главе с Х.Ямеем и Р.Поттсом (H.Jamei, R.Potts) обнаружили здесь стоянку древних людей, принадлежавших роду *Homo erectus* (человека прямоходящего), о чем свидетельствуют тысячи орудий из булыжников и гальки. Они обработаны с двух сторон (культура бифасов), а изготовлены 803±3 тыс. лет назад, т.е. примерно тогда же, когда произошло падение метеорита: многие из находок залежали в одном слое с тектитами — оплавленными кусочками породы, подвергшейся воздействию очень высоких температур. По отношению в них ⁴⁰Ar/³⁹Ar американский геохронолог А.Дейно (A.Deino) убедился, что возраст тектитов и каменных орудий совпадает.

По мнению большинства археологов, первые люди, научившиеся обрабатывать камень, жили в Африке. Их изделия, представленные примитивными каменными ядри-

щами и отщепами, относятся к олдувайской культуре, существовавшей около 2.5 млн лет назад, а крупные, тщательно оббитые с двух сторон ручные рубила, топорovidные кливера, проколки, появившиеся не раньше 1.5 млн лет назад, — к ашельской культуре. В Европе ашельский период начался около 500 тыс. лет назад, а в Азии его следов до сих пор не находили. Поэтому американский антрополог Х.Мовиус (H.Movius) еще полвека назад списал Азию «на задворки» культурной эволюции каменного века. На палеоантропологической карте мира была проведена так называемая линия Мовиуса — технологический барьер, якобы разделявший два региона: один — Африка, Средний Восток и Европа, — освоенный *H. erectus*, и другой — Северная Индия, Китай и Юго-Восточная Азия, — где обитал его «отсталый двоюродный брат».

Впрочем, некоторые специалисты уже тогда высказывали предположение, что древнейшие азиаты для изготовления орудий использовали не камень, а недолговечные кость и дерево, которые до нас просто не дошли. Китайские же ученые настаивали на огромном возрасте вполне совершенных каменных орудий, которые точно датировать невозможно. И вот теперь линия Мовиуса пала! Не все с этим согласны. Американский специалист Р.Клейн (R.Klein) отмечает, что в указанном районе так и не нашли бифасов, характерных для ашельской культуры. Это может означать либо различие в традициях изготовления африканских и азиатских орудий труда, либо (так считает Клейн) это иная культура, еще не «дотянувшая» до ашельской¹. Впрочем, немалая сенсация уже в том, что 800 тыс. лет назад азиатский *H. erectus* умел изготавливать столь сложные предметы. Science. 2000. №5458. P.1566, 1622 (США).

¹ О возможных причинах резкого отличия африканских и азиатских культур *H. erectus* см.: Любин В.П. *Homo erectus* — первооткрыватель Евразии // Природа. 1997. №11. С.3—12.

Синдром тревоги

Б.М.Миркин,
доктор биологических наук
Л.Г.Наумова,
кандидат биологических наук
Москва

Первое условие урегулирования отношений общества и природы — объективная оценка экологической ситуации, т.е. состояния окружающей среды и популяций человека. Такая информация особенно нужна современной России, переживающей период хаотической перестройки всего уклада жизни.

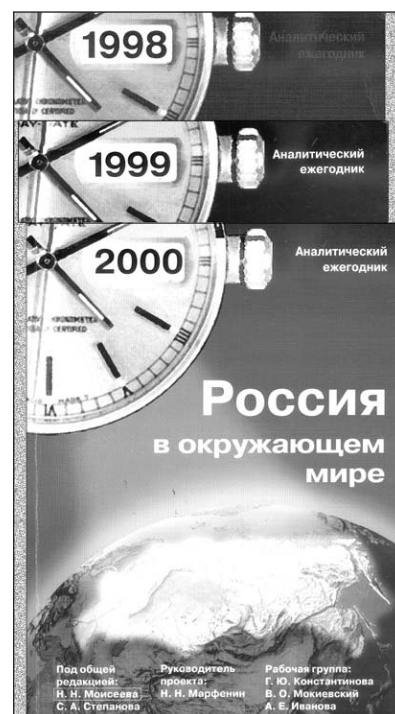
Обеспечить информационную поддержку россиян взялся Московский независимый эколого-политологический университет (МНЭПУ), который уже третий раз, начиная с 1998 г., выпускает ежегодники. Там же создан специальный Центр теоретического анализа экологических проблем, который собирает разнообразную информацию о состоянии окружающей среды. Центр опирается на опыт Института «Worldwatch», возглавляемого Лестером Брауном и выпускающего ежегодник «State of the World» [1, 2]. В рецензируемом издании вошли статьи К.Флавина и С.Дана из выпусков «State of the World» за 1997 и 1998 гг.

В краткой рецензии достаточно сложно охватить содержание трех объемистых томов. Мы рассмотрим основные тематические «кусты» ежегодника, а в их рамках — наиболее важные статьи.

В работах Н.Н.Марфенина (2000) анализируются понятия «экология» и «гуманизм». Уходящий корнями в эпоху Возрождения гуманизм в прошлом имел очевидно агрессивный оттенок: «все — для человека», в том числе и природа. Сегодня подобное мировоззрение имеет принципиально иную направленность: не сохранив природу, нельзя сохранить человека. В.И.Данилов-Данильян и К.С.Лосев (1998) обосновывают единственную возможность «трансформационного» сценария будущего при увеличении доли естественных экосистем и значительном сокращении народонаселения.

Эти мировоззренческие установки авторов достаточно дискуссионны. Вряд ли можно считать гуманистическими взгляды В.И.Вернадского на ноосферу (их в качестве эталона гуманизма приводит Марфенин). Столь популярные в России представления Вернадского о «сфере разума» по своей природе — достаточно агрессивный «гуманизм» (замена естественных циклов веществ в биосфере антропогенно-управляемыми, снятие ограничений с роста народонаселения за счет автотрофного питания человека и т.д.) [3, 4].

В ряде статей обсуждаются глобальные экологические



Россия в окружающем мире: Аналитический ежегодник: В 3 вып. / Отв. ред. Н.Н.Марфенин; Под общ. ред. Н.Н.Моисеева, С.А.Степанова.

М.: МНЭПУ, 1998—2000.

проблемы. Так, Флавин рассматривает динамику трех основных показателей состояния мирового сообщества и биосферы: изменение климата, разрушение биоразнообразия, рост народонаселения и потребления. Эти показатели во многом определяются восьмью «экологическими тяжеловесами»: США, Россией, Японией, Германией, Китаем, Индией, Индонезией, Бразилией. Прогноз неутешителен: «Конвенция об изменении климата рискует превратиться в пустой звук — сильный в начале и безнадежно слабый в конце» (с.21). В 2010 г. выбросы углерода достигнут 39 млрд т в год, что будет на 49% выше, чем в 1990-м. Наметившуюся тенденцию замедления роста народонаселения Флавин также предлагает учитывать неформально: появление новых 2.6 млн человек в США опаснее для мира, чем 17 млн индийцев, так как уровень потребления (и соответственно давления на окружающую среду) в этих странах несопоставим.

Во второй статье, написанной совместно с Дан, Флавин подчеркивает, что пока главным источником выброса в атмосферу дополнительного углерода остается автомобиль (с 1950 г. количество автотранспорта увеличилось в десять раз, а в ближайшем будущем за счет повышения уровня жизни населения в развивающихся странах может возрасти еще на 25%).

Б.М.Куров (2000) отмечает, что сегодня в мире 700 млн автомобилей (и каждую минуту «рождается» 170 новых). Уже к концу первого десятилетия в новом тысячелетии их количество превысит 1 млрд.

Возможный путь к уменьшению выбросов — система экономических мер давления на владельцев автомобилей (введение жесткого норматива на использование горючего). Страны ЕС намерены уже к 2005 г. внедрить норматив

5 л на 100 км пути (сейчас европейские автомобили в среднем сжигают по 8 л).

В.Ф.Меньшиков (1998), обсуждая будущее атомной энергетики в мире и России, подчеркивает, что АЭС по сравнению с другими вариантами получения энергии имеют экологические преимущества, так как не выбрасывают в атмосферу диоксид углерода. Кроме того, все действующие АЭС мира за весь период своего существования наработали в девять раз меньше отходов, чем за год вырабатывает одна угольная электростанция мощностью 1300 МВт. По мнению автора, атомная энергетика должна выдержать конкуренцию при условии открытого обсуждения.

Глобальные процессы изменения климата обсуждаются в статьях А.В. и В.В.Клименко «Виновато ли человечество в глобальном изменении климата» (1998), А.А.Соловьяненко «Озоновый кризис и Монреальский протокол» (1998), Е.К.Семенова «Грандиозные последствия далекого Эль-Ниньо» (1999).

Широко обсуждается в ежегоднике экономическая ситуация в современной России. Н.Н.Моисеев, ушедший из жизни к моменту публикации третьего выпуска, написал статью (в соавторстве с Д.С.Львовым) о контурах «третьего пути» России (1999). Наша страна холодная, поэтому для обеспечения жизненных стандартов населения в соответствии с аналогичными показателями США потребуется в три раза больше энергии: 18 против 6 т условного топлива в год на человека. Но современная добыча топлива в РФ — только 8 т у.т. Таким образом, очевидно, что пытаться достичь уровня жизни США в России в ближайшие годы нереально. Россияне должны жить скромнее: мы «принципиально не можем по всем статьям быть конкурентоспособными благопо-

лучным странам» (2000, с.16). Современное состояние России Моисеев оценивал как катастрофическое: «Итак, мы оказались на пороге того этапа истории, который легко может стать кровавым хаосом, ибо нельзя долго держать 150-миллионный народ в шкуре побитой собаки». По его мнению, «теперь мы вообще изображаем слепых, бредущих даже без символического поводья». Рецензенты полагают, что эти оценки устарели, и ситуация в современной России уже не безнадежная.

Марфенин (1998), используя несколько ключевых параметров (индекс валового внутреннего продукта на душу населения, сброс загрязняющих веществ в водоемы, производство и приобретение населением автомобилей, число квартир в новых домах и их размеры, среднюю заработную плату 10% самых богатых и 10% самых бедных в разных отраслях экономики и т.д.), также делает вывод об удручающем состоянии, которое сегодня сложилось в нашей стране. Но в то же время он пишет: «Россия все еще мощная и богатая страна. Она остается одним из крупнейших в мире производителей, держа лидерство не только по выращиванию картофеля и добыче природного газа, но и по выработке молока, чугуна, стали, электроэнергии, хлопчатобумажных тканей и др. Даже зерна в России производится в полтора раза больше, чем в Канаде, и в два раза — чем в Германии. Спад не так велик по сравнению с ухудшением уровня жизни половины населения России» (1999, с.168).

Ж.А.Медведев (1999) анализирует историю формирования гигантского внешнего долга России, который составляет 160 млрд долл., в том числе 60 млрд — это долг собственно России, остальное — бывшего СССР. Л.Л.Фитуни (2000) пишет о бегстве капи-

тала из России, а Г.Д.Кулагина и А.Д.Думнов (2000) дополняют эту картину данными о «бегстве» лома цветных и черных металлов и морской рыбы («левый» экспорт составляет в год около 700 млн долл. США).

А.В.Петриков (1998) пишет о том, что, производство сельскохозяйственной продукции снизилось на 37%, что привело к увеличению доли импортного продовольствия (преимущественно мяса) в три раза по сравнению с 1992 г. А.А.Зайцев и В.А.Сергеев (1999) также отмечают, что доля импортных товаров на внутреннем рынке (продовольствия, электробытовой техники, компьютеров, обуви и т.д.) достигла половины розничного товарооборота. В то же время общий вывод этих авторов достаточно оптимистичен: при сохранении наметившихся положительных тенденций к 2005 г. ситуация в российской экономике улучшится, что изменит структуру экспорта и уменьшит роль импорта на внутреннем рынке. Впрочем, и Петриков отмечает: в сельском хозяйстве спад производства в последние годы замедляется.

Рецензенты полагают, что рыночные отношения даже при разрушающем влиянии цен на продовольственные и промышленные товары (в первую очередь на горючее и технику) сделали сельское хозяйство более рациональным и адаптивным. Ушли в прошлое «плановые» посевы пшеницы в холодных районах, сохранение поголовья голодного скота «любой ценой», практика разбазаривания удобрений, «кладбища» сельскохозяйственной техники, которую еще можно отремонтировать, и т.д. При государственной поддержке сельское хозяйство России может очень быстро накормить страну, избавив ее от импорта зерна и «ножек Буша».

М.М.Судо, Э.Р.Казанкова (1998) и В.П.Федорчук (1999) развеивают миф о том, что «мы самые богатые». Запасы нефти в России истощаются, в два раза упала добыча каменного угля, а тот, что добывается, становится экологически опасным топливом, которое необходимо очищать от ртути и серы. Также в два раза сократилась добыча апатитов, до 70 млн т упала выплавка стали (России необходимо не менее 100 млн т этого металла). По добыче золота Советский Союз занимал второе место (после ЮАР), а теперь Россия — на шестом. После распада СССР страна лишилась ресурсов марганца и хрома. Месторождения многих других металлов (титана, ванадия, тантала и др.) есть, но не освоены. Стоит проблема обеспечения страны алюминием, медью, свинцом, «малыми» (вольфрамом, молибденом) и редкими (ванадием, селеном, теллуrom и др.) металлами, редкоземельными элементами (индием, иттрием). Невелики в РФ и запасы урана.

По данным Министерства природных ресурсов РФ, «от 30 до 60% месторождений РФ нерентабельны. Реальное национальное богатство страны по этой статье вряд ли превышает 1,5 трлн долл. США, в то время как еще совсем недавно оптимисты оценивали его в 28 трлн».

Президент РФ В.В.Путин (2000) подчеркивает, что главные задачи в использовании минерально-сырьевых ресурсов — это переход от экспорта сырья к экспорту продуктов переработки, усилению роли государственного регулирования и созданию благоприятного инвестиционного климата для представителей богатых стран.

В.С.Чуенков (1999) оценивает состояние использования лесных ресурсов. Площади лесов в России огромны, однако около 40% расположено в зоне

вечной мерзлоты. Запас древесины в таких лесах составляет не более 70–80 м³/га (для сравнения: американские леса в теплом климате имеют запас 1000–1200 м³/га). Поэтому основные лесозаготовки ведутся в наиболее продуктивных лесах европейской части России и Южной Сибири, где запасы древесины быстро истощаются. Особенно удручает картина лесопользования в России на фоне Финляндии, где климат тоже далеко не теплый, но состояние лесов идеальное, так как налажена система заготовки и переработки древесины, восстановления и охраны лесов.

Впрочем, лесов в России пока еще много, и новые инициативы в организации лесопользования (федеральная программа «Леса России» и аналогичные в ряде регионов) дают надежду на то, что отечественный лес, как и прежде, будет источником сырья для промышленности и фильтром атмосферы.

В работах В.О.Мокиевского (1998), В.О.Мокиевского и В.А.Спиридонова (1999) остро стоит проблема рационального использования морских биологических ресурсов. В результате нарушения экологических нормативов снижаются уловы: средний россиянин сегодня потребляет морской рыбы в два с половиной раза меньше, чем в 1980 г. Ведение рыбного промысла и добыча морепродуктов должны опираться на достоверные прогнозы, а для этого необходимо усилить научные исследования по биологии морей. Сейчас они финансируются плохо.

Мокиевский сетует и на то, что отсутствует серьезная государственная поддержка особо охраняемых природных территорий. Кулагина и Думнов (2000) также подчеркивают, что значительный рост площадей особо охраняемых территорий идет на фоне снижения их финансирования,

что делает охрану неэффективной.

Статьи Б.Б.Прохорова (1998—2000) дают исчерпывающую характеристику состояния здоровья россиян. Анализ приведенных статистических данных способен повергнуть в шок. По сравнению с США смертность младенцев в России выше в два раза, а смертность взрослых от туберкулеза — в 17 раз. Заболеваемость гепатитом А выше в 7,5, а бактериальной дизентерией — в 12,5 раз. Растет число инвалидов, а заболеваемость венерическими болезнями принимает устрашающие масштабы (по сравнению с 1990 г. больных сифилисом стало в 40 раз больше). За 10 лет число выявленных носителей ВИЧ-инфекции возросло со 195 до 3853 человек. При общей тенденции ухудшения состояния здоровья достаточно четко выявляется региональный тренд с юго-запада на северо-восток: здоровье россиян лучше в Центральночерноземном

районе и хуже на Дальнем Востоке.

Тем не менее за последние два года наметилась адаптация россиян к сложным социально-экономическим условиям. С 1995 по 1998 г. продолжительность жизни мужчин возросла и достигла 61 года (впрочем, это все равно ниже среднемирового показателя, и тем более в развитых странах: в США — 72, в Японии — 74).

Приложения к ежегодникам содержат уникальную подборку разнообразных данных: статистическую информацию, перечень законов, указов президента России и постановлений правительства РФ по охране окружающей среды; хронологию экологически значимых событий и происшествий за 1997—1999 гг.; списки отечественных и зарубежных книг по охране окружающей среды (отдельно указаны издания МНЭПУ); учебных заведений экологической направленности.

Можно пожелать руководителю проекта и его рабочей группе в следующих выпусках сузить проблематику ежегодника. Несмотря на то что экология — это меганаука, включающая разделы экономики и политологии, помещать статью Л.Н.Тимофеева (2000) об уроках выбора России не следовало. Вполне достаточно работы В.О.Мокиевского (2000) об экологических проблемах в программах партий и движений. Вряд ли стоило публиковать и статью о последствиях силового решения югославского конфликта М.М.Судо (2000).

Общая оценка аналитического ежегодника — высокая. Все статьи объединяет «синдром тревоги» за экологическое состояние России. Однако большинство авторов достаточно оптимистично смотрят в будущее. Они верят в то, что Россия выйдет и из этой сложнейшей «исторической передраги». ■

Литература

1. Миркин Б.М. Иллюзия прогресса // Природа. 1993. №11. С.123—125.
2. Миркин Б.М., Хазиахметов Р.М. Рядом с «бомбой замедленного действия» // Природа. 1996. №6. С.157—160.
3. Кутырев В.А. Утопическое и реальное в учении о ноосфере // Природа. 1990. №11. С.3—10.
4. Левит Г.С. Критический взгляд на ноосферу В.И.Вернадского // Природа. 2000. №5. С.71—76.

Естествознание

Г.П.Аксенов. ПРИЧИНА ВРЕМЕНИ. М.: Эдиториал УРСС, 2001. 304 с.

Вышла книга, в которой дан краткий очерк о природе времени от античности до наших дней. Первой ключевой фигурой стал И.Ньютон, который, разделив время и пространство на абсолютные и относительные величины, нашел законы относительного движения.

Положительное содержание идеи абсолютного движения дано в учении о живом веществе и биосфере В.И.Вернадского, который стал второй и главной

ключевой фигурой книги. Он описал понятие биологического времени — пространства, которое привело его к непротиворечивой форме естествознания, где жизнь есть явление космоса.

В книге речь идет не об измерении времени, не о календарях и хронологиях, не о хранении времени и измерении пространства, а о попытках понять, что такое само время, объяснить его природу и сопоставить с другими событиями нашей внутренней жизни и внешнего окружения.

География. История

П.М.Полян. НЕ ПО СВОЕЙ ВОЛЕ... ИСТОРИЯ И ГЕОГРАФИЯ ПРИНУДИТЕЛЬНЫХ МИГРАЦИЙ В СССР. М.: ОГИ; Мемориал, 2001. 328 с.

Вышло первое систематическое исследование массовых принудительных миграций в СССР. Автор — географ и историк, сотрудник Института географии РАН. Неоднократно публиковался в «Природе» (см., напр., 2000. №6).

Перемещения людей «по своей воле» в советское время всегда были, мягко выражаясь, затруднены. Но в первой половине XX в. страну постигли две

исторические трагедии — массовые репрессии по социальному и этническому признаку: раскулачивание и тотальная депортация целых народов. Уже 30-е годы стали временем массовых крестьянских переселений (городское население СССР между 1926 и 1939 г. выросло с 26 до 56 млн человек). Но кто скажет, насколько они были добровольными, а насколько — вынужденным бегством от нищеты, голода, коллективизации и политических репрессий?

Книга сочетает в себе два очень важных достоинства. Первое — это огромный хорошо систематизированный фактический материал. И второе — это интерпретация фактов в контексте объективной социальной реальности тех лет.

Автор справедливо указывает на то, что депортационная политика в СССР, многое позаимствовав из «опыта» Российской империи, была тесно связана с практикой использования принудительного труда и может быть понята только в единстве с системой ГУЛАГ и планово-«добровольными» переселениями. Сегодня тема книги актуальна как никогда. Кровавые конфликты между поссоренными депортацией народами, к сожалению, нередки.

Строгий академизм и научный аппарат издания сочетаются с живым языком и хорошей публицистичностью. Материал книги вопиет и не может оставить равнодушными всех, кому небезразлична судьба страны.

Издание осуществлено при поддержке Фонда Генриха Бёлля.

Геология

Н.Н.ЗИНЧУК. ПОСТМАГМАТИЧЕСКИЕ МИНЕРАЛЫ КИМБЕРЛИТОВ. М.: ООО Недра-Бизнес-центр, 2000. 538 с.

Ранее было установлено, что характерная особенность кимберлитовых тел Якутской алмазональной провинции — значи-

тельная изменчивость параметров их вещественного состава. На сегодняшний день ясно, что сложность и контрастность реальных кимберлитовых пород в значительной степени зависит от вторичных минералов.

В книге дана характеристика типоморфных особенностей всех идентифицированных вторичных минералов в кимберлитовых породах Якутии и других алмазональных платформ. Выделен ряд минералов-новообразований, которые можно использовать для прогнозно-поисковых и других технологических работ. Применение современных точных физических методов (рентгеновских, рентгеноспектральных, электронно-микроскопических и др.) позволило установить в кимберлитах ряд новых минеральных фаз, что подтверждает продуктивность исследований. Есть предложение выделять измененные кимберлиты в отдельную субформацию.

История науки

Н.В.ТИМОФЕЕВ-РЕСОВСКИЙ: ИСТОРИИ, РАССКАЗАННЫЕ ИМ САМИМ, С ПИСЬМАМИ, ФОТОГРАФИЯМИ И ДОКУМЕНТАМИ / Сост. и ред. Н. Дубровина. М.: Согласие, 2000. 880 с.

Исключительная судьба, одержимость исследователя, громадный масштаб личности, сильный характер, артистизм и чувство юмора — все это так переплелось, что фигура выдающегося русского ученого Н.В.Тимофеева-Ресовского (1900—1981) давно уже стала легендарной. Основные направления его научных исследований — радиационная, популяционная генетика и фенотипика дрозофилы.

Эта книга задумывалась как переиздание «Воспоминаний» главного героя. Она не написана, а рассказана. Основой стали магнитофонные записи сотрудников Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова В.Д.Дувакина и М.В.Радзи-

шевской, которые в течение пяти лет (1974—1978) регулярно навещали в Обнинск к Николаю Владимировичу. В отделе фондо документов научной библиотеки МГУ хранится 37 кассет с их записями. Расшифрованные и собранные в виде отдельных историй, они два с лишним года (1991—1993) публиковались в журнале «Человек». Кроме того, в разное время беседы с Н.В. записывали его друзья и коллеги. Часть этих записей из личных архивов Т.И.Никишиной, С.Э.Шноля и В.И.Иванова также использована при создании книги. Материалы выстроены в хронологическом порядке.

История науки

К.П.Петров. О ДОСТИЖЕНИЯХ АЭРОДИНАМИКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ: ВРЕМЯ, СОБЫТИЯ, ЛЮДИ. М.: Эдиториал УРСС, 2000. 224 с.

В декабре 1918 г. в России под руководством Николая Егоровича Жуковского (1847—1921) был создан Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ). К этому времени уже работали аэродинамические трубы, позволявшие изучать законы аэродинамики не только теоретически, но и опытным путем.

В 20-е годы тесное сближение теоретических разработок и экспериментальных исследований сделало аэродинамику летательных аппаратов самостоятельной ветвью науки.

Автор книги поставил перед собой двойную задачу. С одной стороны, рассказать о некоторых достижениях в области аэродинамики летательных аппаратов на примере проводившихся в ЦАГИ работ, в которых он принимал активное участие. С другой — поведать интересующимся историей науки о том, как была организована научная работа в институте и как протекала трудовая жизнь в достаточно сложный период социального развития нашего отечества.

Как «Александр Ковалевский» Бориса Савинкова спасал

С.М.Игнатъев,

кандидат биологических наук

*Институт биологии южных морей им.А.О.Ковалевского
Севастополь (Украина)*

История изучения Черного моря неразрывно связана с целым рядом учреждений и богата драматическими событиями. Свой «скелет в шкафу» есть у многих из таких учреждений и, конечно, у Севастопольской биологической станции, ныне Института биологии южных морей им.А.О.Ковалевского. Немало важных эпизодов долгое время замалчивалось — они противоречили официальной историографии. Например, традиционно считалось, что ноябрьское восстание 1905 г. в Севастополе описано достаточно полно. «Красный лейтенант» П.П.Шмидт (1867—1906) в советское время был возведен в ранг национально-героя, и офицюз ставил его в пример для подражания офицерам флота (непонятно только за что — не за верность же присяге).

История часто переплетала в причудливый узор судьбы людей и кораблей. Но что могло объединить вокруг событий ноября 1905 г. известного террориста и двух ученых с мировым именем, с одной стороны, а с другой — мятежный крейсер «Очаков» и первое на Черном море экспедиционное судно? Таким связую-

щим звеном стала первая русская морская станция, волею судеб не раз оказывавшаяся в центре общественной жизни Российской Империи.

В созданном в 1865 г. Новороссийском университете (в г.Одесса) сформировалась сильная биологическая школа. Среди преподавателей блистали И.И.Мечников и И.М.Сеченов, с 1874 г. там работал профессор А.О.Ковалевский*.

23 декабря 1869 г. попечитель Одесского учебного округа С.Голубцов передал ректору университета И.Леонтовичу телеграмму министра народного просвещения, графа Д.Толстого. Министр (он же обер-прокурор Святейшего синода) предписывал «учредить при университете Новороссийское общество естествоиспытателей». Именно этому обществу было поручено «взять на себя труды по устройству наблюдательной станции в Севастополе» [1]. На первых порах Севасто-

польская станция не имела плавсредств и довольствовалась «наемными для каждой экскурсии яликами». Позже она приобрела в Севастопольском порту по сходной цене старые шлюпки. К октябрю 1902 г. морское снаряжение станции состояло из двух корабельных шлюпок: «Василий Ульянов» и «София Переяславцева». Шлюпки были «казенного типа», килевыми, с парусным вооружением и имели деревянные корпуса на медных креплениях. Вопрос о получении «более мореходных средств» обострился после поступления станции в ведение Императорской академии наук.

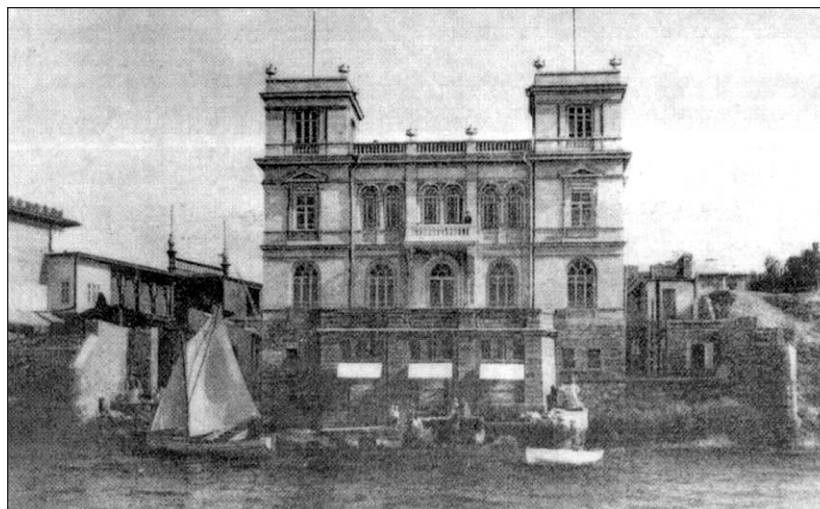
Только в начале 1905 г. станция смогла наконец приобрести парусно-моторный бот, которому дали имя «Александр Ковалевский». Это было первое экспедиционное судно на Черном море. Его стоимость (3 тыс. руб.) была покрыта за счет средств Императорской академии наук и посетителей аквариума станции. Для целевого использования «аквариальных денег» потребовалось специальное разрешение Городской думы, которая долгое время не позволяла брать плату за экскурсии (по 30 коп. с человека) в течение трех дней в неделю.

* Ковалевский Александр Онуфриевич (1840—1901). Известный русский биолог-эволюционист, основоположник сравнительной эмбриологии и физиологии беспозвоночных, один из основателей экспериментальной гистологии, академик Императорской АН (1890). Он был одним из инициаторов создания русских морских станций и первым директором Севастопольской станции.

«Александр Ковалевский» представлял собой полупалубное (неполнопалубное по современной классификации), одномачтовое парусно-моторное судно с бензиновым двигателем мощностью 12 л.с., построенное по типу американских китобойных вельботов. Бот строился в мастерской Петровского яхт-клуба в Санкт-Петербурге (1904) по чертежам известного мастера П.Д.Родионова. Судно водоизмещением 6 т имело деревянный корпус из ели (длиной 11, шириной 3.3 м) с железным оцинкованным скреплением и обшивкой из листовой желтой меди. Проектант несколько увеличил против принятого ширину корпуса и парусность, поэтому пришлось установить более высокую мачту и выдвижной киль. Для проведения гидробиологических работ судно было оснащено ручной лебедкой со стальным тросом (длиной 275 м), это обеспечивало отбор проб с глубины до 100 саженей (183 м) при благоприятном ветре. Большие глубины для исследований были недоступны. В кормовой части располагался «особый оцинкованный ящик для промывки грунта, куда специальным крыльчатым насосом подавалась заборная вода» [2].

Бот не был коммерческим судном, а узаконенные понятия «экспедиционное» или «научно-исследовательское» в тогдашней России еще не появились, поэтому «Александра Ковалевского» приписали к Севастопольскому Императорскому яхт-клубу как яхту, которая базировалась на его территории и выходила в море под вымпелом клуба.

Конструкция бота была признана хорошей, многие сотрудники станции оставили самые благожелательные отзывы, отмечая его остойчивость и хорошие мореходные качества. Но судно, по мнению



Здание, в котором находилась Севастопольская биологическая станция. 1904 г.

С.А.Зернова*, было построено крайне неудачно: уже к 1906 г. обшивка из меди пришла в негодность и требовала замены, каждую зиму оно ремонтировалось в шлюпочной мастерской Севастопольского военного порта. Главным же недостатком бота Зернов считал старый, требующий постоянного ремонта, двигатель. Из-за этого большую часть времени судно ходило под парусами, что снижало эффективность исследований. На приобретение нового мотора требовалась значительная сумма — 2 тыс. руб., — которой станция не располагала. Капитальный ремонт бота удалось осуществить только в 1925 г., когда Главнаука СССР выделила дополнительные средства.

Основным назначением судна был сбор зоологических материалов для станции и музейных фондов. Кроме штатных сотрудников, в этих работах принимали участие студенты, практиканты и стажеры, которые могли ознакомиться с методами гидробиологических исследований

и характером типичных морских биоценозов. Экспедиционный сезон длился обычно с 6 июня по 28 октября, ботом и его экипажем из двух человек командовал старший рыбак М.Я.Соловьев. Он работал еще с Ковалевским и поражал всех знанием латинских названий животных и растений Черного моря. «Зоологические экскурсии» охватывали не только окрестности Севастополя (от Херсонесского маяка до р.Кача), но и более дальние берега Крыма, хотя при «бурных непогодах» выезды на расстояние свыше 10 верст от станции были уже в известной степени рискованными». При необходимости станционный бот участвовал в спасательных работах во время осенних штормов [3].

Особая страница в истории экспедиционного судна «Александр Ковалевский» относится к 1906 г. Тогда в Севастополь для организации покушения на вице-адмирала Г.П.Чухнина* под именем подпоручика в запаса Д.Е.Субботина прибыл

* Зернов Сергей Алексеевич (1871—1945). Русский ученый-гидробиолог, заведующий Севастопольской биостанцией (1902—1914) и ее директор (1930—1942). Создатель научной отечественной школы гидробиологии и основатель первой в России кафедры по этой дисциплине (1914).

* Чухнин Григорий Павлович (1848—1906). Вице-адмирал, с 1904 г. — главный командир Черноморского флота и портов Черного моря. Отличился энергичным и жестким подавлением революционных выступлений на флоте. Приговорен эсерами к смерти.



С.А.Зернов. 1934 г.
Худож. Е.С.Зернова.

известный эсер-террорист Б.В.Савинков*.

По стечению обстоятельств местная боевая дружина эсеров предприняла в это время попытку покушения на коменданта крепости генерал-лейтенанта А.Неплюева. В нем принимали участие гимназист Николай Макаров и матрос Иван Фролов. Их прикрывали четверо боевиков, находившихся в толпе. Когда 14 мая, во время церковного парада у Владимирского собора, Фролов попытался метнуть бомбу в коменданта, она взорвалась у него в руках, убив 6 и ранив 37 мирных жителей. Макаров, бомба которого не взорвалась, был арестован.

После неудачного покушения в городе провели облаву, во время которой и был задержан Борис Савинков. При нем

* Савинков Борис Викторович (1879—1925). Известный террорист, один из руководителей «Боевой организации» партии социалистов-революционеров (эсеров). Организатор убийства министра внутренних дел В.К.Плеве (1904), великого князя Сергея Александровича (1905) и 14 покушений на других высокопоставленных лиц. Известный русский писатель (лит. псевд. В.Ропшин), автор 12 книг.

нашли оружие, три фальшивых паспорта и крупную сумму русских и финских денег. Содержался он на главной крепостной гауптвахте. Среди охранявших его солдат 57-го Литовского полка было несколько эсеров и эсдеков. Это обеспечило Савинкову весьма комфортные условия содержания. Для организации побега в Севастополь прибыли его жена Вера (дочь известного писателя Глеба Успенского) и мать Софья Александровна (тоже известная в то время писательница) и члены центральной «Боевой организации». Рассматривались самые невероятные сценарии побега — от вооруженного налета до усыпления караульных конфетами со снотворным. Через солдата-бундовца Израэля Кона была установлена связь с вольноопределяющимся Василием Сулятицким, который и организовал побег в ночь с 15 на 16 июля. Исполняя обязанности разводящего караула, он вывел передетого в солдатскую форму Савинкова из здания гауптвахты. После побега он десять дней скрывался сначала в урочище Кара-Коба, затем на хуторе под Балаклавой. Попытка вывезти беглеца на кочерме — парусном судне, принадлежавшем турецким контрабандистам, сорвалась.

Тогда лидер местных эсеров, отставной лейтенант флота Б.И.Никитенко обратился за помощью к Зернову, который был известен своими социал-демократическими взглядами. Высланный по «делу девятнадцати» за «преступную агитацию среди московских рабочих» в Таврическую губернию, он и в Севастополе находился под негласным надзором полиции [4]. Одним из условий его пребывания в морской крепости была регулярная регистрация с обязательной дачей присяги и подписки «о не принадлежности к какой-либо тайной органи-

зации». Несмотря на это, Сергей Алексеевич был влиятельным членом Городской думы, возглавляя ее «инородческую комиссию». Во многом благодаря ему Севастополь избежал черносотенных погромов, прокатившихся по южным русским городам в 1904—1906 гг. Хотя Зернов и отошел от революционной деятельности, он покрывал студентов-практикантов, прятавших на станции запрещенную литературу. Поэтому 25 июля 1906 г. он предоставил Никитенко «для морской прогулки вполне снаряженный одномачтовый бот под казенным флагом». Вымпел Севастопольского Императорского яхт-клуба на мачте «Александра Ковалевского» содержал элементы, сходные с официальным военно-морским флагом (прямой синий крест на белом фоне) и мог быть воспринят как Андреевский [5]. Взяв на борт в устье р.Кача Савинкова и его соратников, пройдя мимо вышедших на практические стрельбы броненосцев и разминувшись у мыса Сарыч с дозорным миноносцем, «Александр Ковалевский» доставил их 28 июля в румынский порт Сулин. Вечером того же дня, пополнив запасы, бот покинул пристань и взял курс на Севастополь. За время этого перехода, в штормовых условиях, судно подтвердило свои хорошие мореходные качества. То, что это был именно «Александр Ковалевский», прямо указывает в своих воспоминаниях Савинков.

Русские компетентные органы об этом так и не узнали. В вышедшем в Париже первом издании «Воспоминаний террориста» (1909) Савинкова эпизод бегства по понятным причинам был опущен. Это породило много красивых легенд. В воспоминаниях большинства современников описывается одномачтовый бот, идущий под Андреевским флагом, с боем прорывающийся

мимо дозорных кораблей. В послереволюционные издания описание побега включили, но на имя автора уже было наложено табу.

«Александр Ковалевский» служил отечественной науке еще 22 года [6]. Когда в 1915 г. военные власти наложили запрет на сбор и ловлю морских животных на Севастопольском рейде, все принадлежавшие станции плавсредства были вытасканы на берег, а рыбаки — уволены. С 1917 по 1920 г. в здании биостанции размещалась Черноморская метеорологическая служба. Станционный бот в тот период обслуживал военных метеорологов, измерявших температуру воды в разных частях Севастопольской бухты. После гражданской войны, в начале 20-х, бот использовался для промерных работ Гидрографической службой флота [7]. Начиная с 1923 г. он в качестве вспомогательного судна принимал участие в Черноморской океанографической экспедиции Ю.М.Шокальского, проводя самостоятельные исследования и обеспечивая береговые отряды экспедиции.

После разрушительного Крымского землетрясения 11 сентября 1927 г. наблюдательные посты зарегистрировали вдоль Черноморского побережья близ Севастополя огненные вспышки, сопровождавшиеся взрывами (результат воспламенения газов, вырывающихся из трещин в земной коре). Для изучения этого явления из сотрудников Морской обсерватории, гидрографического отряда и Севастопольской биостанции была сформирована экспедиция под руководством Е.Ф.Скворцова. К работам привлекался и бот «Александр Ковалевский». Выполняя изыскания вдоль «стосаженной изобаты» у Херсонесского маяка, 14 сентября бот попал в неожиданно разыгравшийся

10-балльный шторм. В результате отказа мотора судно вынесло на камни, сорвало руль и выбросило на берег. Только усилиями команд Херсонесского маяка и Службы связи бот, люди и имущество экспедиции были спасены. Уже 15 сентября при помощи портового катера бот был спущен на воду и после ремонта своим ходом дошел до Севастополя! Но повреждения корпуса были настолько велики, что дальнейшая эксплуатация не представлялась возможной. Последнее упоминание об экспедиционном боте «Александр Ковалевский» встречается в отчете Севастопольской биостанции за 1928 г.

Судьбы участников описываемых событий сложились по-разному. Вице-адмирал Чухнин, приговоренный к смерти «Боевой организацией» эсеров, с еще большим усердием продолжал искоренять смуту на Черноморском флоте. 28 июня 1906 г. матрос Я.С.Акимов (член БО) смертельно ранил вице-адмирала. Похоронен Чухнин в соборе Св.Владимира в Севастополе.

Уцелевший исполнитель взрыва на Соборной площади Севастополя гимназист Николай Макаров как малолетний получил 12 лет тюрьмы. Но 13 августа 1907 г. он убил начальника Петербургской тюрьмы и был казнен. Соратники Савинкова Зильберберг, Сулятицкий и Штальберг в 1906 г. вернулись в Россию. Все трое принимали участие в подготовке покушения на столичного градоначальника генерала Владимира фон дер Лауница. После того как 21 декабря 1906 г. Евгений Кудрявцев (по кличке «Адмирал») застрелил фон дер Лауница на торжественном освящении нового медицинского института, остальные члены группы были арестованы и в 1907 г. повешены.

Борис Савинков остался в эмиграции, где занимался



Вице-адмирал Г.П.Чухнин.

литературной деятельностью. В 1917 г. он был товарищем военного министра во Временном правительстве и комиссаром на Юго-Западном фронте. После большевистского переворота встал на путь активной борьбы с Советской властью. В 1924 г. обманом был завлечен в страну (операция «Трест»), арестован и приговорен к длительному тюремному заключению. По официальной версии — покончил жизнь самоубийством, бросившись в пролет тюремной лестницы, по неофициальной, но более правдоподобной, — убит.

Зернов благополучно заведовал станцией до 1914 г. Авантюра с побегом Савинкова не имела для него никаких последствий. Сергей Алексеевич сохранял прекрасные отношения не только с главными командирами Черноморского флота, сменившими Чухнина, но и с членами Императорского Дома, в частности с великим князем Константином Романовым (1858—1915), президентом Академии наук и почетным попечителем Севастопольской биостанции. Исследования Зернова настолько радикально отличались от позиций современных

ему биологов, что в Московском университете его работу не приняли даже в качестве магистерской диссертации. Она была защищена только 7 декабря 1911 г. на Физико-математическом отделении АН

и стала «первой экологической диссертацией в России». Вскоре Сергей Алексеевич перешел на работу в Московский университет, где создал первую кафедру гидробиологии. После революции Зернов был

директором Зоологического института [8], которому подчинялась Севастопольская биостанция. В 30-е годы он имел неприятности с компетентными органами, но репрессирован не был. ■

Литература

1. *Виноградов К.А.* Очерки по истории отечественных гидробиологических исследований на Черном море. Киев, 1958.
2. *Ганапольский Л.Е.* Краткие сведения о кораблях, судах и катерах Черноморского флота, участвовавших в гидрографических работах. Севастополь, 1996.
3. *Жуков Д.Б.* Савинков и В.Ропшин: Террорист и писатель // Наш современник. 1990. №8—10.
4. *Зернова Е.С.* Воспоминания монументалиста. М., 1985.
5. *Игнатъев С.М.* Научно-исследовательский флот России (конец XIX — начало XX века). История отечественной океанологии. Калининград, 1999.
6. *Игнатъев С.М., Иванов А.В.* С именем Ковалевского на борту: История отечественной океанологии. Калининград, 1999.
7. *Пузанов И.И.* Роль Севастопольской биологической станции в подготовке гидробиологов. Проблемы морской биологии. К 100-летию Института биологии южных морей. Киев, 1971.
8. *Голоцван Е.В.* Хранитель музея // Природа. 1999. №4. С.124—128.

ПРИРОДА

Над номером работали

Ответственный секретарь

Ю.К.ДЖИКАЕВ

Научные редакторы

О.О.АСТАХОВА

Л.П.БЕЛЯНОВА

Е.Е.БУШУЕВА

М.Ю.ЗУБРЕВА

Г.В.КОРОТКЕВИЧ

К.Л.СОРОКИНА

Н.В.УЛЬЯНОВА

Н.В.УСПЕНСКАЯ

О.И.ШУТОВА

Литературный редактор

М.Я.ФИЛЬШТЕЙН

Художественный редактор

Т.К.ТАКТАШОВА

Заведующая редакцией

И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА

Младший редактор

Г.С.ДОРОХОВА

Перевод:

П.А.ХОМЯКОВ

Набор:

Е.Е.ЖУКОВА

Корректоры:

В.А.ЕРМОЛАЕВА

Л.М.ФЕДОРОВА

Графика, верстка:

Д.А.БРАГИН

Свидетельство о регистрации
№1202 от 13.12.90

Учредители:

Президиум РАН,
Издательско-производственное и
книготорговое объединение
«Наука»

Адрес издателя: 117997,
Москва, Профсоюзная, 90

Адрес редакции: 119991,
Москва, ГСП-1, Мароновский пер., 26
Тел.: 238-24-56, 238-25-77

Факс: (095) 238-26-33

Подписано в печать 09.06.2001

Формат 60×88 1/8

Бумага типографская №1,
офсетная печать, усл. печ. л. 10,32,
усл. кр.-отт. 67,8 тыс., уч.-изд. л. 12,2
Заказ 2252

Набрано и сверстано в редакции

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