

# ПРИРОДА

5<sup>11</sup>



**В НОМЕРЕ:**

### 3 **Бялко А.В.**

#### **От климата прошлого к климату будущего**

Сегодня уже стали очевидными климатические аномалии, а можно ли объяснить их, предсказать климат ближайшего будущего и выяснить физическую картину прошлого? Несколько математических операций позволяют создать приближенную, но согласованную картину климатических вариаций, построить релаксационную теорию климата.

### 13 **Суворов А.Н.**

#### **Гонки с микробами: наши шансы**

Антибиотики, с одной стороны, помогают успешно бороться с патогенными бактериями, с другой — провоцируют появление устойчивых к антибиотикам штаммов. Есть ли выход из сложившейся ситуации?

### 25 **Пушаровский Ю.М., Пушаровский Д.Ю.**

#### **Когда, как и почему образовались геосферы Земли**

В геологической истории мантии Земли выделяются крупные этапы вещественно-структурных преобразований, связанных с эндогенными энергетическими катаклизмами, с одной стороны, и статусом Земли как космического тела — с другой.

### 32 **Потемкина Т.Г.**

#### **Исчезающий остров Байкала**

В результате необратимых процессов, происходящих в устьевой области р.Верхней Ангары, в ближайшем будущем исчезнет один из удивительных островов Байкала — вытянутый вдоль всего северного побережья песчаный бар Яркий.

**Научные сообщения**

### 39 **Волкова О.А.**

#### **Дербенник выбирает пыльцу для опыления (39)**

**Пинегина Т.К.****Землетрясение и цунами в Японии (43)****Бурштейн Е.Ф.****Новое о первой в России геологической карте (49)****Заметки и наблюдения**

### 52 **Булавинцев В.И.**

#### **На Маныче, в царстве птиц**

### 59 **Суриков И.Е.**

#### **«Путч черных капитанов»**

Олигархический режим «Четырехсот», возникший в Афинах в 411 г. до н.э., просуществовал всего несколько месяцев. Какова роль командиров военных кораблей в этом перевороте?

### 65 **Голубовский М.Д.**

#### **Провидения Пушкина: заметки генетика**

В следующем году исполняется 175 лет со дня гибели поэта, но до сих пор мы обращаемся к его творчеству. Поэзия Пушкина таит в себе глубокие откровения, которые мы начинаем видеть спустя многие десятилетия. В фокусе этой публикации — психологические провидения в романе «Евгений Онегин».

### 74 **Соколов Б.С.**

#### **К 100-летию Александра Леонидовича Яншина** Из архива. Наброски

**О чем писала «Природа»**

### 76 **Ив Делаж**

#### **Партеногенез у человека (76)**

**Киселев С.Л.****Невозможное не стало возможным (79)**

### 81 **Новости науки**

Происхождение космических лучей поставлено под сомнение (81). Премии в области науки и инноваций — молодым ученым (81). Экзопланетная система Кеплер-11. Сурдин В.Г. (82). Промерзание грунта влияет на перенос радона (84). Беловежские зубры в Горном Алтае (84). Срединно-зооценовый температурный оптимум (84). Какими были яйца птерозавров (85). Малый ледниковый период в Западной Сибири (85). Экспансия элодеи канадской в Восточной Сибири (86).

**Рецензии**

### 87 **Астахова О.О.**

#### **Студенты биофака МГУ пишут о войне...**

(на кн.: Дети и 41-й год. Что мы помним о войне. Что мы знаем о войне...)

### 92 **Новые книги**

**В конце номера**

### 94 **Глушков В.В.**

#### **На Карельском фронте**

## CONTENTS

### 3 Byalko A.V.

#### From the Climate of the Past to the Climate of the Future

*Climate anomalies now became already evident. Is it possible to explain them, to predict climate of the nearest future and clarify the physical picture of the past? A series of mathematical procedures allows to obtain an approximate, but coherent picture of climatic variations and to construct a relaxation theory of climate.*

### 13 Suvorov A.N.

#### Singing Breeds of Hens

*Antibiotics, on the one hand, allows successfully fight against pathogenic bacteria, but, on the other hand, provoke the emergence of antibiotic-resistant strains. Is there any way out of this?*

### 25 Pushcharovsky Yu.M., Pushcharovsky D.Yu.

#### When, How and Why the Earth Geospheres Were Formed?

*In geologic history of Earth's mantle are distinguished some major phases of material-structural changes, associated with endogenous energy convulsions, on the one hand, and the status of the Earth as a cosmic body — on the other.*

### 32 Potemkina T.G.

#### Vanishing Island in Lake Baikal

*As a result of irreversible processes occurring in the mouth area of the river Verkhnyaya Angara in the near future will disappear one of the wonderful islands of Lake Baikal — a sand bar Yarki stretched along the entire northern coast of the lake.*

### Scientific Communications

### 39 Volkova O.A.

#### Loosestrife Selects Pollen for Fertilization (39)

### Pinegina T.K.

#### Earthquake and Tsunami in Japan (43)

### Burshtein E.F.

#### New Findings about the First Geologic Map in Russia (49)

### Notes and Observations

### 52 Bulavintzev V.I.

#### At Manych, in the Realm of Birds

### 59 Surikov I.E.

#### «Putsch of Black Captains»

*Oligarchic regime of «Four Hundreds» aroused in Athens in the year 411 B.C., lasted just several months. What was the role of commanders of warships in this coup?*

### 65 Golubovsky M.D.

#### Pushkin's Prophetic Visions: Notes of Geneticist

*Next year marks 175 years since the death of the poet, but until now we turn to his work. Pushkin's poetry is fraught with profound revelations that we are starting to see after many decades. This publication is about psychological insights in the poem «Eugenij Onegin».*

### 74 Sokolov B.S.

#### To Centenary of Aleksander Leonidovich Yanshin From archive. Sketches

### What «Priroda» Wrote About

### 76 Ives Delage

#### Parthenogenesis in Humans (76)

### Kiselev S.L.

#### Impossible Did Not Became Possible (79)

### 81 Science News

Origin of Cosmic Rays Questioned (81). Prize for Science and Innovation for Young Scientists (81). Exoplanets system Kepler-11. **Surdin V.G.** (82). Freezing of the Soil Affects Transport of Radon (84). Belovezhsky Bison in the Altai Mountains (84). Mid-Eocene Thermal Optimum (84). What Pterosaur Eggs Looked Like (85). Little Ice Age in Western Siberia (85). Elodie Canadian Expansion in Eastern Siberia (86).

### Book Reviews

### 87 Astakhova O.O.

#### Students of MSU Biological Faculty write about war...

(on book: Children and 41-th year. What do we remember about war. What do we know about war...)

### 92 New Books

### In the End of the Issue

### 94 Glushkov V.V.

#### On Karelian Front

# От климата прошлого к климату будущего

А.В.Бялко

Эта статья развивает тему исследований климата, начало которой положила публикация полуторалетней давности [1]. Напомним, что там был проведен математический анализ данных, полученных при бурении антарктических льдов: концентраций диоксида углерода и метана, а также температур за прошедшие 800 тыс. лет [2, 3]. Стандартными методами были вычислены авто- и интеркорреляторы трех случайных функций времени:  $T(t)$ ,  $[\text{CO}_2](t)$ ,  $[\text{CH}_4](t)$ . Существенный вывод из этого анализа состоял в обнаружении заметного, на 2,5–3 тыс. лет, отставания концентрации  $\text{CO}_2$  от температуры земной поверхности и концентрации  $\text{CH}_4$ , вариации которых оказались почти синхронными. Необычны и распределения трех переменных: метан имеет один максимум при низких концентрациях, температура — два, а концентрация диоксида углерода — даже три максимума. Однако главный максимум во всех случаях доминирует настолько, что интегральные отличия от нормальных (гауссовских) распределений оказываются невелики. Далее обсуждалась гипотеза первичности массового выделения метана при резких изменениях климата на этапах выхода из ледниковых периодов. К этому предположению мы еще вернемся, однако главная тема настоящей статьи иная: сделаем попытку использовать



**Алексей Владимирович Бялко**, доктор физико-математических наук, ассоциированный сотрудник Института теоретической физики им.Л.Д.Ландау РАН, первый заместитель главного редактора журнала «Природа». Область научных интересов — теоретическая физика, науки о Земле.

данные бурения для объяснения аномалий сегодняшнего климата, для предсказаний на ближайшее будущее и прояснения физической картины прошлого.

В стандартный анализ случайных функций входит также вычисление среднестатистических взаимозависимостей, регрессий. Конечно, они были сразу же построены, но результат оказался настолько необычным, что я не стал его публиковать, ограничившись невнятной оговоркой. Истинная причина была иной: оставалось неясным, как связать данные последних 800 тыс. лет истории климата с современным потеплением. Посмотрите на графики рис.1 и посудите сами. География планеты за миллион лет почти не изменилась: то же расположение материков, не видно также причин для серьезных изменений системы ветров и океанских течений. Значит, связи климатических переменных, характерные для прошлого, должны проявляться и в наше время. Однако сегодня кон-



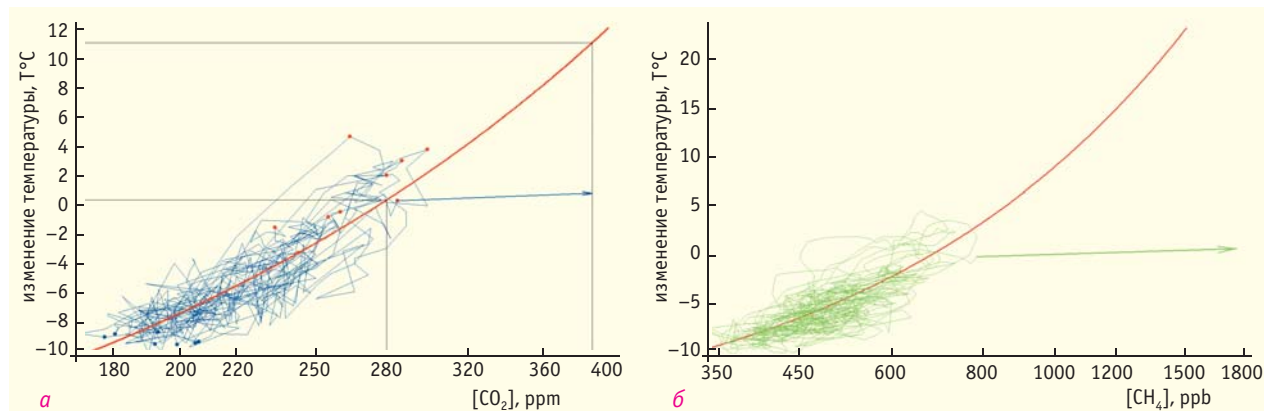


Рис.1. Вариации температуры за 800 тыс. лет в зависимости от концентрации:  $\text{CO}_2$  (а) и  $\text{CH}_4$  (б), по данным бурения антарктического льда. Красные и синие точки — максимумы и минимумы температуры.

центрации  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  достигли беспрецедентных уровней — 390 ppm и 1800 ppb соответственно. Если экстраполировать регрессии до этих значений, то окажется, что температура должна возрасти минимум на 9–12°C. Потепление действительно происходит, но сегодня оно не превышает 1°C по сравнению с доиндустриальной эпохой, когда концентрация  $\text{CO}_2$  была равна 280 ppm. Можно ли объяснить такое расхождение?

Общепринятый подход к пониманию вариаций климата не позволяет разобраться в этом парадоксе. Международный комитет по изменению климата (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change) использует понятие «climate forcing», что можно перевести как «климатическое усилие». Смысл его таков. Допустим, один из внешних параметров (к примеру, вулканическая активность) изменился. Сопоставим его с такой вариацией солнечной постоянной (удельной мощностью излучения, падающего на земную поверхность), которая приведет к компенсации произошедшего изменения. Это и будет форсинг, вызванный (в данном случае) извержениями вулканов. Форсинг парниковых газов вычисляется по современным вариациям температуры. При этом утверждается [4], что современной концентрации  $\text{CO}_2$  соответствует форсинг всего лишь 2 Вт/м<sup>2</sup>. Если же формально оценить его по антарктической истории климата, результат окажется в 50–60 раз (!) выше. Причина расхождения в том, что само понятие «форсинг», придуманное метеорологами, не имеет достаточного физического обоснования. Его применимость была бы допустима в условиях, когда концентрация парниковых газов (или вулканическая активность) возрастает крайне медленно, в течение тысячелетий. Форсинг парниковых газов не способен учесть динамику роста их концентраций. В этой работе будет предложена иная концепция, учитывающая тепловую инерцию — теплоемкость океана, в частности его верхнего теплого слоя.

## Средняя температура

Основной характеристикой глобального климата можно считать среднюю температуру земной поверхности. В доиндустриальную эпоху она была равна 14°C; под температурой  $T$  мы будем иметь в виду ее отклонение от этого начального уровня.

Сравнение данных бурения антарктического льда и результатов изотопного анализа осадков в тропических широтах показывает, что полярные и тропические температуры изменялись почти синхронно. Поэтому в первом приближении можно описывать климат всего одной величиной. Климатологи, работающие на больших компьютерах, с некоторой долей иронии называют такой упрощенный подход нульмерной моделью климата. Однако их тоже есть в чем упрекнуть: подробное описание географии планеты, всех процессов в атмосфере и океане не только громоздко, но и вынуждает вводить много параметров, значение которых известно лишь приближенно или вообще недоступно эксперименту. Приведу характерный пример. Облачность покрывает примерно половину земной поверхности. Так происходит из-за симметрии конвекции: вертикальные потоки в облачных циклонах и безоблачных антициклонах равны. Но вот простой качественный вопрос: во время ледниковых периодов доля облаков была больше современной или меньше? Мне теоретический ответ не известен, фактические же измерения облачности соответствуют узкому диапазону температур и не дают уверенного результата [5]. А для моделирования климата прошлого или климата будущего необходима количественная зависимость, ведь облачность влияет на альбедо планеты никак не меньше, чем ледниковый покров. К сожалению, теория облаков разработана недостаточно глубоко. В итоге компьютерные модели климата оказываются «непрозрачными»: проще построить еще одну модель, чем проверить предыдущую.

Известна саркастическая шутка: «средняя температура по больнице» (дескать, в палатах она высокая, а в морге низкая). К климату Земли подобное утверждение не имеет никакого отношения. Поясню. Надо рассмотреть функцию распределения температуры: если она близка к нормальному закону с одним максимумом, то все в порядке, если же нет, то средняя величина действительно мало что означает. Например, распределение температур лунной поверхности двугорбое: освещенность Луны Солнцем меняется медленно, ее светлая сторона заметно нагревается, а темная успевает сильно остыть. Напротив, у Земли разность дневных и ночных температур невелика, а вращение достаточно быстрое. Поэтому близко к нормальному закону не только отклонение температур от сезонного хода в каждом конкретном месте, но и распределение земных температур по широтам [6]. Средняя же температура земной поверхности почти совпадает со средней температурой поверхности океана, что вызвано не только его обширностью по сравнению с сушей, но также тем, что теплоемкость воды значительно выше теплоемкости горных пород и почвы.

Возможно, вы заметите некоторое противоречие между этим утверждением и жизненным опытом: значительную часть суши занимают горы, а в горах намного холоднее, чем у побережья моря. Но противоречия здесь нет. Температура земной атмосферы действительно понижается с высотой вплоть до границы тропосферы; адиабатический температурный градиент равен  $6-7^\circ$  на километр высоты, меняясь от влажности воздуха. Поэтому пониженные температуры горных районов при усреднении по земной поверхности приводятся к уровню моря, в результате средняя температура суши увеличивается по сравнению с метеоданными. Фактически температурный контраст суша—океан невелик.

Поверхностные воды океана прогреваются солнечными лучами и перемешиванием только до глубин около 100 м; ниже этого слоя температура быстро понижается. Средняя температура поверхности около  $14^\circ\text{C}$ , в глубинах океана существенно холоднее — всего  $3^\circ\text{C}$ . Верхний слой теплее глубин и атмосферы по той причине, что именно он поглощает наибольшую часть солнечной энергии. Конвекция отводит поглощенный поток вверх; на границе тропосферы, на высотах 8–12 км, он излучается в космос в микроволновой области спектра. Поскольку азот, кислород и аргон прозрачны для этих частот, высота излучения определяется малыми концентрациями парниковых газов. Для каждой из частот диапазон высот свой, определяемый спектрами поглощения  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и паров  $\text{H}_2\text{O}$ .

Теплообмен с глубинными водами океана также существует и происходит благодаря глобальным термохалинным течениям, которые образуют так называемый Великий Конвейер. Он начинается погружением холодных соленых вод вблизи

Гренландии, течет в глубинах Атлантики, обгибает Антарктиду, выходит на поверхность частично вблизи Индии, но в основном на севере Тихого океана. По времени весь этот путь занимает 1.5–2 тыс. лет. Возраст вод иногда достигал даже 5 тыс. лет; он определяется по концентрации изотопа  $^{14}\text{C}$ . Течение Конвейера медленное, но погружение в него холодных вод отнюдь не стационарно: оно имеет как сезонные колебания, так и месячные пульсации, вызываемые лунными приливами. Последние 6 тыс. лет климат планеты отличался стабильностью, по-видимому, все это время тепловой баланс Конвейера был близок к нулю. Однако в ледниковые периоды толща плавающих льдов Северной Атлантики препятствовала охлаждению вод и тем самым значительно понижала интенсивность Конвейера [7]. Нельзя исключить, что временами он вообще приостанавливался, во всяком случае связь климата с глубинными океанскими течениями несомненна.

Таким образом, на климат Земли влияют как атмосфера, так и глубины океана. Временные масштабы этих воздействий, однако, различны, поскольку теплоемкости атмосферы и океана — величины разных порядков.

## Гипотеза климатического равновесия

Вернемся к регрессиям климата. Молекула метана, по разным оценкам, поглощает микроволновое излучение в 25–100 раз сильнее, чем молекула диоксида углерода, но концентрация  $\text{CH}_4$  в атмосфере примерно в 300 раз меньше, чем  $\text{CO}_2$ . Было бы целесообразно построить зависимость температуры от взвешенного вклада этих газов в парниковый эффект, при этом дисперсия данных относительно линии регрессии, возможно, уменьшится. Однако гораздо более сильное сокращение разброса дает учет другого обстоятельства — отставания концентрации  $\text{CO}_2$  от температуры. Посмотрим на рис. 2, где показана зависимость температуры от концентрации  $\text{CO}_2$ , сдвинутой на 3 тыс. лет вперед. Ограничимся при этом периодом в 785 тыс. лет, взяв ровно восемь больших периодов Миланковича. Кроме того, сгладим исходные данные, применив к ним скользящее усреднение с периодом 10 тыс. лет. Часть информации, конечно, потеряется, максимумы станут ниже, минимумы — выше, зато проявится временной ход вариаций климата.

Этот график дает основание полагать, что существует область климатического равновесия, в которую постоянно возвращается пара переменных: концентрация  $\text{CO}_2$  и температура. Это равновесие в принципе может быть найдено теоретически: следует количественно решить задачу о переносе микроволнового излучения в атмосфере и понять, как возникает временной лаг переменных. К сожалению, и то, и другое пока надежно не получается.

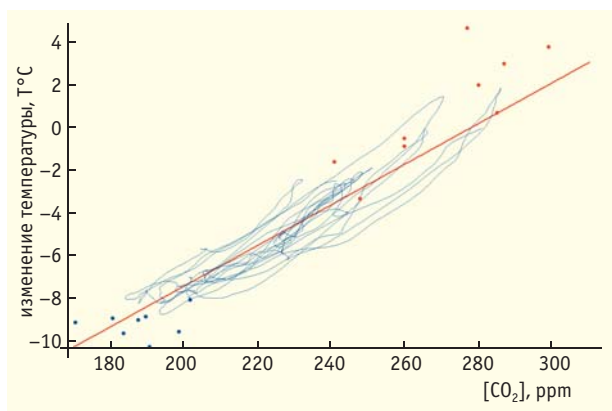


Рис.2. Вариации температуры за 780 тыс. лет в зависимости от концентрации  $\text{CO}_2$ , сдвинутой относительно температуры на 3 тыс. лет назад. Зависимости от времени сглажены скользящим усреднением с окном 10 тыс. лет. Красные и синие точки — экстремумы температуры.

Климатическое равновесие, скорее всего, определяется не только концентрациями парниковых газов, но и иными параметрами. Важнейший из них — солнечная активность. Кроме непосредственных вариаций потока солнечной энергии существует ее воздействие на поток космических лучей, достигающих Земли, а он, в свою очередь, влияет на образование облаков.

Область устойчивости климата в переменных ( $T, [\text{CO}_2]$ ) оказалась сильно вытянутой. Поэтому можно предполагать, что существует некоторая кривая равновесия  $T_{\text{eq}}([\text{CO}_2]_{\text{eq}})$ , размываемая в узкую область другими, менее существенными климатическими параметрами. Данные антарктического бурения позволяют найти линейное приближение этой кривой равновесия. Собственно, это и есть линия регрессии:

$$T_{\text{eq}} = 0.098[\text{CO}_2]_{\text{eq}} - 27.1^\circ\text{C};$$

$$[\text{CO}_2]_{\text{eq}} = 10.2(T_{\text{eq}} + 27.1^\circ\text{C}).$$

Здесь равновесная концентрация  $\text{CO}_2$  выражена в ppm. Конечно, можно найти и квадратичную поправку к этой линейной зависимости, но такая операция, скорее всего, стала бы превышением точности. Дисперсия температуры (среднеквадратичное отклонение антарктических данных от линии регрессии) составляет всего  $0.98^\circ\text{C}$ , но неопределенность дальнейших экстраполяций в область высоких концентраций в несколько раз больше. Сравнение с квадратичным приближением показывает, что ошибка экстраполяции может достигать  $2\text{--}3^\circ\text{C}$ .

Концентрации  $\text{CO}_2$  в доиндустриальную эпоху (280 ppm) соответствует приrost температуры в  $0.3^\circ\text{C}$  (он лежит в пределах ошибок). Однако современной концентрации в 390 ppm отвечает равновесная температура, которая на  $11^\circ\text{C}$  (!) выше

сегодняшней. При таком потеплении жизнь в тропиках стала бы просто невозможной, да и в умеренном поясе ничего хорошего не предвидится. Однако из столь устрашающего заключения вовсе не следует, что сама концепция климатического равновесия ошибочна. Причина расхождения далее станет яснее. Качественно же она состоит в том, что поверхностные воды океана (а тем более глубинные) просто еще «не знают», что за последнюю сотню лет мы сожгли много угля, нефти, газа, испортили атмосферу планеты и тем вывели климат из области устойчивости.

Прежде чем использовать регрессию для конкретных вычислений, посмотрим, применимо ли климатическое равновесие в предельных случаях. Во-первых, проведем мысленный эксперимент: лишим атмосферу Земли всего диоксида углерода. При  $[\text{CO}_2]_{\text{eq}} = 0$  получим  $T_{\text{eq}} = -27^\circ\text{C}$ , иначе говоря, средняя температура земной поверхности опустится до  $-13^\circ\text{C}$ . Это еще не означает, что весь океан покроется льдом, но даже и в таком случае слабый парниковый эффект все еще будет поддерживаться остаточными парами воды, что как раз и даст небольшое превышение над равновесной радиационной температурой Земли  $255\text{ K} = -18^\circ\text{C}$ . Не следует слишком полагаться на результат столь далекой экстраполяции регрессии — можно считать, что мысленный эксперимент закончился удовлетворительно.

Во-вторых, посмотрим, годится ли предложенное равновесие при очень высоких температурах и концентрациях  $\text{CO}_2$ . В эоцене, 50 млн лет назад, на планете было на  $10\text{--}15^\circ\text{C}$  теплее, чем сейчас. География тогда была иной: Атлантика — вдвое уже, Антарктида не покрыта льдом, а уровень океана — на сотню метров выше современного. Поэтому и само климатическое равновесие могло заметно отличаться в сравнении с последним миллионом лет. Концентрация  $\text{CO}_2$  в эоцене оценивается не очень надежно: ее верхний предел высок, но минимальная величина около 600 ppm с натяжкой попадает в возможную область ошибок [8]. Кроме того, нельзя исключить, что при столь высокой температуре доля облаков заметно возрасла, увеличивая отражение солнечного света. Кривая равновесия  $T_{\text{eq}}([\text{CO}_2]_{\text{eq}})$  в таких условиях должна проходить существенно ниже ее линейной аппроксимации.

## Взаимодействие океана и атмосферы

Итак, допустим, что климатическое равновесие существует. Тогда его возмущения, вызванные любыми причинами, должны релаксировать — приближаться к равновесному состоянию с некоторыми характерными временами. Иначе говоря, производная отклонения по времени должна быть пропорциональна отрицательной величине самого отклонения.

Проверим эту гипотезу на примере поглощения океаном избытка атмосферного  $\text{CO}_2$ . С достаточной точностью известно, сколько угля, нефти и газа мировая энергетика ежегодно добывала и потребляла с начала XX в. Эти данные нетрудно перевести (табл.1) в потенциальный (т.е. тот, который был бы при отсутствии поглощения) прирост концентрации диоксида углерода  $P(t)$ . Он показан на рис.3,а. Атмосферная концентрация  $\text{CO}_2$  начиная с 1958 г. измерялась на гавайском острове Мауна Лоа. Вариации средней температуры  $T$  за это время тоже известны. Поэтому в релаксационном уравнении

$$\frac{d[\text{CO}_2]}{dt} = \frac{[\text{CO}_2]_{\text{eq}}(T) - [\text{CO}_2]}{\tau_{\text{atm}}} + P(t)$$

известны все функции времени. Осталось найти единственный численный параметр — время релаксации атмосферы по отношению к растворению газа. Его оптимальные значения оказались в диапазоне  $\tau_{\text{atm}} = 25.1\text{--}27.5$  лет, а в допустимости использования уравнения можно убедиться, посмотрев на его численные решения (рис.3,б).

Есть, правда, некоторые сомнения в применимости прямой равновесия для вычисления современной концентрации  $\text{CO}_2$ . Дело в том, что время атмосферной релаксации получилось небольшим, а антарктические данные отражают намного более медленные процессы, к тому же шедшие с отставанием концентрации  $\text{CO}_2$  от температуры. Но иного подхода пока сформулировать не удается.

Более уверенно работает аналогичное уравнение релаксации для поверхностной температуры:

$$\frac{dT}{dt} = \frac{T_{\text{eq}}([\text{CO}_2]) - T}{\tau_{\text{os}}} + w(t).$$

Здесь  $\tau_{\text{os}}$  — пока нам неизвестное время релаксации поверхностных вод океана. Величина  $w(t)$ , умноженная на теплоемкость столетового слоя

**Таблица 1**  
**Выбросы  $\text{CO}_2$  при сгорании ископаемого топлива**

Топливо	Доля углерода, %	Теплота сгорания, МДж/кг	Выброс $\text{CO}_2$ в атмосферу, ppm/(год·ТВт)
уголь	89	27	0.74
нефть	81	46	0.39
газ	75	55	0.30

$C_{\text{os}}$ , есть мощность энергообмена поверхности океана с атмосферой и глубинными водами.

Релаксационные уравнения легко интегрируются в общем виде. Но прежде чем сравнивать результаты вычислений с наблюдениями, попробуем получить грубую оценку времени  $\tau_{\text{os}}$ . Между ним и атмосферой происходит теплообмен, а поскольку их теплоемкости  $C_{\text{os}}$  и  $C_{\text{atm}}$  — величины разного порядка, то различны и времена релаксации:

$$\frac{\tau_{\text{os}}}{\tau_{\text{atm}}} \sim \frac{C_{\text{os}}}{C_{\text{atm}}} = \frac{c_{\text{H}_2\text{O}} m_{\text{os}}}{c_{\text{N}_2} m_{\text{atm}}} \approx 30.$$

Масса атмосферы равна  $5.2 \cdot 10^{18}$  кг, масса столетового слоя океана —  $3.6 \cdot 10^{19}$  кг, а отношение удельных теплоемкостей воды  $c_{\text{H}_2\text{O}}$  и воздуха  $c_{\text{N}_2}$  составляет 4.01. Неточность этой оценки кроется в подмене характерного времени теплового обмена временем газовой релаксации, полученным по динамике концентрации  $\text{CO}_2$ . Такой оценкой следует пользоваться осторожно: будем считать, что  $\tau_{\text{os}} \approx 10^3$  лет только по порядку величины. Кстати, тысяча лет — как раз примерно то время, которое уходит на оборот воды в Великом Конвейере.

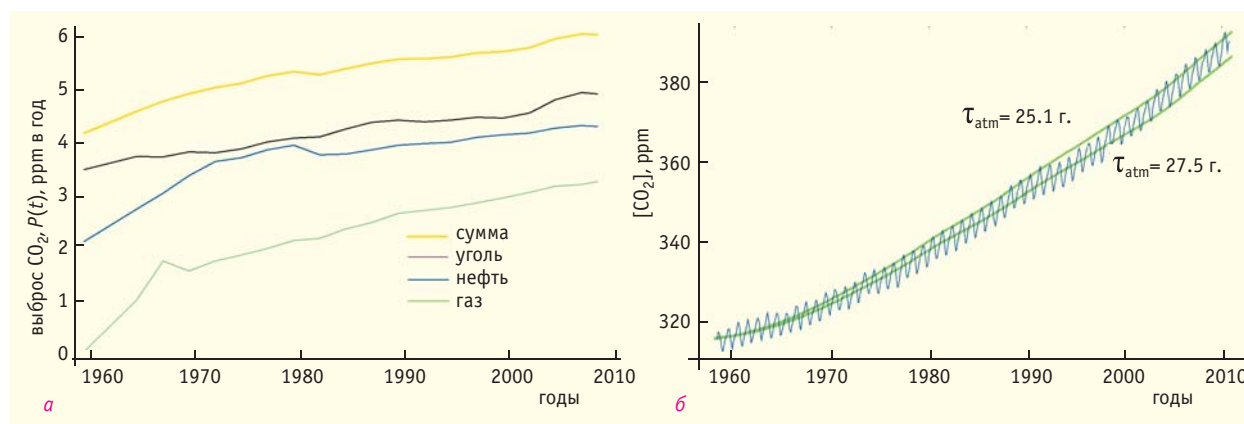


Рис.3. Изменения атмосферной концентрации  $\text{CO}_2$ :  $P(t)$  — потенциальный прирост концентрации как суммарный результат сжигания угля, нефти и газа (а); ежемесячные данные, измеренные на о.Мауна Лоа и результаты интегрирования уравнения газовой релаксации при двух значениях параметра  $\tau_{\text{atm}}$  (б).



Сделаем еще одну оценку, важную для понимания дальнейших результатов. Средняя глубина Мирового океана 3.8 км, поэтому его теплоемкость и характерное время тепловой релаксации примерно в 40 раз превосходят  $\tau_{os}$ . Заметим, что такая оценка случайным образом оказалась близка к малому периоду Миланковича (40 тыс. лет), вычисленному им по вариациям земной орбиты. Но есть еще одно совпадение: за это время тепловой поток океанского дна ( $0.1 \text{ Вт/м}^2$ ) прогрел бы океан при отсутствии теплоотвода на  $8^\circ\text{C}$ , что как раз соответствует температурному диапазону плейстоцена.

Таким образом, иерархия времен выглядит так: атмосфера, выведенная из равновесия, возвращается в область устойчивости за времена порядка 20–30 лет, поверхность океана релаксирует возмущения в течение тысячи лет, весь же океан отреагирует на медленное воздействие за 30–50 тыс. лет. Внешнее, астрономическое, возбуждение имеет периодичности Миланковича. В релаксационных уравнениях все сложные процессы переноса энергии суммирует одна функция  $T_{eq}([\text{CO}_2]_{eq})$ , которая была найдена в линейном приближении. За ее кажущейся простотой стоит миллионлетний эксперимент самой природы.

## Современное потепление

Данные о средней температуре земной поверхности ежемесячно публикуются в Интернете; с меньшей точностью температуры известны с 1880 г. Начиная с 1958 г. доступны ежемесячные данные о концентрации диоксида углерода\*.

Температура, за исключением последних десятилетий, менялась незначительно. Причина такой стабильности климата, по-видимому, в том, что Великий Конвейер на температуру поверхности последнее время не влиял. Поэтому предположим, что в современную эпоху его теплообмен с глубинами океана сбалансирован. В температурном уравнении релаксации можно положить  $w(t) = 0$ .

Время релаксации будем варьировать так, чтобы решения этого уравнения охватывали разброс наблюдений. Оказалось, что  $\tau_{os} = 650\text{--}750$  лет, такой диапазон согласуется с проведенной ранее оценкой. Концентрацию  $\text{CO}_2$ , входящую в уравнение, следует брать из фактических измерений. Однако при времени релаксации  $\sim 10^3$  лет ни ее сезонные, ни годовые вариации никак не влияют на ответ. Поэтому, вычисляя температурную зависимость, будем использовать то решение для концентрации  $\text{CO}_2$ , которое было получено ранее по данным потребления угля, нефти и газа. При

$\tau_{atm} = 26.3$  года оно лежит в пределах сезонных колебаний  $\text{CO}_2$ . Такой подход дает возможность учесть различные предположения о дальнейшем развитии структуры энергетики XXI в.: разные варианты добычи ископаемых топлив после 2010 г. позволяют вычислить будущие концентрации  $\text{CO}_2$ , а затем и прогноз потепления.

Из табл.1 видно, что природный газ по выбросам атмосферного  $\text{CO}_2$  (ppm/год) в 2.5 раза эффективнее угля при равной произведенной тепловой энергии. Это дает возможность построить два сценария энергетики будущего и сравнить их последствия. Первый, инерционный сценарий исходит из предположения, что рост энергопотребления останется почти постоянным. Равномерно увеличивается добыча всех ископаемых топлив, а суммарные выбросы  $\text{CO}_2$  прогрессивно возрастают примерно так же, как в последнее десятилетие, на 3% в год. Второй, радикальный сценарий исходит из постепенного отказа от использования ископаемых топлив. Из них самый вредный для атмосферы уголь; начиная с 2015 г. предполагается сокращение его добычи, вплоть до полного запрета к 2050 г. Далее, к 2060 г., снижаем добычу, а главное — использование нефти и ее продуктов для отопления и транспорта. В течение всего этого времени добыча газа поначалу только возрастает, но затем, возможно, придется сокращать и ее. Рост энергетики в целом может быть скомпенсирован ускоренным развитием ее ядерной отрасли, производством биотоплива и электроэнергии на солнечных батареях.

Оба сценария и соответствующие решения релаксационных уравнений представлены на рис.4. Их практические следствия весьма существенны. Главный вывод таков: все действия по «исправлению» атмосферы начинают сказываться на климате (на средней температуре планеты) с заметным запозданием. Так, при радикальном сценарии максимум выбросов  $\text{CO}_2$  приходится на 2030 г., но максимум его концентрации — только на 2042 г., температура же выйдет на некоторый предел (возможно, максимум) только к концу текущего столетия. Есть и более отдаленные последствия. Рост температуры вызовет ускоренное таяние ледникового покрова Гренландии и Антарктиды, а значит, и ускоренное повышение уровня Мирового океана. Приостановить его в XXI в. никак не удастся.

Таким образом, результаты даже радикального сценария не слишком утешительны: рост температуры на  $2^\circ\text{C}$  приведет к существенным изменениям образа жизни. Инерционный же сценарий просто смертелен для цивилизации: к концу текущего века сгорят леса и торфяники умеренных широт; в привычных условиях жизнь окажется возможной только в горных и полярных областях.

Есть еще одно неприятное следствие, к которому ведет потепление. Оказывается, возмущения климата растут пропорционально его производ-

\* Смотрите сайты: [ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/ccg/co2/trends/co2\\_mm\\_mlo.txt](ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/ccg/co2/trends/co2_mm_mlo.txt) и <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/tabledata/GLB.Ts+dSST.txt>.

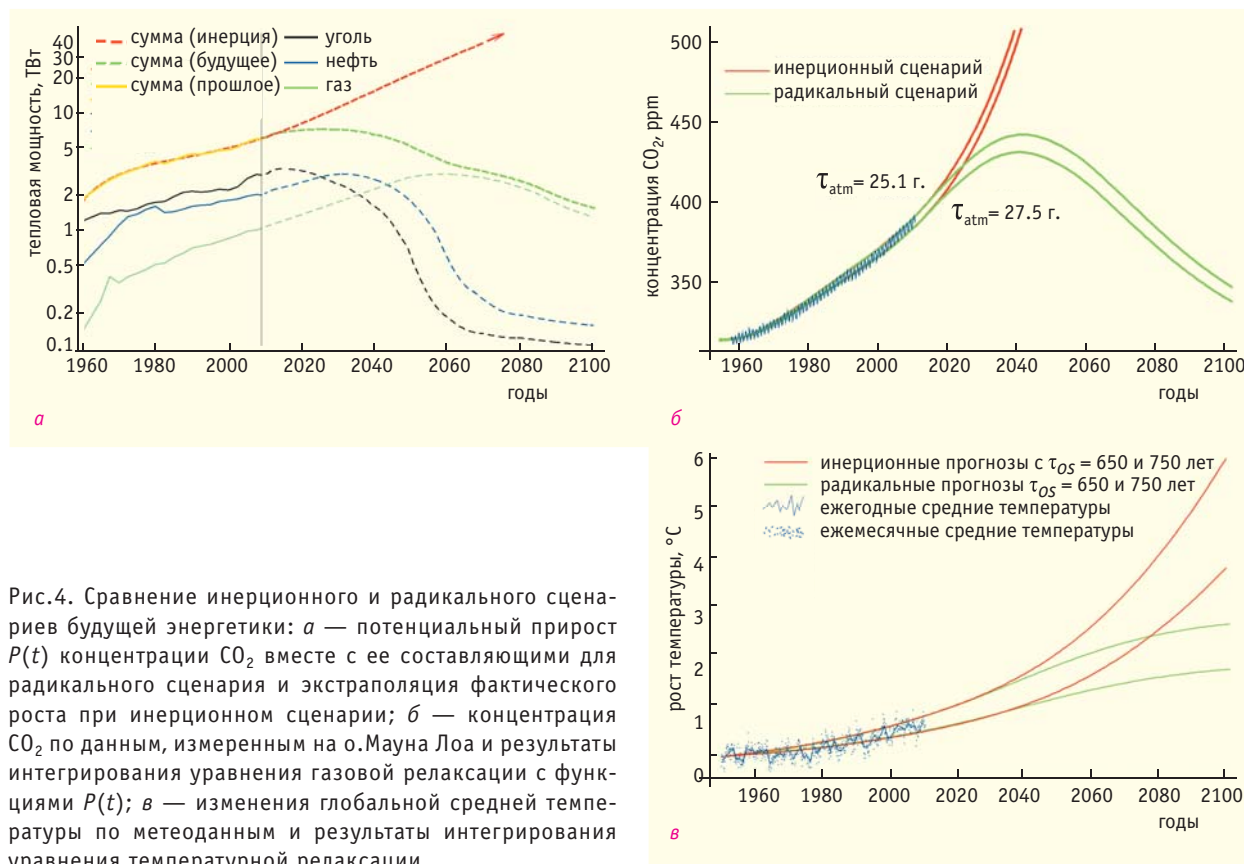


Рис.4. Сравнение инерционного и радикального сценариев будущей энергетики: а — потенциальный прирост  $P(t)$  концентрации  $CO_2$  вместе с ее составляющими для радикального сценария и экстраполяция фактического роста при инерционном сценарии; б — концентрация  $CO_2$  по данным, измеренным на о.Мауна Лоа и результаты интегрирования уравнения газовой релаксации с функциями  $P(t)$ ; в — изменения глобальной средней температуры по метеоданным и результаты интегрирования уравнения температурной релаксации.

ной по времени [9]. Иначе говоря, если потепление ускоряется, то отклонения от него возрастают еще быстрее. Возмущения климата — это не совсем погода в ее повседневном понимании, но, видимо, что-то к ней близкое. Отсюда следует качественный вывод: погодные аномалии станут максимальны примерно в то время, когда пройдет свой максимум концентрация  $CO_2$ . Это утверждение относится к радикальному сценарию, в инерционном же нельзя исключить наступление момента, когда возмущения климата вырастут настолько, что вообще его разрушат.

Напряжение мировой экономики при перестройке энергетики, конечно, будет сопряжено с колоссальными расходами, но они не должны рассматриваться как чрезмерные. Иного выхода, видимо, просто нет. Известны, впрочем, расчеты, что доступные запасы нефти и угля сами закончатся к середине века, тогда и выбросы  $CO_2$  сократятся естественным путем. Это утверждение похоже на самообман. Потенциальные запасы соединений углерода в земных недрах чрезвычайно велики. В конечном счете кислород атмосферы — результат фотосинтеза, следствие которого — углерод, который захоронен в недрах планеты. Оценки только подводных запасов метангидрата, которые вообще пока не используются, превосходят все ближайшие потребности мировой

экономики. Идея освоения ископаемых топлив до их истощения — это попытка отложить неприятные экономические решения вплоть до коллапса цивилизации.

### Энергетический баланс климата плейстоцена

Сравнение вычислений с наблюдаемым ростом температуры и концентрации  $CO_2$  придает некоторую убедительность идее релаксации климата к равновесию. Экстраполяция решений на будущее в целом совпадает с прогнозами, рассчитанными иными способами на суперкомпьютерах в мировых центрах изучения климата (табл.2). И все же, чтобы убедиться в справедливости предлагаемой теории, нужны дополнительные аргументы. Один из них таков: если модель работает сегодня, она должна прояснить и особенности климата прошлого.

Применим уравнение температурной релаксации к данным бурения антарктического льда. За последние 780 тыс. лет температура и концентрация  $CO_2$  совершили восемь сотысячелетних циклов и в голоцене вышли примерно на начальный уровень. Значит, за эти 8 циклов температурный баланс поверхности океана в среднем был нулевой. С помощью уравнения температурной

**Таблица 2**  
**Прогнозы потепления климата к 2100 году**

Научный центр*	NCAR	MPIM	GFDL	Hadley	CSIRO	CCCma	CCSR
Прирост температуры	2.9	3.6	3.9	4.3	4.4	4.6	5.3

\* NCAR — National Center for Atmospheric Research, Боулдер, США; MPIM — Max-Planck-Institut für Mathematik, Бонн, Германия; GFDL — Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, Принстон, США; Hadley — Hadley Centre for Climate Prediction and Research, Оксфорд, Великобритания; CSIRO — Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Виктория, Австралия; CCCma — Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis, Виктория, Канада; CCSR — Center for Climate System Research, Токио, Япония.

релаксации для всего этого времени можно вычислить интенсивность теплообмена поверхностных вод с глубинными, найти энергетический баланс:

$$B(t) = C_{os}w(t) = C_{os} \left[ \frac{T - T_{eq}([CO_2])}{\tau_{os}} - \frac{dT}{dt} \right].$$

В расчетах теплоемкость поверхности океана принималась равной  $C_{os} = 1.5 \cdot 10^{23}$  Дж/К. Характерное время релаксации  $\tau_{os}$  — примерно 700 лет — было получено из сравнения вычислений с современным ходом температуры. Но для большей уверенности будем проводить расчеты для трех разных времен релаксации: 0.6, 1.2 и 2.4 тыс. лет. В исходных данных зависимость температуры от времени представляет собой ломаную кривую. Поэтому для вычисления производной приходится использовать данные, к которым применялось скользящее сглаживание с окном в 10 тыс. лет. Эта процедура устраняет колебания с высокими частотами и случайные ошибки измерений, но не влияет на информацию о более медленных процессах.

На рис.5,а представлен результат вычислений энергетического баланса поверхности океана. Зависимости, установленные при разных временах релаксации, проявляя цикличность с неожиданным характерным периодом около 40 тыс. лет. Заметим, что ее не было в исходных данных, где наблюдалась только 100-тысячелетняя периодичность. Найдем корреляционные функции этого баланса (рис.5,б), а затем и спектры колебаний — фурье-преобразования корреляционных функций (рис.5,в). Максимумы всех спектров приходятся на частоту, соответствующую периоду в 39.3 тыс. лет, что очень близко к малому периоду Миланковича. Однако и большой период Миланковича тоже проявляется в спектрах энергетического баланса как более низкий максимум на частотах 95—105 тыс. лет. Так уравнение релаксации позволило получить зависимость, в спектре которой присутствуют оба периода, диктуемые орбитальным движением Земли.

Обратимся к физической интерпретации полученного теплового баланса поверхности океана.

И корреляционные функции, и их спектры оказались качественно близкими для всех трех значений времени релаксации, но наибольшее из них ( $\tau_{os} = 2.4$  тыс. лет) приводит к менее правдоподобному спектру: дополнительный максимум при частоте, соответствующей периоду 250 тыс. лет, у него выше физически оправданного столетнего максимума. Выбор между двумя меньшими временами релаксации остается открытым; реальная величина  $\tau_{os}$ , по-видимому, лежит в пределах от 0.6 до 1.5 тыс. лет.

Амплитуды энергетического баланса примерно обратно пропорциональны времени релаксации; при среднем из них они достигают 12 ТВт =  $1.2 \cdot 10^{13}$  Вт. Средняя величина колебаний мощности за 780 тыс. лет близка к нулю, как оно и должно быть, поскольку за это время прошло целое число полных климатических циклов. Среднеквадратичные же отклонения, т.е. характерные амплитуды энергетического баланса, равны 8.9 ТВт при  $\tau_{os} = 0.6$  тыс. лет и 4.5 ТВт при  $\tau_{os} = 1.2$  тыс. лет.

Много это или мало? Есть две физические величины, с которыми следует сопоставлять вариации энергии океанской поверхности: тепло недр, согревающее океан, и мощность Великого Конвейера, охлаждающего его глубины. Значение первой — 4 ТВт. Заметим, вычислять ее отнюдь не просто: как шутят специалисты, оценки среднего теплового потока растут уже несколько десятилетий, его последние подсчеты близки к 0.1 Вт/м<sup>2</sup>. Тепловой баланс Великого Конвейера пока вообще не измерен. Судя по тому, что за последние 6 тыс. лет климат почти не менялся, современная мощность Конвейера должна компенсировать тепловой поток от дна океана. Следовательно, вычисленные вековые колебания теплового баланса земной поверхности имеют разумный порядок величины.

Из этого факта следует, что физическая причина климатических циклов состоит в квазипериодических колебаниях охлаждающей мощности Великого Конвейера, конкурирующего с постоянным потоком тепла земных недр. Периодичность этих колебаний оказалась близка к периоду малых циклов Миланковича. Он считал, что оледенение

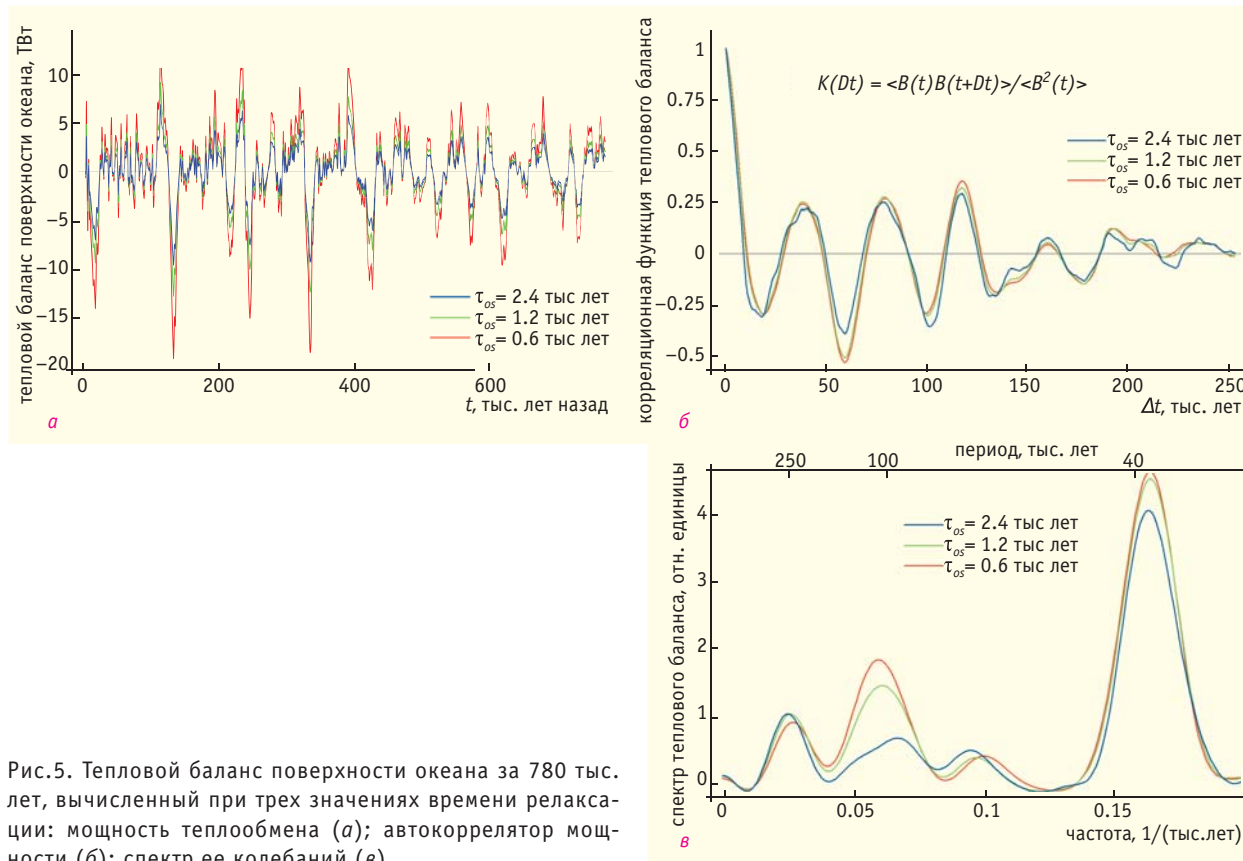


Рис.5. Тепловой баланс поверхности океана за 780 тыс. лет, вычисленный при трех значениях времени релаксации: мощность теплообмена (а); автокоррелятор мощности (б); спектр ее колебаний (в).

наступает при долгих холодных зимах Северного полушария, а причина его — в существенном росте альбедо планеты. Но понижение активности Великого Конвейера при таком положении земной оси относительно перигелия орбиты тоже вполне логично. Многолетние плавучие льды не успевают растаять за короткое лето, а в течение долгой зимы их толща теплоизолирует принесенные Гольфстримом соленые воды, ограничивая их охлаждение и последующее погружение. Исследования возраста глубинных вод, образовавшихся в Северной Атлантике во времена голоцена [10], качественно эту мысль подтверждают.

## Проблемы, гипотезы

Насущной проблемой остается объяснение быстрых переходов от ледниковых эпох к теплым межледниковьям. Была высказана гипотеза [1], что причину надо искать в массовом разложении метангидратных отложений при понижении уровня океана и потеплении его глубинных вод. Эта идея сейчас укрепилась, поскольку проявилась существенная роль дисбаланса между теплом недр и интенсивностью Великого Конвейера. Но сам процесс выхода метана в атмосферу требует более подробной разработки; в климатическом

масштабе времени он имел, по-видимому, взрывной характер. Здесь надо исправить неточность статьи [1], где поток вод, принесенных к поверхности моря метановыми пузырьками, был оценен по отношению плотностей воды и газа. Как показывает решение гидродинамической задачи для цепочки пузырьков [11], увлечение жидкости поднимающимся газом сильно увеличивает эффективность такого «насоса»: каждый грамм метана с глубины порядка 300 м приносит к поверхности не менее 10 кг придонных вод.

Еще один круг задач предстоит решить для понимания физической причины тысячелетнего отставания атмосферной концентрации  $\text{CO}_2$  от температуры. В современных условиях последовательность событий обратная, а характерное время атмосферной релаксации намного меньше, всего несколько десятков лет. Допустим, сегодняшняя ситуация беспрецедентна: никогда ранее не происходило столь быстрого сжигания углерода, запасенного в земных недрах. Равновесие диоксида углерода с температурой определялось более медленными процессами. Одним из них мог быть оборот вод Великого Конвейера, другим — отстающее образование ледников или их таяние, меняющие уровень океана, третьим — запаздывающий отклик интенсивности фотосинтеза на изменения температуры. Все три



процесса могли действовать и совместно. Их моделирование впереди.

Тепловой баланс климата недавнего прошлого, последних двух тысяч лет, нетрудно получить точно таким же образом, как он был вычислен для 800 тыс. лет плейстоцена. Данные по температурам Европы для этого почти достаточны, вопрос лишь в том, с чем сравнивать результаты их обработки. Надежда — на расширение информации о возрасте глубинных вод в голоцене [10], что в принципе позволит оценить прошлую интенсивность Великого Конвейера.

А что произойдет с ним в будущем? Согласно распространенному мнению, потепление климата может привести к изменению Гольфстрима: он-де не будет доходить до Арктики и перестанет согревать Европу. Полагаю, для таких взглядов нет физических оснований. Напротив, в ближайшие десятилетия Северный Ледовитый океан к концу летнего сезона станет почти свободным от ледяного покрова. Образование же тонкого льда зимой наряду с сопутствующим ростом солености только усилит поток Великого Конвейера и прогрев Северной Европы.

Гораздо более серьезные опасения вызывает другая идея: не существует ли среди возможных сценариев будущего таких, которые приведут к «точке невозврата»? Иными словами, потепление климата в принципе может привести к такому перегреву, что при массовых пожарах произойдет полная потеря контроля над содержанием

CO<sub>2</sub> в атмосфере и никакими силами вернуться в область стабильности уже не удастся. Похожая тема возникает и при математическом анализе возмущений климата [9]. Может ли произойти его разрушение? На первый взгляд, это вопрос философский, т.е. ответа не имеющий. На самом деле ответ есть, он у нас «перед глазами». Это Юпитер. В отличие от остальных планет, на Юпитере нет климата в обычном понимании. Огромный вихрь — Большое Красное Пятно — наблюдается вблизи юпитерианского экватора по крайней мере со времен Галилея. Его структура и происхождение остаются пока загадкой.

\* \* \*

Математика сама по себе не порождает дополнительной информации. Но удивительно, насколько она расширяет область нашего понимания явлений природы. Несколько функций времени, построенных на основе анализа данных по бурению антарктических льдов, обоснованная подборка единственного параметра (времени релаксации поверхности океана) — и в результате нескольких математических операций возникает приближенная, но согласованная картина климатических вариаций. Ее внутренняя непротиворечивость позволяет назвать предлагаемые здесь физические построения релаксационной теорией климата. ■

## Литература

1. Бялко А.В. Палеоклимат: дополнения к теории Миланковича // Природа. 2009. №12. С.18—28.
2. Lüthi D. et al. High Resolution Carbon Dioxide Concentration Record 650.000—800.000 Years before Present // Nature. 2008. V.453. P.379—382.
3. Loulergue L. et al. Orbital and Millennial Scale Features of Atmospheric CH<sub>4</sub> over the Past 800.000 Years // Nature. 2008. V.453. P.383—386.
4. Kiehl J. Lessons from the Earth Past // Science. 2011. V.331. P.158—159.
5. Dressler A.E. A Determination of the Cloud Feedback from Climate Variation over the Past Decade // Science. 2010. V. 330. P.1523—1527.
6. Бялко А.В., Гамбургцев А.Г. Статистика погоды // Природа. 2000. №12. С.6—10.
7. Иванова Е.В. Глобальная термohалинная палеоциркуляция. М., 2006.
8. Bijl P.K. et al. Transient Middle Eocene Atmospheric CO<sub>2</sub> and Temperature Variations // Science. 2010. V. 330. P.819—821.
9. Бялко А.В., Ваганова Н.И., Руманов Э.Н. О возможной климатической неустойчивости // ДАН. 2010. Т.431. С.1—7.
10. Thornalley D.J.R. et al. The Deglacial Evolution of North Atlantic Deep Convection // Science. 2011. V.331. P.202—205.
11. Бялко А.В. Ламинарные цепочки пузырьков: логарифмически точное решение // ДАН. 2011. Т.436. С.747—752.

# Гонки с микробами: наши шансы

А.Н.Суворов

Вина бактерий в возникновении инфекционных заболеваний человека доказана еще в XIX в. В 20-м столетии с ними научились успешно бороться с помощью антибиотиков, что значительно увеличило среднюю продолжительность жизни человека. Это породило иллюзию, весьма распространенную и в наши дни: с возбудителями инфекций легко справиться, достаточно лишь подобрать соответствующий антибиотик.

Однако столь простая и понятная схема начала давать сбои, когда было обнаружено, что у бактерий формируется устойчивость (резистентность) к антибиотикам. Этот феномен стал распространяться подобно лесному пожару, запустив гонку микроорганизмов с фармацевтическими компаниями. Складывается впечатление, что человек, однажды включившись в борьбу с бактериями, не выдерживает темпов их эволюции и проигрывает. К тому же антибиотики (даже самые современные) нередко вызывают в организме человека серьезные побочные эффекты: могут поражать печень, почки, нервную систему, а псевдомембранозный колит или антибиотико-ассоциированная диарея оказались естественным следствием терапии многими антибиотиками [1].

Открытие структуры ДНК и методические возможности геномики и протеомики измени-



**Александр Николаевич Суворов**, доктор медицинских наук, заведующий лабораторией генетики патогенных микроорганизмов ГУ НИИ экспериментальной медицины СЗО РАМН (Санкт-Петербург). Занимается исследованием молекулярных механизмов патогенности бактерий, в частности факторов вирулентности стрептококков, а также изучением свойств пробиотиков и механизмов, обеспечивающих их действие. Лауреат премии Российской академии медицинских наук за цикл работ по генетике стрептококков (в соавторстве с А.В.Дмитриевым, 1998).

ли представление о микробном населении (микробиоме) нашего организма, значение которого для здоровья нельзя недооценивать\*. В свете новых знаний старые схемы и концепции, основанные на антропоцентрической черно-белой системе координат (плохой — хороший микроорганизм или паразит — хозяин), оказались несостоятельными\*\*. В настоящее время инфекции, вызванные высокопатогенными\*\*\* бактериями (такими как возбудители чумы, сибирской язвы или холеры), не составляют и долей процента в общей заболеваемости человека. Сейчас особое место заняли условно патогенные бактерии, которые подчас входят в состав

нормальной микрофлоры организма человека, что существенно затрудняет диагностику и терапию инфекционных болезней.

Каковы же перспективы лечения и профилактики инфекционных заболеваний, и в частности тех, которые вызваны грамположительными бактериями?

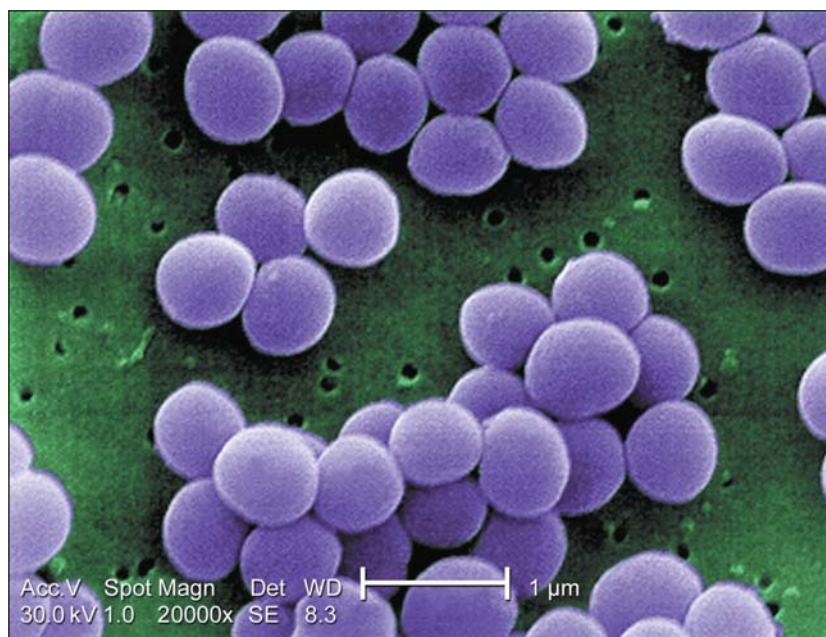
## Антибиотики

Очевидно, что исключать антибиотики из лекарственного арсенала нельзя, однако следует помнить о последствиях, причем не только о побочных эффектах и нарушении микробиоценоза организма, вызванных приемом

\* Подробнее см.: Суворов А.Н. Полезные микробы — кто они? // Природа. 2009. №7. С.21—30.

\*\* Подробнее см.: Суворов А.Н. А воз и ныне там // Природа. 2010. №11. С.60—65.

\*\*\* Болезнетворные микроорганизмы разделены на особо опасные, патогенные и условно патогенные; патогенность отнесли к их видовым признакам, а степень ее выраженности назвали вирулентностью.



Микрофотография штамма золотистого стафилококка VISA (от англ. vancomycin intermediate resistant culture *Staphylococcus aureus*), устойчивого к ванкомицину (<http://phil.cdc.gov>).

антибиотиков, но и о формировании устойчивости к ним у бактерий.

Известно, что эффективность антимикробного препарата ограничивается малым числом мишеней на бактерии: антибиотики нацелены в основном на аппарат белкового синтеза на рибосоме и клеточную стенку. С этим связана и задержка появления новых антибиотиков: последние два из них были зарегистрированы в США и Западной Европе еще в 2005 г., остальные — суще-

ственно раньше (табл.1). И дело тут не только в недостаточном финансировании исследований, но и в нежелании фармацевтических компаний поддерживать разработку новых препаратов с неизвестными рыночными перспективами.

Специальный комитет общества инфекционистов США указал на нехватку антимикробных препаратов в условиях возникновения новых патогенов с множественной лекарственной устойчивостью [2]. Конгресс США

был вынужден принять постановление, облегчающее и ускоряющее прохождение новых препаратов, а также удлиняющее патентные права на новые антибиотики, особенно обладающие новизной и способствующие борьбе с биотерроризмом [1].

На смену старым антибиотикам семейства оксазолидинонов, блокирующих белковый синтез бактерий, уже разработаны новые — TR-700 и RWJ-416457, которые в 2–4 раза активнее своего предшественника (линезолида) в отношении полирезистентных бактерий (стафилококков, энтерококков, стрептококков, *Haemophilus influenzae*, *Moraxella catarrhalis*), а также внутриклеточных паразитов (*Chlamydia pneumoniae*, *Legionella pneumophila*).

Возможно, и широко известный препарат ванкомицин скоро будет заменен на более эффективные оритавагин, далбавагин и телавицин. Они также препятствуют формированию клеточной стенки бактерий, но несколько иначе, чем это делает ванкомицин, а телавицин кроме того деполаризует мембрану бактерий, взаимодействуя с ее липидными компонентами. Эти свойства позволят новым препаратам преодолеть устойчивость бактерий к ванкомицину.

Новые антибиотики (телитромицин и цетромицин), относящиеся к кетолидам, по механизму действия сходны с эритромицинами, однако прочнее связываются с 23S рибосомной РНК, обеспечивая более продолжительный лекарственный эффект.

В 2005 г. появился новый препарат, предназначенный для лечения осложненных кожных и кишечных (абдоминальных) инфекций, — тигециклин, который в 20 раз эффективнее всем известного тетрациклина, однако обладает существенными побочными эффектами.

В некоторых странах уже допущены к применению аналоги пенициллинов и цефалоспоринов — карбапенемы, которые действуют на синтез пептидо-

**Таблица 1**  
**Динамика создания новых антибиотиков с 1991 по 2009 г.**

Годы	Количество новых антибиотиков	Названия антибиотиков
1991–1995	26	Темафлоксацин, ломефлоксацин, диритромицин и др.
1996–2000	11	Меропенем, левофлоксацин, гатифлоксацин и др.
2000–2003	3	Линезолид, цефдиторен, гемифлоксацин
2003–2005	2	Тигециклин, даптомицин
2006–2010	0	

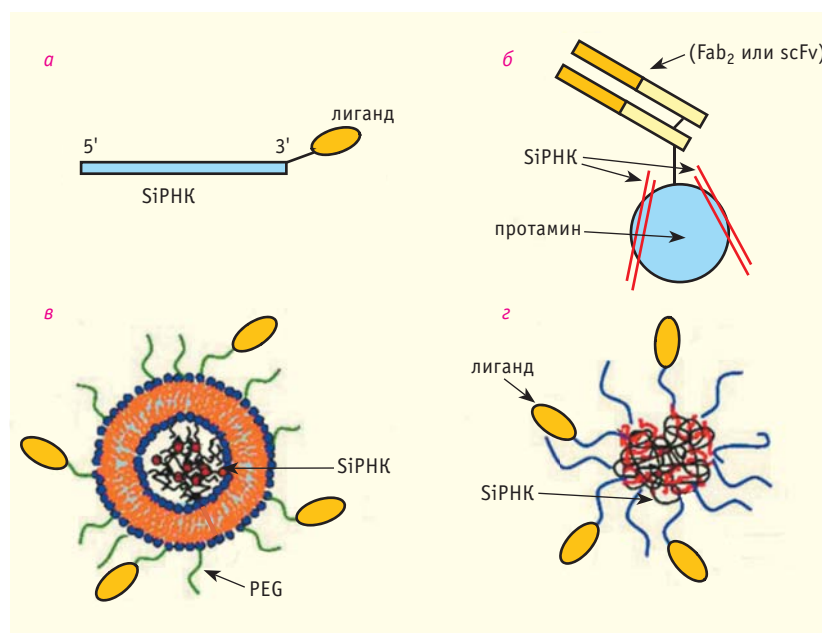
гликана клеточной стенки как грамположительных, так и грамотрицательных бактерий.

Даже из столь поверхностного обзора ясно, что эффективность новых, но нацеленных на «старые» мишени антибиотиков продлится недолго, так как патогенные бактерии легко приспособятся и к ним. Не решит проблему и смена бактериальных мишеней (сейчас активно разрабатывают препараты, нарушающие деление бактериальной клетки, биосинтез жирных кислот, ингибирующие гиразу или синтез липополисахарида), поскольку результат окажется тем же. Неизбежно и другое: новые мощные препараты угнетают нормальную микрофлору пациентов, и устойчивость болезнетворных бактерий к антибиотикам будет распространяться еще быстрее. Да и большинство таких препаратов еще далеки от завершения. Очевидно, что использование старых схем и подходов к терапии инфекций обречено на провал еще до введения новых препаратов в практику.

## Новые подходы

Для эффективной терапии инфекций более целесообразен поиск веществ, действующих только на вирулентные штаммы бактерий. Для этого нужны точные методы микробиологической диагностики, позволяющие быстро выявлять патогенные бактерии и подбирать адекватную терапию.

Интересное направление такой адресной терапии — создание препаратов на основе антисмысловых РНК (одноцепочечных РНК, комплементарных мРНК клетки). Суть метода в том, что спаривание (гибридизация) искусственно созданных антисмысловых фрагментов РНК с мРНК-мишенью препятствует синтезу белков [3]. Это дает возможность блокировать синтез конкретных белков (токсинов), присущих исключительно патогенным бак-



Различные способы доставки препаратов на основе антисмысловых РНК (SiRNA) внутрь бактериальной клетки: а — РНК, связанная с адаптором, б — с протамином, в — в составе липосомы, з — в наночастицах. PEG — полиэтиленгликоль, (Fab<sub>2</sub>, or scFv) — фрагменты антител, лиганд — различные молекулы (обычно пептиды, белки или участки антител, увеличивающие стабильность SiRNA).

териям. Однако до введения данной технологии в клиническую практику необходимо разобраться в патогенетических механизмах инфекционного процесса. Хорошо известно, что при многих бактериальных инфекциях патогены могут с легкостью «включать или выключать» группы генов вирулентности в зависимости от конкретной физиологической ситуации [4]. Поэтому мишени антисмысловых препаратов должны тщательно отбираться с учетом бактериальной специфики.

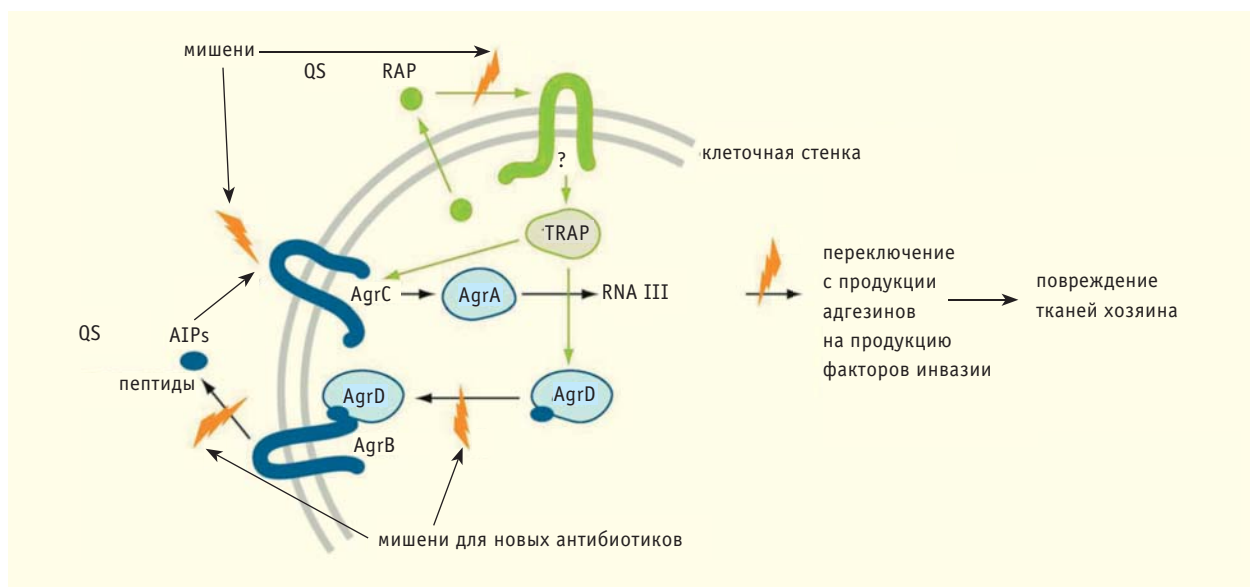
Наиболее сложная технологическая задача — доставка антисмысловой РНК в бактериальные клетки. Не секрет, что мРНК вообще и любые синтетические препараты РНК в частности, относятся к короткоживущим биомолекулам, поскольку служат субстратами для многочисленных вне- и внутриклеточных ферментов РНКаз. В настоящее время предложены различные способы защиты РНК в составе конъюгатов с пептидами, в липосомах, а

также в наночастицах [5]. Однако клиническое применение антисмысловых РНК потребует точной предварительной диагностики возбудителя инфекции, и вряд ли такие препараты появятся в клиниках в ближайшее время.

Ведется также поиск веществ, блокирующих сигналы «чувства кворума», которые уменьшают устойчивость к катионным белкам, нарушают двухкомпонентные сигнальные системы, систему бактериальной резистентности (эффлюкс) или важные для определенных бактерий ферментные системы. Выяснилось, что ингибиторы киназ (Akt), разработанные в свое время в качестве противоопухолевых препаратов, уничтожают внутриклеточных патогенов *S.typhimurium* и *M.tuberculosis*. Ожидается, что лекарства с таким механизмом действия смогут специфически угнетать развитие бактерий, обладающих канцерогенным действием, например *H.pylori* [6].

Разработка препаратов, подавляющих сигналы «чувства кво-





Регуляция экспрессии генов патогенности у стафилококков посредством коротких пептидов и возможности для создания новых антимикробных препаратов [4].

рума», имеет отношение к биопленкам, которые образуются в организме человека во время инфекционного процесса. Это абсолютно нормальный процесс не только для большинства наших коренных (индигенных) обитателей, но и для многих патогенных бактерий (клебсилл, стафилококков, пневмококков, стрептококков). Так они спасаются от действия антибиотиков (которые, к слову, сами могут стимулировать образование биопленок [7]), а ориентируются микробы, когда им надо переходить в состав биопленки, по «чувству кворума» — концентрации специфических регуляторных пептидов. У стафилококков «переключение» с адгезионного типа существования (в составе биопленки) на инвазивный, приводящий к развитию сепсиса, управляется двухкомпонентной системой *argQS*. Она представлена четырьмя генами — *argB*, *argC*, *argD*, *argA*. Гены *argB* и *argD* кодируют белки транспорта и секреции регуляторных пептидов, ген *argC* — сенсорный белок, который фосфорилирует и активирует *argA*, а тот в свою очередь регулирует выработку эффекторной молекулы

РНКIII. Повышенная продукция РНКIII подавляет экспрессию белков-адгезинов и повышает продукцию факторов инвазии — токсинов, липазы и протеазы [8]. Установлено, что блокирует переключение стафилококков с адгезионного типа на инвазивный также и аполипептин В — важный фактор системы врожденного иммунитета [9].

Новые знания о патогенезе стафилококкозов открыли перспективы создания принципиально новых лекарств, позволяющих регулировать вирулентность бактерий. Однако при всей интеллектуальной привлекательности такого подхода необходимо помнить, что у бактерий в процессе длительной эволюции сформировалась многоуровневая система подстраховки регуляторных механизмов, которая позволяет в случае сбоя одного из механизмов вирулентности перейти к другому.

## Бактериофаги

Как известно, чтобы избавиться от мышей, достаточно завести в доме кошку. У бактерий тоже есть биологические враги —

бактериофаги. Использовать их в терапевтических целях начали почти сразу после открытия: во время Первой мировой войны микробиолог Ф.д'Эрель, работавший в парижском Институте Пастера, лечил с помощью бактериофагов больных дизентерией [10]. Однако успехи фаготерапии омрачались проблемами (у пациентов возникали аллергические реакции на компоненты питательных сред при парентеральном введении фаговых препаратов, у бактерий — фагоустойчивость), а появление антибиотиков надолго приостановило исследования в области фаготерапии. Продолжались они лишь в СССР в научных центрах Москвы, Ленинграда, Нижнего Новгорода и Тбилиси, где под руководством Г.Г.Элиава был создан НИИ бактериофага. Созданные тогда лекарственные препараты с бактериофагами (табл.2) и сейчас пользуются спросом.

В наши дни, когда недостатки антибиотиков стали очевидны, интерес к бактериофагам возобновился. Созданы препараты для лечения инфекционных заболеваний, вызванных полирезистентными бактериями, а также

хронических инфекционных процессов (трофических язв) в областях с нарушенной циркуляцией крови и т.д.

Могут ли бактериофаги стать идеальной альтернативой антибиотикам? Увы, пока нет, так как до сих пор не удалось справиться с отрицательными сторонами фаготерапии. Помимо упомянутых аллергических реакций (с чем технически еще можно справиться) и фагорезистентности бактерий (а эту проблему столь же сложно преодолеть, как и их устойчивость к антибиотикам), существует еще одно препятствие, ограничивающее клинические перспективы фаготерапии. Дело в том, что бактериофаги несут в своем геноме гены факторов вирулентности, а значит, могут быть их переносчиками (табл.3). Так, например, у стрептококков группы А (СГА) восемь токсинов (из 14 описанных) кодируются фагами. Самый известный из них — эритрогенный токсин А (или токсин Дика) — напрямую связан с патогенезом скарлатины. Кроме того, фаги переносят и другие факторы агрессии бактерий, влияющие на степень их вирулентности. Так, исследовав две коллекции штаммов СГА на наличие у них генов токсинов и суперантигенов фагового происхождения, мы обнаружили связь между определенным сочетанием

этих генов и патогенным потенциалом бактериального штамма [11]. Недавно установлено, что бактериофаги могут влиять на изменчивость бактерий, вмешиваясь в жизненно важный для них процесс рекомбинации и передавать крупные участки генома — «острова патогенности». Именно поэтому клиническое применение бактериофагов должно предваряться изучением структуры самого бактериофага и молекулярных механизмов, обеспечивающих взаимодействие конкретного терапевтического бактериофага с бактерией-мишенью.

Более перспективный вариант фаготерапии — использование препаратов на базе фагового белка — лизина. Он разрушает (лизирует) пептидогликановый слой клеточной стенки, действуя на бактерии снаружи и изнутри, причем независимо от ее вида. Отличаются эти белки лишь частью молекулы, отвечающей за распознавание, что позволяет искусственно создавать лизины, адресованные определенным бактериям. И такие препараты, лизирующие более 15 видов патогенных бактерий, уже созданы, но пока наделены существенным недостатком — высокой чувствительностью к бактериальным и эукариотическим протеазам, что отрицательно сказывается на длительности терапевтического эффекта.

## Пробиотики

Помимо бактериофагов у болезнетворных бактерий есть и другие естественные враги — бактерии-пробиотики. Колонизируя ткани макроорганизма, они подавляют развитие патогенных бактерий, причем обладают выраженным антагонизмом к широкому спектру микроорганизмов: к стафилококкам, стрептококкам, псевдомонадам, энтеропатогенным кишечным палочкам и т.д. В борьбе с конкурентами бактерии используют широкий арсенал веществ: молочную кислоту, перекись водорода, лизоцим, разнообразные антибактериальные пептиды и др.\* Такой набор не случаен — только комплексная, многофакторная атака позволяет пробиотикам одержать верх над другими претендентами на участки колонизации. Все это выгодно отличает пробиотики от лекарственных препаратов, которые обычно нацелены на одну бактериальную мишень и не обладают столь широким спектром действия.

Среди антимикробных веществ, выделяемых пробиотиками, особого внимания заслуживают бактериоцины — большая группа антимикробных

\* Подробнее см.: Ткаченко Е.И., Суворов А.Н. Дисбиоз кишечника, руководство по диагностике и лечению. СПб., 2009.

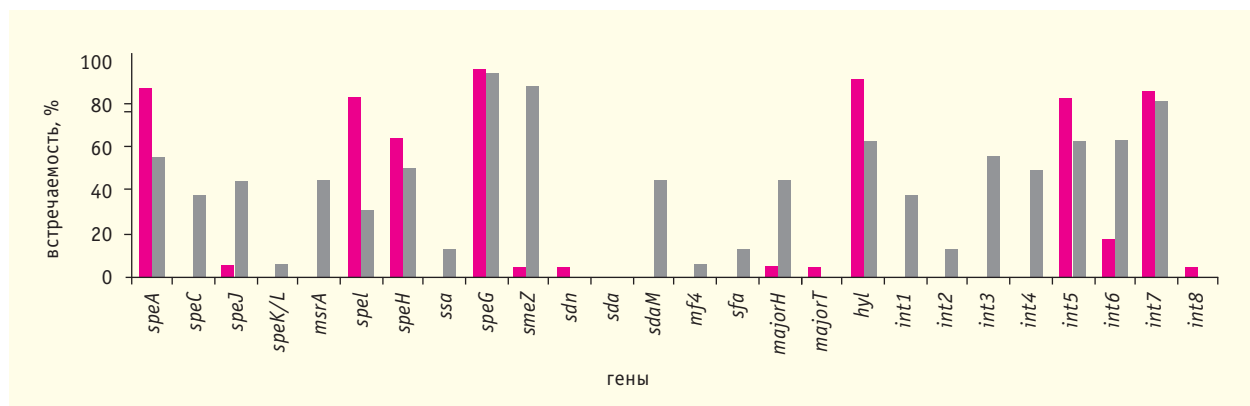
**Таблица 2**

**Компании, использующие бактериофаги для создания лекарственных препаратов, и их назначение**

Изготовитель	Страна, город	Назначение препарата
Phage Therapeutics International	Канада, Эдмонтон	Лечение инфекций, вызванных антибиотикоустойчивыми стафилококками
Intralytix	США, Балтимор	Борьба с патогенными штаммами <i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> и <i>E.coli</i> 0157:H7 (разработан для ВВС США)
Phage Biotech	Израиль, Тель-Авив	Терапия инфекционных заболеваний глаз и ушей, вызванных <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
ИмБио, Микроген	Россия, Нижний Новгород	Лечение бактериальных инфекций, вызванных сальмонеллами и стафилококками
Биомед, Микроген	Россия, Пермь	Против стафилококков, стрептококков и клебсиелл
Институт бактериофагов	Грузия, Тбилиси	Широкого спектра действия

**Таблица 3**  
**Бактериофаги патогенных бактерий и кодируемые ими факторы патогенности**

Кодируемый белок	Ген	Бактериофаг	Бактерия
<b>Экзотоксины</b>			
дифтерийный токсин	<i>tox</i>	βPhage	<i>C. diphtheriae</i>
нейротоксин	<i>C1</i>	Phage C1	<i>C.botulinum</i>
токсин Шига	<i>stx1, stx2</i>	H-19B	<i>E.coli</i>
энтерогемолитин	<i>bly2</i>	φFC3208	<i>E.coli</i>
цитотоксин	<i>ctx</i>	φCTX	<i>P.aeruginosa</i>
энтеротоксин	<i>see, sel</i>	NA	<i>S.aureus</i>
энтеротоксин Р	<i>sep</i>	φN315	<i>S.aureus</i>
энтеротоксин А	<i>entA</i>	φ13	<i>S.aureus</i>
энтеротоксин А	<i>sea</i>	φMu50A	<i>S.aureus</i>
экзфолиативный токсин А	<i>eta</i>	φETA	<i>S.aureus</i>
токсин типа А	<i>speA</i>	T12	<i>S.pyogenes</i>
токсин типа С	<i>speC</i>	CS112	<i>S.pyogenes</i>
холерный токсин	<i>ctxAB</i>	CTX	<i>V.cholerae</i>
лейкоцидин	<i>pvl</i>	fPVL	<i>S.aureus</i>
суперантигены	<i>speA1, speA3, speC, speI, speH, speM, speL, speK, ssa</i>	8232.1	<i>S.pyogenes</i>
цитотоксин	<i>cdt</i>	без названия	<i>E.coli</i>
<b>Факторы противостояния иммунитету</b>			
мембранные протеины	<i>Mu-like</i>	Pnm1	<i>N.meningitidis</i>
гликозилирующий белок	<i>rfb</i>	ε34	<i>S.enterica</i>
гликозилирующий белок	<i>gtr</i>	P22	<i>S.enterica</i>
ацетилаза О-антигена	<i>oac</i>	Sf6	<i>S.flexneri</i>
глизилтрансфераза	<i>gtrII</i>	SfII, SfV, SfX	<i>S.flexneri</i>
<b>Факторы инвазии</b>			
тип III эффектор	<i>sopE</i>	SopE	<i>S.enterica</i>
тип III эффектор	<i>ssel (gtgB)</i>	GIFSY-2	<i>S.enterica</i>
тип III эффектор	<i>sspH1</i>	GIFSY-3	<i>S.enterica</i>
<b>Ферменты – факторы агрессии и персистенции</b>			
супероксиддисмутаза	<i>sodC</i>	Sp4, 10	<i>E.coli O157</i>
супероксиддисмутаза	<i>sodC-I</i>	GIFSY-2	<i>S.enterica</i>
супероксиддисмутаза	<i>sodC-III</i>	Fels-1	<i>S.enterica</i>
нейраминидаза	<i>nanH</i>	Fels-1	<i>S.enterica</i>
гиалуронидаза	<i>hylP</i>	H4489A	<i>S.pyogenes</i>
лейкоцидин	<i>pvl</i>	φPVL	<i>S.aureus</i>
стафилокиназа	<i>sak</i>	φ13	<i>S.aureus</i>
фосфолипаза	<i>sla</i>	315.4	<i>S.pyogenes</i>
ДНКаза/стрептодорназа	<i>sdn, sda</i>	315.6, 8232.5	<i>S.pyogenes</i>
<b>Факторы устойчивости к действию антител</b>			
OMPb	<i>bor</i>	γ	<i>E.coli</i>
OMP	<i>eib</i>	γ-подобный	<i>E.coli</i>



Распространенность генов патогенности и генов фаговых интеграз в штаммах стрептококков группы А (*S.pyogenes*) серотипа М49, относящихся к варианту, вызывающему стрептококковый сепсис (красные столбики) или фарингит.

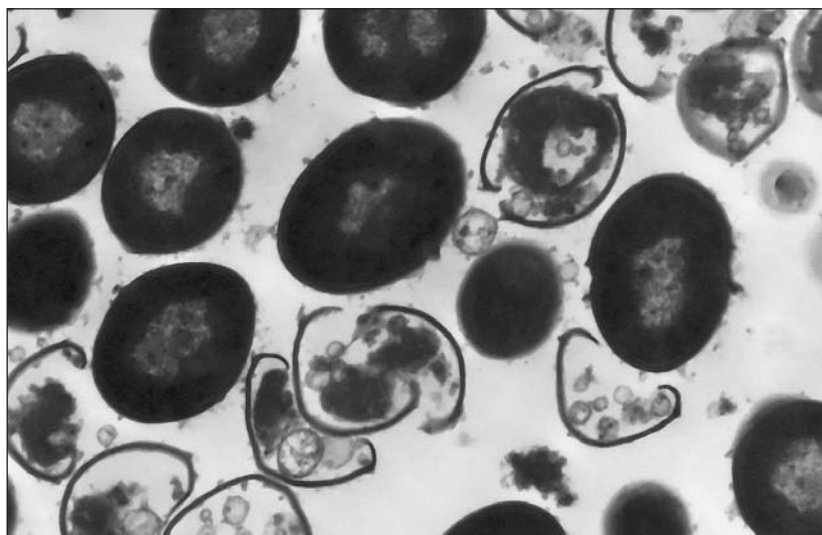
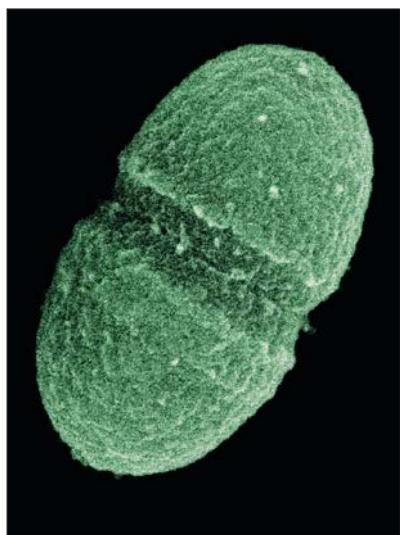
пептидов, различающихся по размерам, характеру экскреции, микробным мишеням и механизму действия. Как правило, бактериоцины узкоспециализированы, но встречаются среди них и такие, которые обладают широким спектром действия в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий. Активностью такого рода обладают, например, бактериоцины EntA и EntB, которые выделяет штамм пробиотика *Enterococcus faecium* L3. Активность генов, кодирующих синтез бактериоцинов, как и генов, отвечающих за вирулентность патогенных бактерий, регулируется «чув-

ством кворума». В этом участвуют, напомним, специфические регуляторные пептиды (феромоны), запускающие двухкомпонентные регуляторные системы и приводящие к выработке бактериоцинов. В экспериментах *in vitro* привнесение в культуру даже мизерных (следовых) количеств синтетических феромонов существенно повышало степень антагонистической активности штамма пробиотика.

Такие регуляторные системы, модулирующие антимикробную активность, мы обнаружили у пробиотиков, которые относятся к энтерококкам и лактобациллам [12]. На наш взгляд, эти штам-

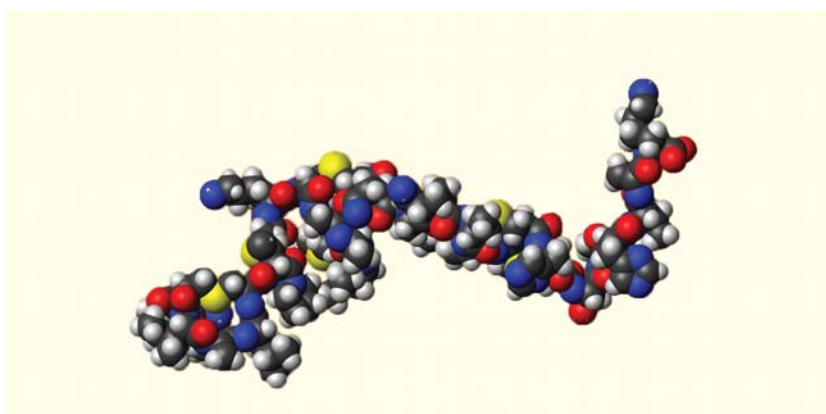
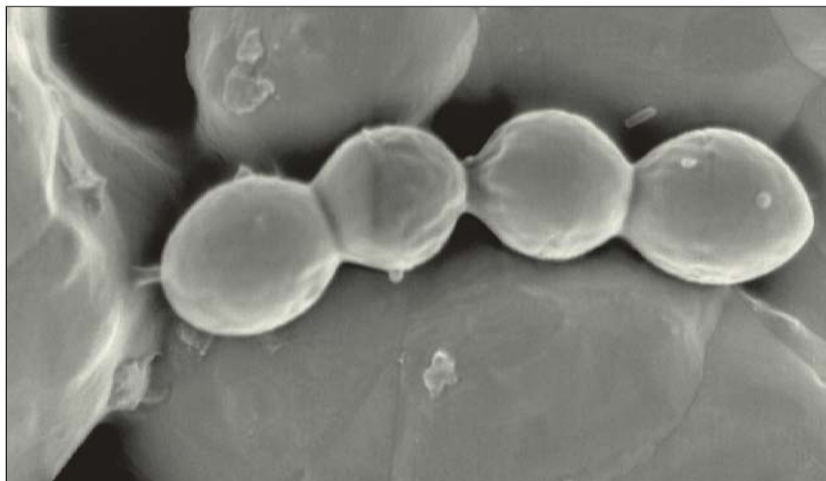
мы бактерий более всего подходят для клинического использования, и не только потому что именно у них обнаружены высокоактивные антимикробные пептиды. Лактобациллы и энтерококки с незапамятных времен используются в приготовлении молочнокислых продуктов и в результате длительной селекции доказали свою безопасность для организма человека.

Исторически пробиотики подбирались преимущественно из молочнокислых продуктов или наиболее активных бактерий-антагонистов (сенной и кишечной палочек). В последнее время все большее число пробиоти-



Электронные микрофотографии энтерококка (<http://www.genome.gov>) и лизиса патогенных стрептококков группы А под действием бактериоцинов пробиотика *E.faecium* L3 [16].





Микрофотография пробиотика *Lactococcus lactis* и молекула ее бактериоцина — низина, с успехом используемого в качестве консерванта в пищевой промышленности (<http://www.textbookofbacteriology.net>).

ческих препаратов включает бактерии из числа обитателей желудочно-кишечного тракта (преимущественно анаэробных индигенных видов). Первыми были отобраны бифидобактерии, а несколько позднее стали использовать клостридии и бактериоиды. Появился и новый подход в терапии пробиотиками, основанный на введении собственных бактериальных штаммов на фоне дисбиотического состояния.

Пробиотики используют в терапии диарейного синдрома различной этиологии, неспецифического язвенного колита, язвенных процессов в желудке и двенадцатиперстной кишке, вызванных хеликобактером, и других патологических состоя-

ний. Однако ни концепция антагонистических пробиотиков, ни концепция восстановления микрофлоры путем «подсева» природных обитателей кишечника не получили должного научного обоснования. Огромный потенциал, заложенный в идее использования пробиотических бактерий в борьбе с патогенами, до сих пор не смог реализоваться в силу сложности задач и необходимости адресного, а не эмпирического применения пробиотических препаратов. Перспективными антимикробными препаратами могут стать отдельные бактериоцины. Один из них — низин — с успехом применяется в качестве консерванта в пищевой промышленности.

Эффекты от клинического применения пробиотиков нередко были незначительными или имели негативный характер [13]. В существенной степени тому виной антропоцентристское мышление, основанное на разделении окружающего мира на вредное и полезное человеку, а не на четких законах биологической целесообразности. Неудачи в применении и пробиотиков, и антибиотиков, и бактериофагов обусловлены в первую очередь неадекватной и несвоевременной диагностикой и во вторую — недостатком наших знаний о патогенетических механизмах, приводящих к развитию той или иной патологии.

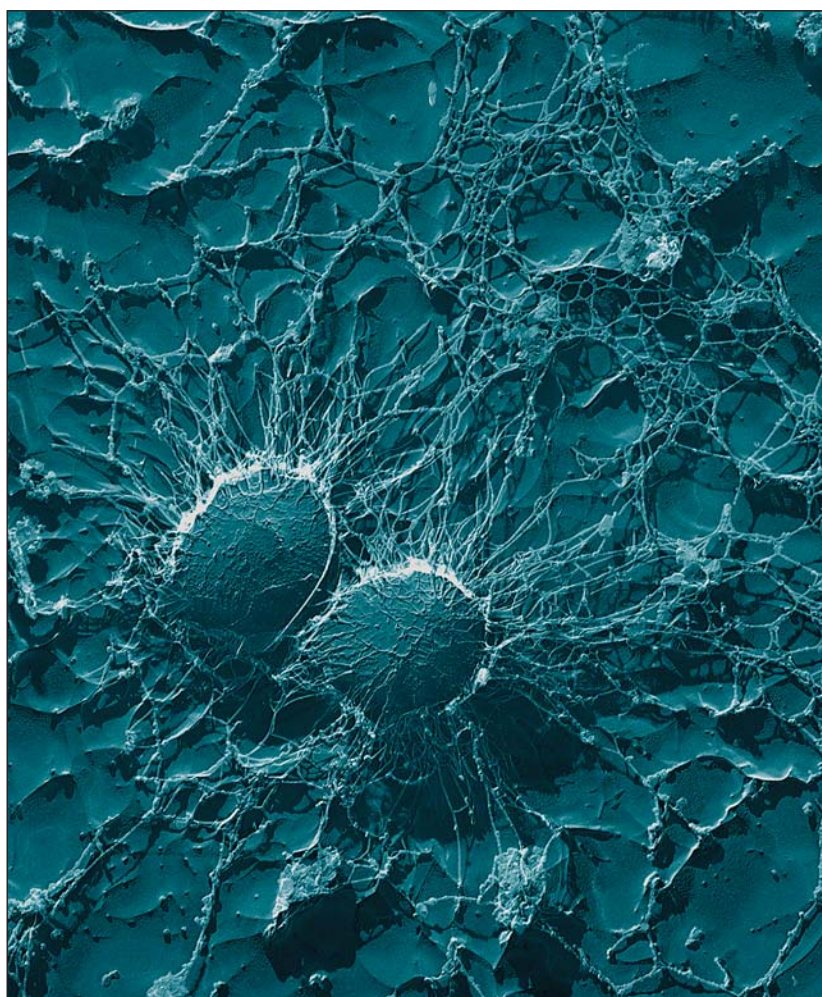
## Вакцины будущего

В свое время вакцины помогли практически полностью избавиться от оспы, полиомиелита, снизили заболеваемость корью, коклюшем, туберкулезом и другими инфекциями. В жизни современного человека стало обычной практикой вакцинироваться против эпидемических штаммов гриппа или местных инфекций при поездке в регионы, эндемичные по тем или иным заболеваниям. Однако использование вакцин против актуальных бактериальных инфекций — относительно новая проблема в вакцинологии.

На наш взгляд, основная причина, затрудняющая конструирование вакцин против таких патогенов, как, например, стрептококки, состоит в том, что у этих микроорганизмов и в организме человека есть перекрестно реагирующие антигены. К примеру, М-белок — основной белок клеточной стенки стрептококков, определяющий антигенные особенности их типов — содержит те же аминокислотные участки, что и миозин — основной белок сердечной мышцы (миокарда) человека. Появление в организме антител к М-белку может привести к тяжелым иммунопатологическим последствиям (счи-

тается, что иммунный ответ на М-белок характерен для острой фазы ревматизма). В этой связи при создании современных вакцинных препаратов все чаще используют не цельные бактерии, а их адгезины, компоненты клеточной стенки, полисахаридную капсулу и токсины.

Для защиты от пневмококковых инфекций, вызывающих отит, менингит, пневмонию и сепсис с высоким уровнем смертности, обычно используют препараты полисахаридной капсулы. Пневмококковые инфекции особенно часто возникают среди военнослужащих, учащихся школ и в других организованных группах населения. К настоящему времени разработано и введено в медицинскую практику несколько вакцин против пневмококков. Мишенью для защитных антител, возникающих после вакцинации, служат антигены полисахаридной капсулы микроба, которая выполняет защитную функцию — препятствует адсорбции на поверхности микроорганизмов антител (опсонизации) и последующему фагоцитозу. У пневмококков к настоящему времени выявлено более 90 капсульных типов, но только 23 из них причастны к большинству инфекционных заболеваний. В странах Европы применяется 23-валентная поли-



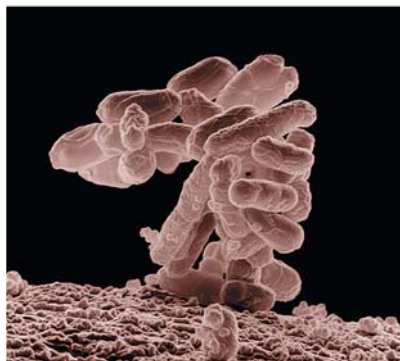
Микрофотография *Staphylococcus aureus*. Хорошо видны фимбрии — нитевидные белковые отростки на поверхности бактериальной клетки. Увел. 50.000 (<http://7staphylococcus-aureus.blogspot.com>).

**Таблица 4**

**Поверхностные белки стрептококков группы В — кандидаты для вакцин**

Название белка	Функция и свойства
C5a-пептидаза	Гидролиз фракции комплемента C5a, подавление миграции лейкоцитов, инвазия
Sip	Функция неизвестна, поверхностный белок, консервативен в штаммах СГВ
Beta C	Связывает иммуноглобулин класса А, поверхностный белок, встречается в 25–40% штаммов СГВ
Alpha C	Поверхностный белок, препятствует опсонизации СГВ, встречается в 80–90% штаммов всех серотипов
ScaAB	Поверхностный липопротейн, участвует в транспорте металлов, консервативен в штаммах СГВ
LrrP	Консервативен в штаммах СГВ, богатый лейцином белок
ОСТ-PGK	Энзимы орнитин-карбомилтрансфераза и фосфоглицералкиназа
Pi-1, Pi-2a	Фимбрии (пили) СГВ
SAP	Пуллуналаза





Микрофотография *E.coli* в просвете тонкого кишечника.

сахаридная вакцина (23vPS) и 7-валентная конъюгированная вакцина (7vPnC). Недавно создана и 13-валентная конъюгированная вакцина. Естественно, что при вакцинации защита обеспечивается лишь в случае, когда возбудитель обладает капсулой, к которой в крови потенциального больного имеются опсонизирующие антитела. Поэтому эффективность вакцинации населения от пневмококков напрямую зависит от региональных эпидемиологических особенностей (например, характерных для населения России).

Создание стафилококковой вакцины осложнено подбором мишеней, которые позволили бы уничтожать патогенные штаммы при условии сохранения штаммов *Staphylococcus*, входящих в состав естественной микрофлоры. Поиск такого рода мишеней для вакцинации против золотистого стафилококка (*S.aureus*) ведется параллельно в нескольких исследовательских группах. Вакцина на основе капсульных полисахаридов уже проходит клинические испытания, и есть надежда, что вскоре появятся препараты, основанные на формировании антител к адгезинам или стафилококковым токсинам, таким как альфа-гемолизин или лейкоцидин Panton-Valentine (PVL). Наиболее перспективная из них мишень — белок PVL, так как именно он отличает высоко-вирулентные штаммы *S.aureus* от штаммов-симбионтов.

Разработка вакцин против патогенных стрептококков групп А (СГА) и В (СГВ) началась с включения в препараты капсульных полисахаридов, затем переключилась и на поверхностные белковые структуры (табл.4). Так, в настоящее время проходит клинические испытания рекомбинантная вакцина против СГА, основанная на комплексе из 26 М-белков разной антигенной специфичности. В качестве компонентов вакцины против СГВ предлагается использовать антигены стрептококковых фимбрий — нитевидных белковых отростков на поверхности бактериальной клетки, способствующих их колонизации. Для лучшего эффекта планируется доставлять такую вакцину с лактококками (*Lactococcus lactis*), «нагрузив» их генами, кодирующими синтез полипептидов фимбрий. Данный подход любопытен тем, что лактококки, во-первых, способны длительно колонизировать ткани, во-вторых, сами стимулируют иммунитет, и с грузом антигенов СГВ смогут одновременно поддерживать специфический антигенный стимул и обеспечивать адекватный иммунный ответ.

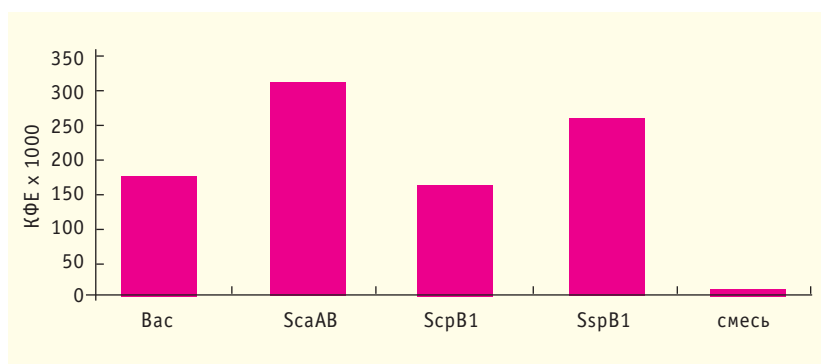
Аналогичные исследования ведутся и в нашей лаборатории с той лишь разницей, что в качестве вектора выбрана кишечная палочка (*Escherichia coli*), в которую встроены гены, отвечающие за производство поверхностных белков СГВ. Оказавшись в системе *E.coli*, эти антигены вызвали активный иммунный ответ на летальную стрептококковую инфекцию, причем смесь белков действовала на несколько порядков эффективнее, чем каждый из них в отдельности [14]. Вероятно, поверхностные белки СГВ продуцируются дифференцированно (в зависимости от фазы роста бактерий), поэтому смесь антигенов, активирующая выработку всего комплекса антител, не позволяет микробам использовать механизмы избегания иммунного ответа. Другое возможное объяснение эффектив-

ности поликомпонентных вакцинных препаратов — антитела распознают стрептококковые антигены, характерные как для инвазивного, так и биопленочного типа существования, что значительно снижает шансы патогенных бактерий на выживание. Как бы то ни было, ясно одно — такого рода вакцины крайне перспективны.

Набор антигенов вакцинного препарата, планируемого для внедрения в той или иной стране, особенно важен. В частности, при использовании в России вакцин, разработанных за рубежом, необходимо учитывать, насколько их антигенная специфичность соответствует особенностям возбудителей бактериальных инфекций, циркулирующих именно в нашей стране. Другой немаловажный вопрос: как внедренная антибактериальная вакцина может сказаться на состоянии общего микробиоценоза и врожденного иммунитета вакцинируемого человека.

## Расплата за ошибки

Ни для кого не секрет, что за достижения цивилизации современный человек вынужден расплачиваться изменениями не только в окружающем мире, но и в собственном организме. Вакцинация и прием антибиотиков, с одной стороны, позволяют избавиться от одних возбудителей инфекций и контролировать распространение других, с другой — способствуют расширению спектра патогенных бактерий и распространенности штаммов, несущих гены устойчивости к антибиотикам. Бактерии вынуждены меняться либо в сторону повышения вирулентности, либо в направлении длительной колонизации тканей в составе биопленок. Данные процессы могут быть обусловлены горизонтальным переносом генетического материала за счет фагов, плазмид и «островов патогенности». Они происходят с необычайной для



Реакция иммунной системы мышей на инфекцию стрептококком группы В (СГВ) при использовании антител против отдельно взятых вакцинных антигенов — Bac, ScaAB, ScpB1, SsB1) и их смеси. Защитная реакция оценивалась по содержанию СГВ (колониеформирующих единиц — КФЕ) в крови, селезенке и ткани легких.

человека (однако, совершенно нормальной для бактерий скоростью). Так, практически безвредный для человека штамм *Bacillus thuringiensis* (или *Bacillus cereus*), приобретя на каком-то этапе эволюции две плазмиды с генами патогенности рХО1 и рХО2, преобразовался в *Bacillus anthracis* — возбудителя сибирской язвы [15]. Тот же эволюционный путь, по-видимому, прошла и чумная бацилла (*Yersinia pestis*), произошедшая от *Yersinia pseudotuberculosis*.

В настоящее время возбудителями тяжелейших инфекционных процессов становятся естественные обитатели желудочно-кишечного тракта (золотистый стафилококк) или кожных покровов (эпидермальный стафилококк). Подобные метаморфозы происходят зачастую вследствие необоснованного приема антибиотиков. Золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*) стал лидером в структуре современной инфекционной патологии, а инфекции, вызванные его полирезистентными штаммами, составляют большинство заболеваний, вызванных бактериями. Энтерококки *Enterococcus faecium* и *Enterococcus faecalis* — естественные обитатели кишечника и обязательные участники процессов ферментации при изготовлении множества привыч-

ных пищевых продуктов — стали виновниками инфекционных болезней. Установлено, что энтерококковые инфекции вызываются определенными штаммами, обладающими набором генов патогенности, которых нет у энтерококков-пробиотиков или энтерококков-симбионтов.

Возникает вопрос: оправданы ли попытки полностью избавить (если это вообще возможно) организм человека от стафилококков или энтерококков? Клиническая медицина, совершенно неподготовленная к требованиям современности, безмолвствует. Тем временем «хорошие» лактобациллы и бифидобактерии неожиданно начали вызывать септические процессы, сопровождающиеся летальными исходами [13]. Оказалось, что среди этих бактерий обнаружены штаммы, которые также несут гены устойчивости к антибиотикам, токсины и типичные «острова патогенности» (порой стыдливо называемые областями генетической нестабильности). Например, в геноме лактобацилл вида *Rhamnosus* (*Lactobacillus GG*) — единственного пробиотика, разрешенного к применению в России у грудных детей, есть ген устойчивости к ванкомицину (антибиотику, который используется при лечении тяжелых септических процессов) и четыре гена потенциальных гемолизи-

нов, разрушающих эритроциты\*. Гены гемолизинов обнаружены не только в этом штамме, но и во всех других известных штаммах лактобацилл.

Проблема осложнена еще и тем, что большинство видов условно патогенных бактерий необходимы для формирования у новорожденных нормального микробиоценоза и системы врожденного иммунитета. В норме желудочно-кишечный тракт ребенка сначала должны заселить стрептококки, энтерококки, стафилококки и кишечная палочка, существенно позднее — бифидобактерии, лактобациллы и бактероиды. Нарушение последовательности колонизации слизистых грозит серьезными иммунологическими патологиями в более позднем возрасте, в частности склонностью к инфекционным заболеваниям и аллергиям.

\* \* \*

Ясно, что простых решений в борьбе с инфекционной заболеваемостью нет. Разрабатываются и вводятся в клиническую практику, хотя и с некоторой задержкой, новые более мощные антибиотики, что неизбежно расширит спектр и распространенность устойчивых к ним штаммов. У препаратов на основе антисмысловых РНК или синтетических регуляторных пептидов есть, конечно, определенные клинические перспективы, однако следует понимать, что факторы естественной бактериальной изменчивости могут свести к минимуму эффективность этих новых лекарств. Неизвестно также, как новые и более эффективные антимикробные препараты повлияют на нормальную микрофлору человека.

При использовании бактериофагов нельзя забывать о возможности расширения генетической передачи факторов патогенности. У пробиотиков как факторов специфической антимикробной

\* Подробнее см.: [www.hmpdacc.org](http://www.hmpdacc.org)



терапии большие перспективы, но и в этом случае есть свои трудности — необходимо предварительно точно идентифицировать патоген, а впоследствии удалить сам штамм пробиотика из очага воспаления.

Большие надежды возлагаются на новые вакцинные препараты, однако и здесь надо выяснять региональные особенности возбудителей и учитывать вероятность перекрестных реакций между антителами к вакцинным компонентам, с одной стороны, и тканями человеческого организма и поверхностными струк-

турами нормальной микрофлоры — с другой. Это особенно сложно полностью исключить, так как мишенями для вакцин будущего станут условно патогенные бактерии.

Эйфория конца XX в. от успехов геномики прокариот и молекулярной микробиологии оказалась преждевременной, а надежды на быстрый прорыв в практической клинической микробиологии не оправдались. Но и будущее клинической микробиологии непредсказуемо. Во всяком случае до тех пор, пока не будут всесторонне исследованы моле-

кулярные механизмы патогенности бактерий, выявлены тонкие патогенетические пути для подбора адресной терапии, основанной не на уничтожении бактериального вида-возбудителя, а на устранении конкретного вирулентного штамма, несущего определенные гены патогенности. Введение такой адресной терапии инфекций потребует разработки и внедрения новых методов молекулярной диагностики, позволяющих идентифицировать потенциальный патогенный штамм и оценить его патогенный потенциал. ■

**Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проекты 06-04-08024, 06-04-48949, 10-04-00750.**

## Литература

1. Devasabayam D., Scheld W.M., Hoffman P.S. Newer Antibacterial Drugs for a New Century // Expert Opin. Investig. Drugs. 2010.V.19. №2. P.215—234.
2. Projan S.J. Why is big Pharma getting out of antibacterial drug discovery? // Curr Opin Microbiol. 2003. V.6. №5. P.427—430.
3. Woodford N., Wareham D.W. Tackling antibiotic resistance: a dose of common antisense? // Journal of Antimicrobial Chemotherapy. 2009. V.63. P.225—229.
4. Njoroge J., Sperandio V. Jamming bacterial communication: New approaches for the treatment of infectious diseases // EMBO Mol. Med. 2009. V.1. №4. P.201—210.
5. Yu Y., Zhao X., Lee L.J., Lee R.J. Targeted delivery systems for oligonucleotide therapeutics // The AAPS Journal. 2009.V.11. №1. P.195—203.
6. Mbulaiteye S.M., Hisada M., El-Omar E.M. *Helicobacter pylori* associated global gastric cancer burden // Front Biosci. 2009. V.14. P.1490—1504.
7. Ahmed N.A., Petersen F.C., Scheie A.A. AI-2/LuxS is involved in increased biofilm formation by *Streptococcus intermedius* in the presence of antibiotics // Antimicrobial agents and chemotherapy. 2009. V. 53. №10. P.4258—4263.
8. George E.A., Muir T.W. Molecular mechanisms of *agr* quorum sensing in virulent staphylococci // Chembiochem. 2007. V.8. P.847—855.
9. Peterson M.M., Mack J.L., Hall P.R. et al. Apolipoprotein B is an innate barrier against invasive *Staphylococcus aureus* infection // Cell Host Microbe. 2008. V.4. P.555—566.
10. D'Herelle F. On an invisible microbe antagonistic toward dysenteric bacilli: brief note by Mr. F. D'Herelle, presented by Mr. Roux. 1917 // Les Comptes rendus de l'Académie des Sciences. 1917. V.165. P.373—375.
11. Suvorov A.N., Polyakova E.M., McShan W.M., Ferretti J.J. Bacteriophage content of M49 strains of *Streptococcus pyogenes* // FEMS Microbiology Letters. 2009. V.294. №1. P.9—15.
12. Yermolenko E., Suvorov A., Chernysb A. et al. Antagonistic activity of *Enterococcus faecium* L3 against different groups of pathogenic streptococci // Streptococci — New Insight into an Old Enemy / Ed. K.S.Sriprakash. Palm Cove, 2006. P.363—366.
13. Sand J., Nordback I. Probiotics in severe acute pancreatitis // Lancet. 2008. V.371. P.634—635.
14. Дитина М.А., Мерингова Л.Ф., Леонтьева Г.Ф. и др. Сравнительное изучение конъюгированной и комбинированной экспериментальных вакцин против стрептококков группы В // Ж. микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2009. №1. С.37—41.
15. Okinaka R., Pearson P., Keim P. Anthrax, but Not *Bacillus anthracis*? // PLoS Pathog. 2006. V.2. №11. P.1025—1027.
16. Рыбальченко О.В., Бондаренко В.М., Добрица В.П. Ультраструктуры микробиоты кишечника человека: Атлас. СПб., 2008.

# Когда, как и почему образовались геосферы Земли

Ю.М.Пущаровский, Д.Ю.Пущаровский

В нашу научную и, более того, повседневную жизнь широко проникли такие термины, как «атмосфера», «гидросфера», «биосфера»... Но есть еще и термин «геосфера». Земной шар состоит из ядра и оболочек, как раз и именуемых геосферами [1]. Традиционно считается, что между земной корой, толщина которой под океанами не более нескольких километров, а под континентами — несколько десятков километров, и ядром имеются две геосферы: верхняя и нижняя мантии. Граница между ними проводится на глубине 670 км. Зона раздела нижней мантии и ядра Земли находится на глубинах 2700—2900 км. Ядро также делится на две геосферы: внешнее ядро и внутреннее ядро. Раздел между ними проходит на уровне 5146 км, а глубина центра планеты составляет 6370 км.

## Сейсмические данные

Все приведенные сведения основаны на результатах сейсмических исследований. Но с течением времени сейсмические методы совершенствовались и в дополнение к выделенным глобальным и промежуточным границам начали публиковаться карты сейсмических неоднородностей для разных глубинных уровней Земли. На картах, представленных А.Дзевонски и



**Юрий Михайлович Пущаровский**, академик РАН, советник РАН, руководитель группы тектоники океанов и морей Геологического института РАН, крупный специалист в области общей и региональной тектоники. Председатель секции геологии, геофизики, геохимии Научного совета РАН по проблемам Мирового океана. Лауреат Государственных премий СССР (1969) и Российской Федерации (1995), Золотой медали им.А.П.Карпинского и премии его имени.



**Дмитрий Юрьевич Пущаровский**, академик РАН, профессор кафедры кристаллографии и кристаллохимии и декан геологического факультета Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова. Область научных интересов — структурная минералогия и кристаллохимия. Заслуженный деятель науки РФ (2004). Лауреат Ломоносовской премии (2001) и медали им. Ф.Бекке австрийского Минералогического общества (2005).

**В самом конце этого года Юрию Михайловичу Пущаровскому, возглавлявшему более 20 лет отдел наук о Земле журнала «Природа», исполнится 95 лет. Юрий Михайлович до сих пор тесно сотрудничает с нашим журналом. Редакция и редакционная коллегия «Природы» желают ему доброго здоровья, новых успехов в научной деятельности и пропаганде достижений российской науки.**

Дж.Вудхаузом на XXVIII Международном геологическом конгрессе в 1989 г., отразились высокоскоростные и низкоскоростные ареалы сейсмических волн (рис.1). Возникла возможность представить аномальные области в объеме и построить их профильные разрезы. Это

можно расценивать как прорыв в эмпирических сведениях о земных глубинах.

Аномальные участки с физической точки зрения естественно интерпретировать как разновязкостные массы: соответственно высокоскоростные — как высоковязкостные, а низкоскорост-

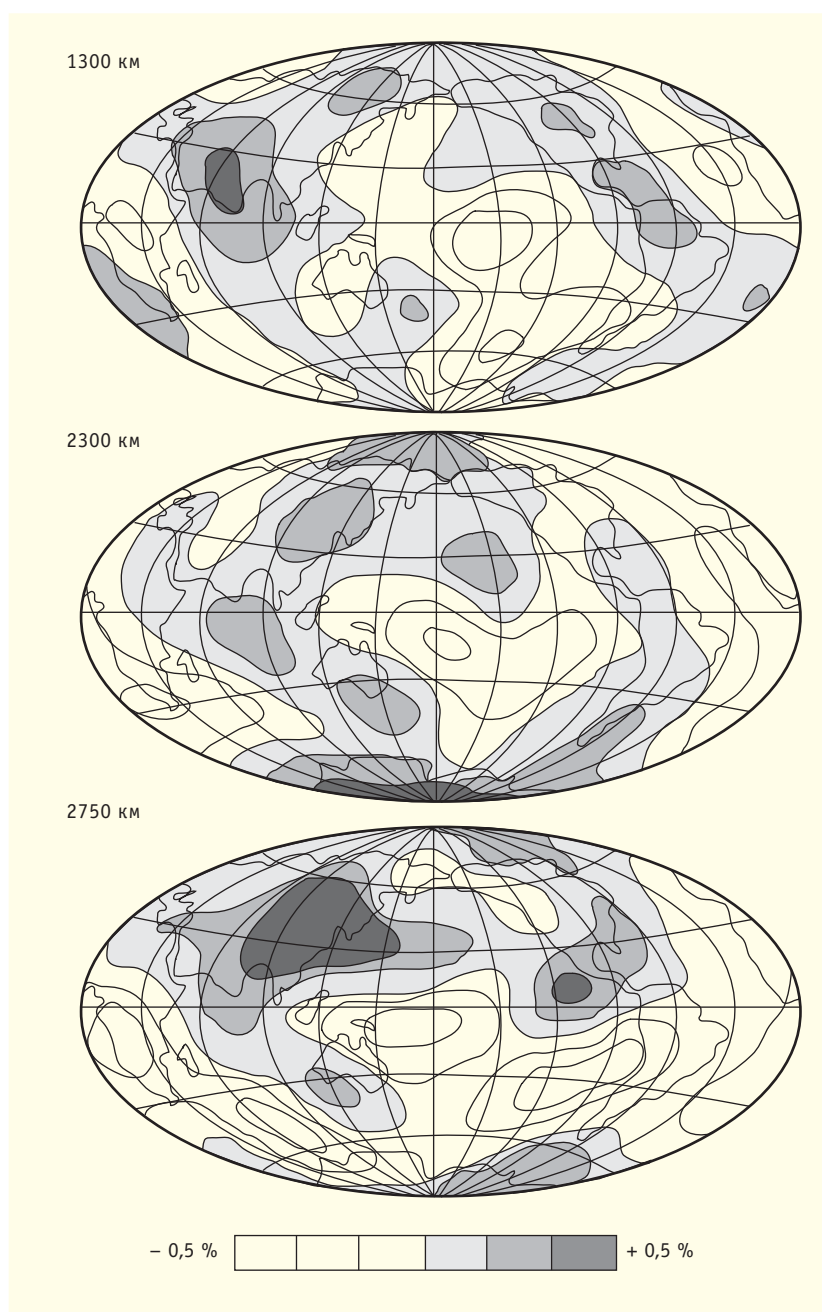


Рис.1. Примеры сейсмотомаграфических карт для разных глубинных уровней (Дзевонски, Вудхауз, 1989). Цифры на масштабной линейке — отклонение от средних значений сейсмоаномалий.

ные — как низковязкостные. И отсюда уже открывается путь к «материальным» геологическим построениям. Группируя неоднородности, распространяющиеся от земной коры до ядра, мы получили картину существенно более сложного строения мантии (рис.2), чем традиционное о ней представление,

с делением ее только на верхнюю и нижнюю.

Группировки сейсмоаномальных объемных масс выявили особую геосферу, расположенную между глубинами ~840 и 1700 км, которая была названа средней мантией (рис.2 – 4). Но она непосредственно не граничит с верхней и нижней: между

ними выделяются зоны раздела, отличающиеся специфическими сочетаниями высокоскоростных и низкоскоростных аномальных участков. Геосфера, разграничивающая верхнюю и среднюю мантии, выделена как зона раздела I. Ее мощность 170 км. Геосфера между средней и нижней мантией — зона раздела II. Она имеет мощность ~500 км.

Таковы результаты анализа сейсмотомаграфических исследований мантии Земли. Но есть и другое направление в изучении земных глубин — минералогическое [3, 4].

### Минералогические исследования

Мы не будем специально останавливаться на изменениях температуры и давления по радиусу Земли. Это совершенно очевидно. Соответствующие расчеты сделаны и приведены в таблицах и графиках в различных публикациях. С глубиной значения температуры и давления значительно возрастают (табл.1, 2).

Возникает вопрос: как соотносятся данные о глубинных минеральных преобразованиях, полученные экспериментально, с сейсмотомаграфическими данными? Проведенное сопоставление показало, что между ними имеются вполне определенные коррелятивные связи.

Такой вывод особенно значим с точки зрения обоснования новой модели строения мантии (рис.3).

Минералогический анализ позволил сделать и другой существенно важный вывод: главную роль в минеральном облике глубинных геосфер играют структурные трансформации минералов, а не изменение содержаний главных химических элементов (O, Si, Mg, Fe, Al).

Итак, каждая геосфера мантии представляет собой индивидуализированное геологическое тело. Отсюда ясно, что к пониманию их становления и развития необходим историко-

геологический подход. Данная тема, конечно, сложная, тем более что в полном объеме она ставится впервые.

## Геологическая история Земли

Наш анализ геологической истории геосфер начинается со времени образования Земли. Время аккреции планеты в космогонии определяется цифрой 4.6 млрд лет назад. Сущность аккреции изложена в книге Г.В.Войткевича и О.А.Бессонова [6].

«Химический состав Земли формировался путем конденсации в солнечной туманности и последующей аккумуляции конденсатов в компактные массы. Все эти конечные конденсаты представляют собой породообразующие минералы Земли и метеоритов» [6. С.14]. Сначала конденсировались нелетучие, тугоплавкие элементы. Затем — «труднолетучие», а в самом конце — наиболее летучие элементы и их соединения. Процесс конденсации зависел в первую очередь от температуры. Давление влияло в меньшей степени. «Рост первичной Земли начался с объединения металлических частиц, образовавших первичный металлический зародыш, который, обладая достаточной массой, продолжил гравитационный захват более поздних конденсатов окружающей среды» [6. С.37]. Так возникло первичное ядро.

Дифференциация мантии произошла значительно позднее. На этот счет имеются данные Ч.Харпера и С.Джекобсона (1992).

В западной Гренландии развиты древнейшие на Земле породы — гнейсы Исуа. Их возраст установлен методом Sm-Nd-изотопии и равен 4.44–4.54 млрд лет, что и принимается за начало дифференциации мантии. На этом этапе произошло обогащение первичной поверхностной оболочки Земли легкими редкоземельными элемен-

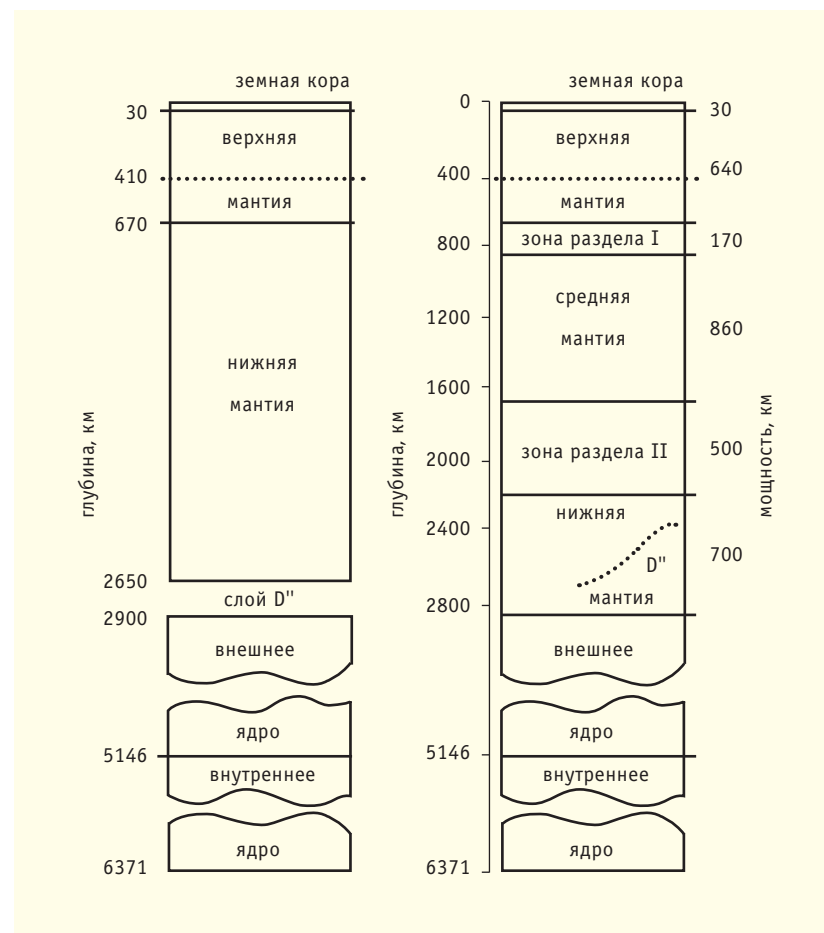


Рис.2. Модели строения Земли. Слева — традиционная модель, распространенная в настоящее время; справа — новая модель, основанная на анализе сейсмотомографических карт, данных о составе мантии и сейсмических границах. Мощности могут варьировать в пределах 10% [2].

тами. М.Бойет с соавторами на основании определения возраста габбро и базальтов из того же района показали, что дифференциация мантии после аккреции произошла через 150 млн лет. Таким образом, обе оценки начала дифференциации мантии достаточно близки.

Далее обратимся к становлению современных геосфер Земли.

Время между началом процесса дифференциации мантии и до 3.9 млрд лет назад (т.е. первые 600 млн лет) рассматривается как особая стадия развития планеты [7]. Земля на этой стадии должна была испытывать разогрев, вызванный процессами, происходящими внутри ядра, воздействием импактных факторов и другими явления-

ми. Соответственно геотермический градиент был особенно высоким. Сформировалась первичная кора базитового типа, возможно, с ультрабазитами и анортозитами. Допускается, что обеднение легкоплавкими компонентами мантии происходило уже тогда [7].

Оформление современного облика геосфер относится к более позднему времени. Соответствующий индикатор для верхних оболочек — характер магматизма. Общая тенденция развития магматизма следующая: от примитивного коматиит-базитового и некоторых других типов магм к сиалическому и щелочному.

Определяющий фактор такой эволюции — изменение тепло-



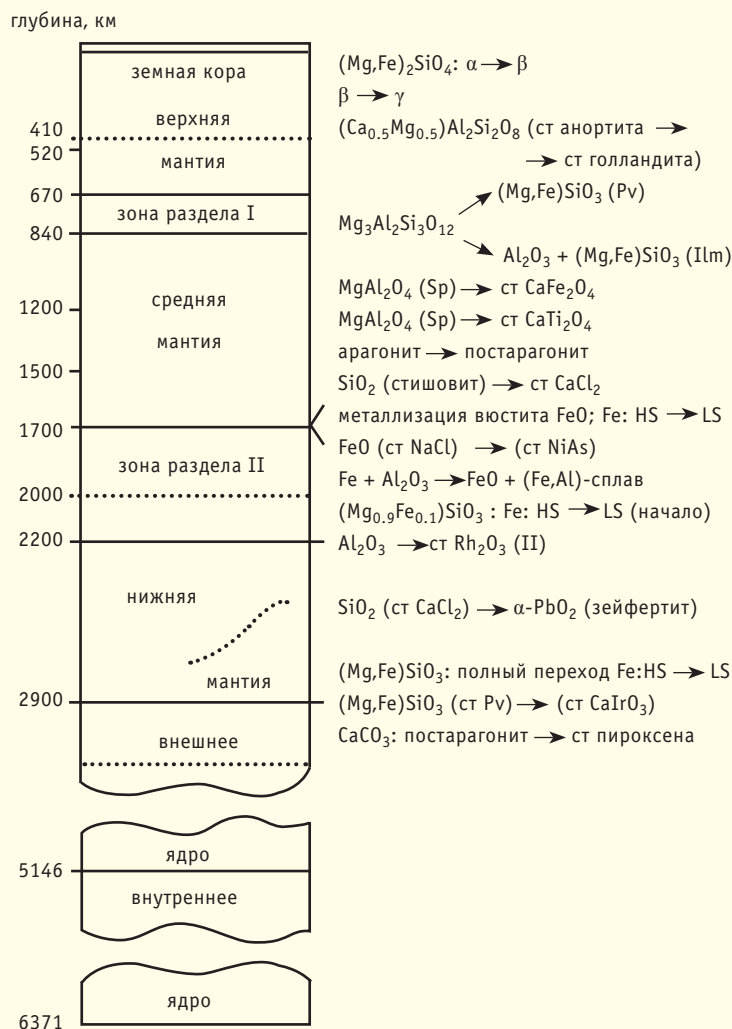


Рис.3. Основные минеральные преобразования в средней мантии, сопредельных зонах и низах тектоносферы [3]. Условные обозначения: ст — структурный тип; Pv — перовскит; Ilm — ильменит; HS — высокоспиновое состояние; LS — низкоспиновое состояние; пунктирные линии — внутригеосферные рубежи.

вого режима Земли. На графике (рис.5) показано изменение температуры мантии от начала ее дифференциации (~1670°C) до наших дней. Температурные колебания обусловлены незначительным переносом тепла между верхней и нижней мантиями (в традиционном понимании). В раскаленной Земле на ранней стадии тепло переносилось в нижнюю мантию быстрее, чем оно сокращалось в верхней, приводя к конвективным периодическим изменениям, в которых уровни подъема температуры нижней мантии пересекают линию безводного перидотитового солидуса и сопровождаются широкомасштабным плавлением на глубине >150 км. Этим обеспечивается механизм накопления субконтинентальной литосферной мантии архейского типа и его прекращение в постархейское время, связанное с последовавшим охлаждением Земли. Для времени 900 млн лет приводится температура ~1300°C. Судя по пикам кривой, относящейся к верхней мантии, важный геотермический рубеж отмечается для времени 1600—1700 млн лет назад. Он соответствует переходу от раннего к среднему протерозою.

С этим этапом связывается образование фундамента будущих древних платформ: Северо-Американской, Восточно-Европейской, Сибирской, Китайско-Корейской. В конце раннего про-

Таблица 1

Изменения давления на разных глубинных уровнях мантии Земли [5]

Глубина, км	200	430	670	800	1000	1200	1400	1600	1800	2200	2600	2886	3000
Давление, кбар	65.5	138	247.2	305.7	397.7	491.7	587.8	686	786.3	994.9	1216.2	1384	1503

Таблица 2

Распределение температуры в глубинах Земли [5]

Глубина, км	0	200	430	600	670	1000	1200	1400	1600	1800	2200	2600	2886
Температура, К	288	1770	1940	2130	2170	2260	2360	2450	2540	2640	2820	3010	3130

терозоя предполагается возникновение суперконтинента Пангеи-1 [8].

### Геотермические рубежи и минеральные преобразования

Очень существенный факт — отражение геотермических рубежей в глубинных минеральных преобразованиях. Начнем с границы земной коры и верхней мантии. Как в земной коре, так и в мантии преобладают силикаты. Но структурно силикаты мантии, которые составляют лишь 0.6 вес. % от общего содержания минералов этого класса на нашей планете, существенно отличаются от силикатов земной коры. Вместе с тем подсчитано, что более 100 различных тетраэдрических кремнекислородных комплексов в силикатах земной коры сменяются всего 15 структурными их типами в мантии. Сущность преобразования состоит в перестройке Si-тетраэдров в Si-октаэдры. Соответственно, минеральное разнообразие в глубинных оболочках в несколько раз меньше, чем в земной коре (рис.3).

На глубинном рубеже 410 км, разграничивающем верхнюю и нижнюю части верхней мантии, происходит структурная перестройка:

оливин  $\alpha$  —  $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4 \rightarrow$   
 $\rightarrow$  вадслеит  $\beta$  —  $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$ .

Значительные минеральные преобразования отмечаются и для нижней границы верхней мантии (670 км).

Минералогически специфична геосфера, соответствующая зоне раздела I.

Очень резко по минеральным преобразованиям выделяется и верхняя граница средней мантии (840—900 км). Здесь пироп ( $\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ ) трансформируется в (Fe,Mg)-силикат со структурой перовскита. Нижней зоне средней мантии (~1500—1700 км) отвечает трансформация стишовита (модификации  $\text{SiO}_2$ , содер-

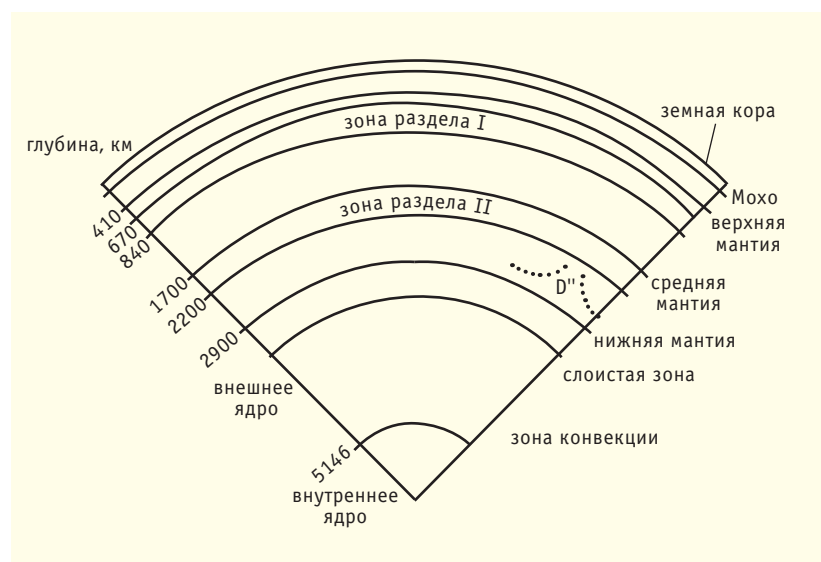


Рис.4. Глубинные геосферы Земли и геосферы внешнего ядра (Листер, Буффет, 1998).

жащей кремнекислородные октаэдры) в ромбический постстишовит, а в слое D'', разделяющем ядро и мантию, происходит структурная трансформация перовскитоподобного  $\text{MgSiO}_3$  в фазу со структурой  $\text{CaIrO}_3$  (рис.3).

Упомянутые здесь преобразования фиксируют минеральную изменчивость по радиусу Земли. Основательная разработка по данной проблеме содержится в книге «Геология мантии Земли» [2]. Соответствующие данные

свидетельствуют: минеральные трансформации подчеркивают геологическую индивидуальность выделенных мантийных геосфер.

### Мантийные геосферы — реальные геологические тела

Перейдем к этому разделу. Но предварительно заметим, что проблемы мантийной тектони-

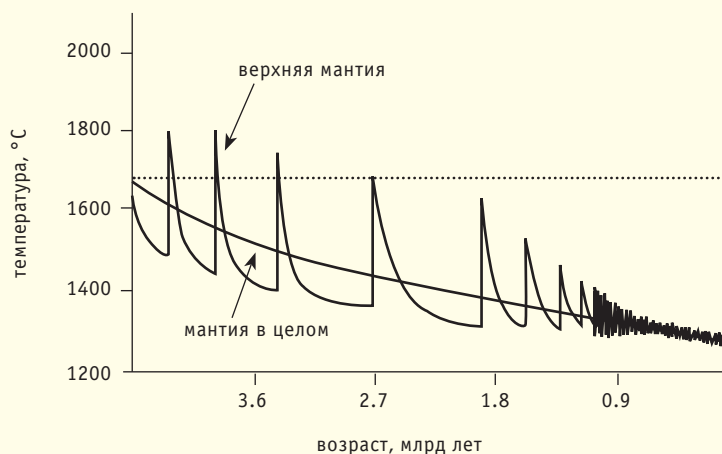


Рис.5. Температурные изменения в двухслойной модели Земли (Гриффин и др., 2003, упрощено).

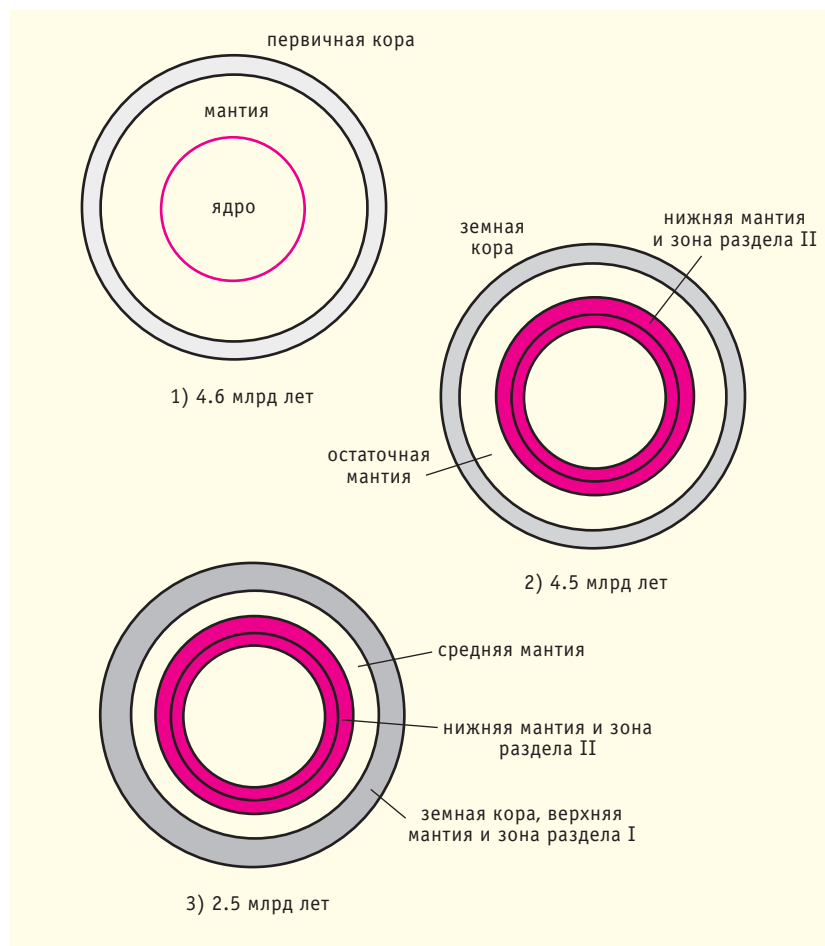


Рис.6. Стадии формирования геосфер мантии Земли.

ки, геодинамики и энергетики здесь не будут рассматриваться (им посвящена статья Ю.М.Пущаровского, опубликованная в «Вестнике РАН» в 2005 г.).

В первую очередь следует отметить неравномерность процесса тепловой эволюции Земли, на который оказывал влияние ряд факторов. Один из них — изменение энергетики ядра, меняющейся в связи с распадом радиоактивных элементов (прерывисто-непрерывный процесс). Другой фактор — дискретность метеоритной бомбардировки. Третий — изменчивость гравитационных полей, связанная с энергетическими затратами при перераспределении внутрпланетных масс. В конечном счете результатом стало образование внутриземных историко-геологических рубежей.

Итак, более или менее достоверное развитие оболочечной Земли началось с формирования первичной коры (протокры). Тогда же произошло и отслоение мантии от ядра с образованием промежуточного слоя D". Наименование этого слоя предложено К.Е. Булленом, давшим первую схему дробного деления мантии [9]. Упомянутые события происходили 4.6 млрд лет назад. Мощность слоя D" изменчива, но не превышает нескольких сотен километров. Кстати заметим, что изменчивость мощности отражает неравномерное поступление энергетических потоков из ядра в мантию.

Следующий важный этап в эволюции мантии связывается со временем 4.5 млрд лет назад. Тогда начался процесс дифференциации мантии на геосферы.

Слой D", как переходный, выделяется постольку, поскольку над ним залегает нижняя геосфера мантии (нижняя мантия). Однако переход между ними нерезкий, диффузного типа. Последнее позволяет рассматривать их как синхронные образования в геологической истории земных глубин. Соответствующая стадия эволюции мантии охватывает 600 млн лет, до рубежа 3.9 млрд лет назад (нижняя граница архейской эры). С этим временем связана смена первичной коры (базитовой) корой сиалического типа.

Следующий этап дифференциации мантии отвечает рубежу 2.5 млрд лет назад (граница архея и протерозоя). Ярчайшая характеристика данного рубежа — перелом в структурном развитии и составе магматизма (кратонная стадия с ее массовым кислым магматизмом) верхних геосфер Земли [7]. Становление верхней мантии нами связывается именно с этим рубежом.

Центральное положение в эволюционном ряду мантийных геосфер занимает средняя мантия. Ее саморазвитие определялось становлением геосфер раздела: зоны I и зоны II. Они разновременные. Зона II, охватывающая периферию нижней мантии, более ранняя. Структурное обособление ее относится к тому же времени, что и геосферы нижней мантии, т.е. около 3.9 млрд лет назад. Зона раздела I, разграничивающая среднюю и верхнюю мантии, зародилась одновременно с верхней мантией, т.е. 2.5 млрд лет назад.

Таким образом, в средней мантии сходятся две вещественно-структурные системы: нижняя мантия — зона перехода — средняя мантия и верхняя мантия — зона перехода — средняя мантия. Как этот факт влияет на специфику состава и строения средней мантии, показывают данные о глубинных минеральных преобразованиях и сейсмотомографии. В очень приближенной схеме можно принять, что минеральные ассоциации «симатиче-

ской» (преимущественно содержащей Si и Mg) мантии присущи нижнимантийнымгеосферам, а «сиалической» (преимущественно содержащей Si и Al) — верхним. Средняя мантия занимает промежуточное положение. Что касается строения, то рассмотрение сейсмотомографических карт показывает, что разделение верхней мантии Земли на Тихоокеанский и Индо-Атлантический тектонические сегменты прослеживается и в средней мантии, что позволяет говорить об известной общности их структурного развития. В этом случае речь идет не об одностороннем геодинамическом воздействии мантийных систем, а об их взаимодействии.

\* \* \*

Заклячая изложенное, можно зафиксировать в качестве основного вывода то, что мантия Земли имеет оболочечное строение, представленное шестью геосферами: нижней и средней мантиями, верхней мантией, состоящей из двух геосфер, и двумя зонами

раздела между мантиями — I и II. Облегающий ядро Земли слой D'' представляет базальную часть нижней мантии. Выделенные геосферы разновременны по образованию (рис.6).

Историко-геологические построения устанавливают следующую последовательность образования геосфер. Первичная кора, возникшая на самом раннем этапе истории Земли (4.6 млрд лет назад), с течением времени (~150 млн лет) в связи с формированием мантии сменилась корой иного состава и строения. Ее профилирующей составной частью стал кремнезем. Это время надо считать началом дифференциации мантии и становления системы: слой D'' — нижняя мантия — зона раздела нижней и средней мантии (раздел II).

В дальнейшей истории важной вехой стал рубеж 2.5 млрд лет назад, когда отслоилась верхняя мантия и определилась система: верхняя мантия — зона раздела I — средняя мантия. С этого времени началось массовое образование в мантии силикатной состав-

ляющей. Основное значение в этом качественном изменении магматизма имело охлаждение планеты, вызванное снижением энергетического потенциала земного ядра. Подобные процессы происходили и позднее. В этом отношении по значимости выделяется временной рубеж 1.6 млрд лет назад (граница раннего и среднего протерозоя), когда на Земле произошли большие тектонические преобразования. Земля вступила в фазу континентально-океанического развития. Но это уже внутригеосферные процессы, относящиеся к явлениям второго и более высоких порядков.

Из сказанного следует, что средняя мантия как обособленная геосфера определилась также ~2.5 млрд лет назад.

Общее заключение таково: геологическая история мантии Земли сложная. В ней выделяются крупные этапы вещественно-структурных преобразований, связанных с эндогенными энергетическими катаклизмами, с одной стороны, и статусом Земли как космического тела — с другой. ■

**Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 10-05-07079-Д), грантов Президента Российской Федерации НШ 7091.2010.5 и НШ 4034.2010.5 и Федеральной программы «Научно-педагогические кадры инновационной России» (государственный контракт №14.740.11.0190).**

## Литература

1. Пуцаровский Ю.М., Пуцаровский Д.Ю. Геосферы мантии Земли // Геотектоника. 1999. №1. С.3—14.
2. Пуцаровский Ю.М., Пуцаровский Д.Ю. Геология мантии Земли. М., 2010.
3. Пуцаровский Д.Ю. Минералы глубинных геосфер // Успехи физ. наук. 2002. Т.172. №4. С.480—485.
4. Пуцаровский Д.Ю., Оганов А.Р. Структурные перестройки минералов в глубинных оболочках Земли // Кристаллография. 2006. Т.51. №5. С.819—829.
5. Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Развитие Земли. М., 2002.
6. Войткевич Г.В., Бессонов О.А. Химическая эволюция Земли. М., 1986.
7. Богатиков О.А., Коваленко В.И. Эволюция магматизма в истории литосферы // Эволюция геологических процессов в истории Земли. М., 1993. С.115—128.
8. Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов (год 2000). М., 2001.
9. Буллен К.Е. Введение в теоретическую сейсмологию. М., 1966.



# Исчезающий остров Байкала

Т.Г.Потемкина

В последние десятилетия на Байкале интенсивно развивается индустрия туризма и отдыха с особенно плотным освоением прибрежной полосы озера и устьевых областей его притоков. Река Верхняя Ангара впадает в Байкал в самой северной его оконечности. Популярными рекреационными объектами стали дельта реки и ее озерный край. Здесь расположен уникальный природный объект — вытянутый практически вдоль всего северного побережья Байкала песчаный остров Ярки. В последние полвека этот район испытывает огромную антропогенную нагрузку. Она связана не только с развитием туризма, но и с техногенным воздействием на природную систему. Самым значительным вмешательством в естественное состояние природы района стало повышение уровня Байкала в среднем на 0,8 м в результате ввода в эксплуатацию Иркутской ГЭС (1959—1962). Это привело к увеличению заболоченности дельты и затоплению большей части о.Ярки.

Сегодня он продолжает интенсивно разрушаться и вскоре может исчезнуть полностью. Однако не только деятельностью человека спровоцировано разрушение этого острова. Его размыву способствуют и необратимые природные процессы, происходящие в устьевой области р.Верхняя Ангара.



**Татьяна Гавриловна Потемкина**, кандидат географических наук, старший научный сотрудник Лимнологического института СО РАН (Иркутск). Область научных интересов — оз.Байкал, его береговая зона и устьевые области рек, гидролого-геоморфологические и литодинамические процессы.

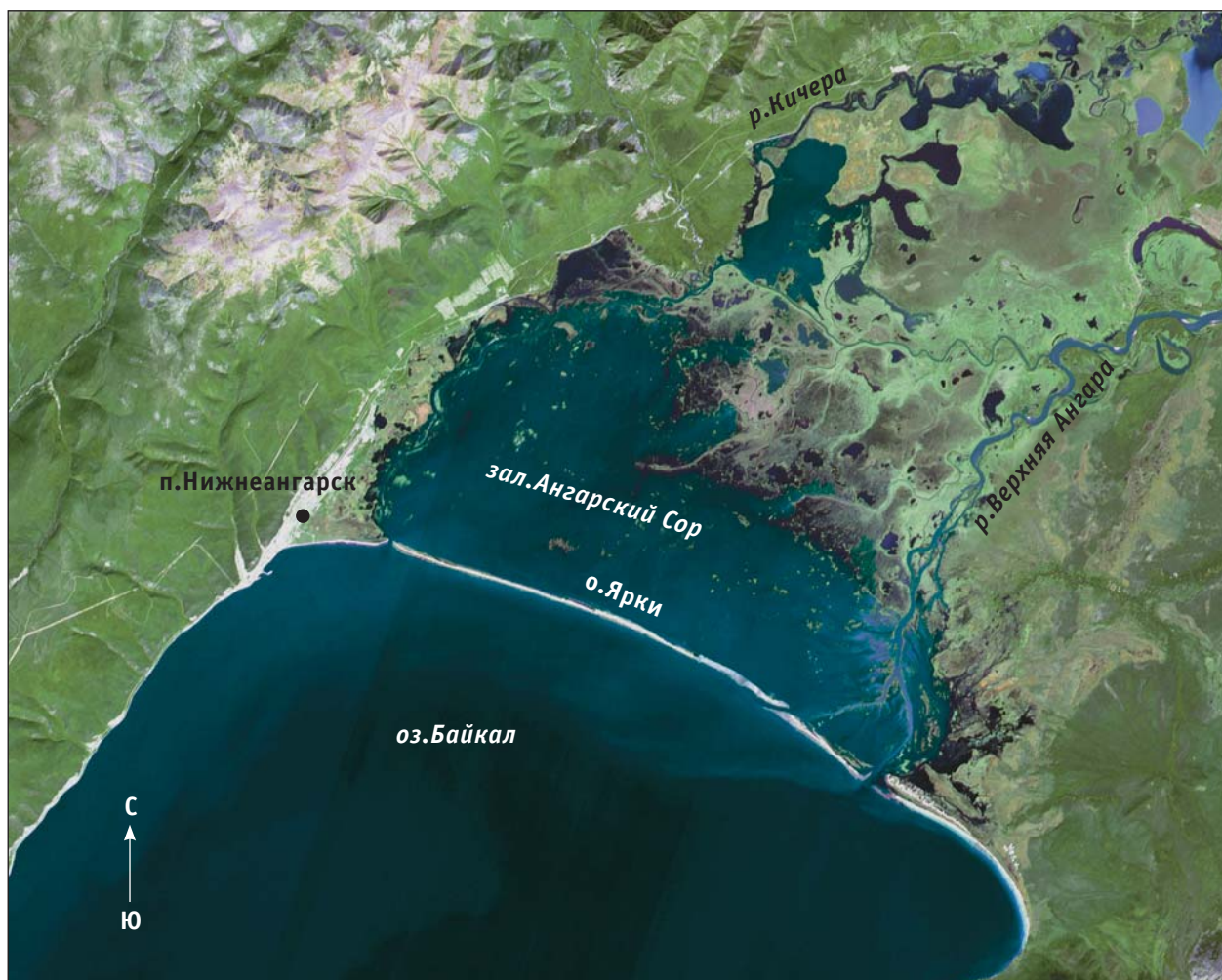
## Верхняя Ангара и ее устье

Река Верхняя Ангара — второй по водоносности приток Байкала — берет начало на Делюн-Уранском хребте (2300—2600 м). При впадении в озеро она образует обширную сильно заболоченную дельту — общую с р.Кичерой — с многочисленными протоками, озерами и старицами. Протяженность дельтовой равнины около 50 км, максимальная ширина — 24 км [1]. На расстоянии 18 км к северу от устья Верхняя Ангара соединяется с Кичерой протокой Ангара-кан. На южной границе дельты находится залив Ангарский Сор, отделенный от акватории озера островом Ярки. К устьям Кичеры (с запада) и Верхней Ангары (с востока) примыкают устьевые косы, которые вместе с о.Ярки образуют озерный край дельты протяженностью около 26 км [2]. Основной сток Верхней Ангары осуществляется через два крупных рукава в восточной части дельты — Среднее устье

(Власиху) и Дагарское устье (собственно Верхнюю Ангару). Между протоками расположен о.Миллионный. В среднем р.Верхняя Ангара поставляет в Байкал 8,3 км<sup>3</sup> воды и 274 тыс. т взвешенных наносов в год. Часть ее стока уходит в мелкие протоки дельты и залив Ангарский Сор. Наносы Верхней Ангары и Кичеры, частично осаждаются в дельте, выносятся в прибрежную зону озера, представляющую собой песчаную отмель. Ширина этого мелководья, протянувшегося вдоль о.Ярки, составляет 1,5—2 км [3].

## Происхождение и эволюция острова Ярки

Остров Ярки — это аккумулятивный береговой бар, отделяющий от Байкала дельтовую лагуну Ангарский Сор. Образование бара традиционно связывается с развитием дельт Верхней Ангары и Кичеры. Из их наносов и вдольберегового переноса



Космический снимок северной оконечности оз.Байкал.



Северная оконечность оз. Байкал.  
Фото Н.Кулева





Песчаные дюны о.Ярки.  
Здесь и далее фото В.Петухина

Самая узкая средняя часть о.Ярки.

донных осадков озера была сформирована серия подводных валов, послужившая основой для формирования бара [4]. Есть и другая гипотеза, согласно которой песчаное мелководье и о.Ярки сформировались не из речных наносов, а за счет абразии древних песчаных осадков Верхнеангарской впадины [3].

Первоначально на всем своем протяжении бар имел одинаковую высоту [4]. Заселение людьми и нарушение растительного покрова привело к его расчленению на отдельные холмы или их группы (ярки). Ширина самой узкой средней части острова составляла около 200 м,

а на устьевых участках она увеличивалась до 400–600 м. Со стороны озера бар окаймлял широкий (15–20 м) песчаный пляж. Относительно высокие (3–12 м), покрытые древесно-травянистой растительностью песчаные дюны острова чередовались с низкими участками высотой 1–1.5 м. Интенсивный размыв и резкое сокращение площади бара начались в 1959 г., после сооружения Иркутской ГЭС и поднятия уровня воды в озере. Береговая линия отступила в среднем на 100–150 м, а на устьевых участках — до 350 м и более. В 1990-х годах ширина бара в средней части уже сос-

тавляла приблизительно 100 м, в наши дни — всего около 30 м, а местами и меньше. По нашим подсчетам площадь бара с 1959 г. уменьшилась в среднем в 3.5 раза. В последние десятилетия она сократилась с 2.2 до 0.4 км<sup>2</sup> (при высоком уровне воды в озере) и с 3.6 до 1.9 км<sup>2</sup> (при низком уровне) [5].

К настоящему времени сплошная полоса бара оказалась разделенной промоинами (прорывами) на три крупных фрагмента. По данным топо- и батиметрической съемки, выполненной Н.А.Ярославцевым и В.А.Петровым в 2005–2006 гг. (НИЦ «Морские берега», г.Сочи), самый



Образовавшиеся в «теле» о.Ярки промоины (красные стрелки).

протяженный фрагмент бара (до 7 км) начинается от устья р.Кичеры. Далее на восток второй крупный фрагмент длиной 4.7 км отделен от первого промоиной, ширина которой около 0.1 км. Третий фрагмент длиной всего около 0.58 км. Между ним и вторым фрагментом острова находится наибольшая промоина протяженностью 2.3 км [2]. Размытом расширено место впадения в озеро протоки Среднее устье. Воды Байкала теперь свободно проникают в Ангарский Сор. Ширина устья р.Кичеры на начало 1900-х годов составляла 140 м [6], а в наши дни — уже около 180 м [2].

Ранее значительные размыты бара Ярки происходили во время экстремальных повышений уровня воды в озере. Наиболее выдающимся был сентябрь 1932 г., когда уровень Байкала достиг отметок, которые случаются один раз в 100 лет. В этот год была безвозвратно размыта часть острова. Началось разрушение пос.Чечевки, расположенного в то время по обе стороны устья р.Кичеры. В наши дни этого поселка уже не существует, а рельеф оставшихся фрагментов о.Ярки преобразуется волновыми и эоловыми процессами.

### Возможные причины размыта бара Ярки

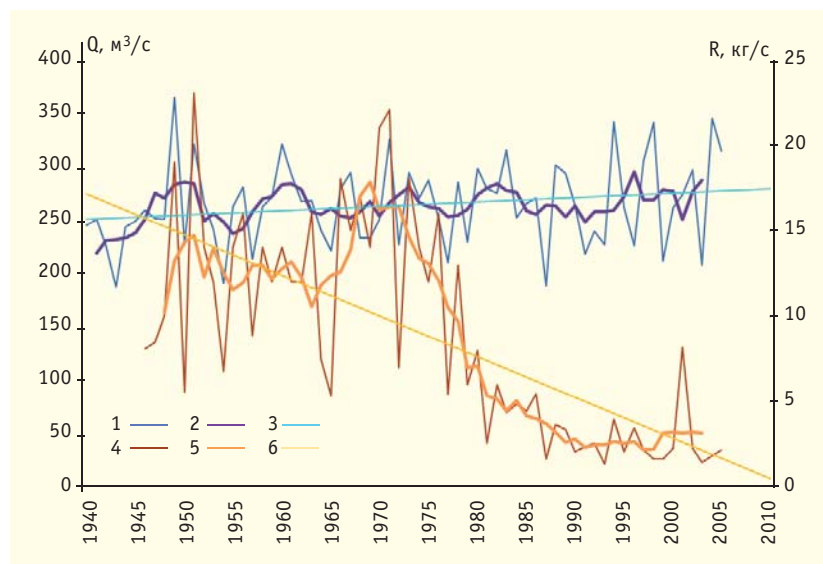
**Тектонические процессы.** Большое влияние на формирование рельефа устьевой области Кичеры и Верхней Ангары оказывает тектоника региона. Байкальский рифт развивается в условиях растяжения, которое

сопровождается интенсивным погружением, проседанием блоков ложа и бортов Верхнеангарской тектонической впадины, южную окраину которой занимает дельта [7, 8]. Темпы погружения составляют в среднем 0.3—0.5 мм/год [7]. В зоне Байкальской рифтовой впадины нередко землетрясения, провоцирующие скачкообразность тектонических опусканий и увеличивающие их скорость. В условиях заполненной водой Байкальской котловины при погружении происходит подтопление окружающих участков суши. Это приводит к усилению размыта озерного края дельты Верхней Ангары и способствует постепенному процессу деградации бара Ярки.

**Речной сток.** Ведущую роль в характере и интенсивности устьевых процессов, как правило, играет величина стока наносов реки. Сток наносов определяет и тип развития дельты, и динамику ее морского края [9]. Замыкающий гидроствор р.Верхняя Ангара — с.Верхняя Заимка расположен на расстоянии 31 км от устья в так называемой вершине дельты. В этом створе с 1946 по 2005 г. изучалась изменчивость годовых расходов воды и взвешенных наносов Верхней Ангары. Выявлено, что в период 1946—1976 гг. колебания стока наносов были в основном синхронны колебаниям стока воды. Это подтверждается коэффициентом корреляции — 0.68. За период с 1977 по 2005 г. наблюдается значительное снижение стока наносов на фоне повышенной водности реки. Коэффициент корреляции — 0.11, что свиде-

тельствует об отсутствии связи между расходами воды и взвешенных наносов. Сток взвешенных наносов реки за второй период сократился на 71%, а водность при этом возросла на 4.3%. Снижение стока наносов связано не с гидроклиматическими факторами, а главным образом с активным антропогенным воздействием на ландшафты района с середины 1970-х годов: строительством Байкало-Амурской железнодорожной магистрали (БАМ), сооружением мостовых переходов, насыпей на поймах, дамб различного назначения, строительством рабочих поселков. Для создания объектов БАМ добывался аллювий из русловых карьеров Кичеры и Верхней Ангары. Это привело к уменьшению потока речных наносов в оз.Байкал и к сокращению поступления их к о.Ярки [1]. В прибрежной зоне сложились условия «дефицита наносов». Кроме того, изменению режима стока наносов на Верхней Ангаре способствовали и природные процессы. Для большинства дельт рек мира характерна естественная просадка грунта, обусловленная как тектоническим прогибом (к ним тяготеют многие дельты), так и уплотнением дельтовых отложений [10 и др.]. В результате этих процессов изменяются уклоны поверхности и скорости течений, медленно повышается уровень воды, подтапливаются участки дельты, расширяются приморские эстуарии и нарушается режим стока наносов. Это наблюдается и в дельте Верхней Ангары. Известно, что 100 лет назад вся низменность от протоки Ангаракан до сора была





Изменчивость годовых расходов воды ( $Q$ ) и взвешенных наносов ( $R$ ) р. Верхней Ангары. 1, 4 — среднегодовые значения; 2, 5 — текущие значения, сглаженные по пятилетиям; 3, 6 — линейный тренд.

занята исключительно под сенокосы [11]. В настоящее время эта территория представляет собой непроходимые и труднопроходимые болота. Подтопление болотистых и торфяных берегов дельтовых проток способствует расширению площади акватории Ангарского Сора. В конце 1940-х годов площадь залива составляла 23 км<sup>2</sup> [12], а к настоящему времени она увеличилась приблизительно в пять раз и составила около 100 км<sup>2</sup>. Акватории сора и болота стали естественными ловушками речных наносов, что привело к уменьшению объема их выноса в озеро.

Таким образом, в результате сочетания природных процессов и антропогенного воздействия на ландшафты в бассейне р. Верхней Ангары со второй половины 1970-х годов установился фактически другой режим стока наносов.

**Изменение уровня Байкала.** Уровенный режим Байкала менялся в три этапа. Первый (1901–1958) связан с его естественным уровнем, второй (1962–2000) — со строительством Иркутской ГЭС и зарегулированностью озерного стока, третий — с принятием в марте

2001 г. Постановления Правительства РФ, согласно которому колебания уровня Байкала ограничиваются метровым диапазоном. Это исключает как форсировку уровня, так и его сработку до уровня моря, предусмотренные проектом Иркутской ГЭС. В условиях естественного режима средняя высота уровня над нулем графика водомерного поста в порту «Байкал» составляла 127 см, а за 1962–2000 гг. она возросла до 207 см — уровень озера повысился на 0,8 м. Анализ уровенного режима Байкала показал, что после зарегулирования стока трансформация уровня состоит в основном лишь в «перемещении» его колебаний на более высокие отметки [13].

Повышение уровня приемного водоема несомненно оказывает влияние на гидрологический режим и морфологическое строение речных дельт. Существуют методы количественного расчета и прогноза затопления дельт и размыва их озерного края при повышении уровня моря [14]. Эти методы применены для количественной оценки реакции дельты Верхней Ангары на повышение уровня Байкала в результате сооружения Иркутской ГЭС. При

этом вводятся понятия: подпорная призма, потенциальная площадь затопления дельты и суммарный сток наносов реки за период повышенного уровня водоема. Чтобы дельта находилась в стабильном состоянии, необходимо, чтобы суммарный сток наносов соответствовал объему подпорной призмы. В результате расчетов получено: объем подпорной призмы для дельты Верхней Ангары составил 119 млн м<sup>3</sup>, а суммарный сток наносов реки за период техногенного повышения уровня озера (1962–2005) оказался равным всего 3,9 млн м<sup>3</sup>. Это и предопределило затопление дельты (потенциальная площадь затопления — 297 км<sup>2</sup>) и перестройку рельефа ее озерного края под воздействием волнения. Реакция дельты Верхней Ангары такова: сток наносов реки мал, подпорная призма речными наносами не заполняется, происходит пассивное затопление поверхности дельты [14]. Наносы в основном транзитом проходят по руслу реки в озеро и частично отлагаются в русле в зоне подпора, дальность распространения которого вверх по реке составляет около 16 км. Если бы суммарный объем стока наносов реки был больше объема подпорной призмы, она заполнялась бы речными наносами, те отлагались бы в русле и, несмотря на повышение уровня водоема, дельта продолжала бы выдвигаться в озеро. Еще более усугубило ситуацию резкое снижение стока наносов р. Верхней Ангары во второй половине 1970-х годов.

Приближенная оценка показывает, что ситуация, в которой суммарный сток наносов был бы равен объему подпорной призмы, и дельта находилась в стабильном состоянии, возможна при повышении уровня оз. Байкал только на 0,1 м. Поэтому принятое Постановлением Правительства РФ в 2001 г. ограничение колебаний уровня Байкала в пределах 1 м не спасет бар Ярки от размыва.



Размыв основания дюн волнами.

Характер морфологических процессов на озерной окраине дельты зависит от соотношения уклонов затопленной поверхности дельты и подводного берегового склона, а также от величин этих уклонов [14]. Повышение уровня приводит к увеличению глубины в прибрежье, активизации волнения и интенсивным процессам перестройки рельефа береговой зоны и отступления берега. Уклоны дельты Верхней Ангары и дна прибрежной зоны составляют 0,07 и 10‰ соответственно. Подъем уровня Байкала в 1959—1962 гг. значительно превысил скорость естественного погружения дельты Верхней Ангары (0,3—0,5 мм/год) и в условиях дефицита речных наносов существенно активизировал процессы размыва и отступления озерного края дельты. Увеличение уровня озера привело к формированию вдольбереговых потоков наносов и образованию кос у бара Ярки, ориентированных в сторону преобладающего волнового переноса, т.е. на запад. Наличие подобных кос, корневая часть которых примкнута к берегу, отчетливо прослеживается на

космических снимках и подтверждено экспедиционными исследованиями. Широкий и относительно высокий пляж бара с подъемом уровня оказался подтопленным, а береговой уступ о.Ярки стал размываться байкальскими волнами. Кроме того, ежегодный максимальный уровень водоема в сентябре—ноябре совпадает с периодом осенних штормов, когда наибольшие высоты волн в северной оконечности озера могут достигать 4—5 м. Это еще больше усугубляет размыв острова.

Размытый материал частично аккумулируется на мелководье, частично поступает на глубину. Как показали исследования Ярославцева и Петрова [15], перемещение наносов вдоль о.Ярки происходит в противоположных направлениях, но преимущественно на запад. Максимальная мощность потока наносов отмечается у о.Миллионный, а по мере продвижения на запад снижается. Преобладание западного направления волнового переноса наносов вдоль бара Ярки подтверждают как ориен-



Северный Байкал.

Фото С.Волкова

тированные на запад косы, так и фракционный состав пляжевого песка, медианный диаметр которого уменьшается по мере удаления от устья Верхней Ангарты в сторону Кичеры.

Примечательно, что в условиях убывания мощности вдольберегового потока наносов с приближением к р.Кичере самый протяженный и широкий из сохранившихся фрагментов о.Ярки расположен в его западной части именно в районе устья Кичеры. Напротив, наибольшему размыву подвергся восточный участок (у Верхней Ангарты), где ширина промоины более 2 км. Кроме того, сток воды и наносов Кичеры значительно меньше, чем Верхней Ангарты, а наносы

Верхней Ангарты распространяются преимущественно в сторону о.Ярки. Возможно, неравномерности размыва острова способствовали более жесткие ветровые условия в его восточной части (больше число дней с сильным ветром и меньше штилей), а также неравномерное тектоническое проседание ложа впадины.

\* \* \*

Развитие устьевой области Верхней Ангарты определяется комплексом природных факторов и процессов, коррективы в которые во второй половине XX в. внесла антропогенная дея-

тельность. Техногенный подъем уровня Байкала на 0.8 м всего за несколько лет во много раз превысил скорость тектонического погружения Верхнеангарской впадины. В естественных условиях потребовалось бы около 1600 лет для того, чтобы поверхность дельты опустилась на 0.8 м. Резкое повышение уровня Байкала привело к необратимым процессам размыва и отступления озерного края дельты Верхней Ангарты. Сокращение стока речных наносов во второй половине 1970-х годов значительно усугубило эти процессы. Таким образом, в ближайшем будущем неизбежно исчезнет еще один остров Байкала — песчаный бар Ярки. ■

**Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 11-05-00140-а.**

## Литература

1. Вика С., Козырева Е.А., Тржцинский Ю.Б., Щипек Т. Острова Ярки на Байкале — пример современного преобразования ландшафтов. Иркутск- Сосновец, 2006.
2. Петров В.А., Ярославцев Н.А. Динамика бара Ярки на северном Байкале и проблемы его восстановления // Проблемы управления и устойчивого развития прибрежной зоны моря: Материалы конф. / Отв. ред. Л.А.Жиндарев, Р.Д.Косьян, Б.В.Дивинский. Краснодар, 2007. С.149—151.
3. Галкин В.И., Карabanов Е.Б., Фиалков В.А. Рельеф дна и динамика наносов // Литодинамика и осадкообразование Северного Байкала. Новосибирск, 1984.
4. Rogozin A.A. Береговая зона Байкала и Хубсугула: морфология, динамика и история развития. Новосибирск, 1993.
5. Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2005 году». М., 2006.
6. Атлас волнения и ветра озера Байкал. Л., 1977.
7. Лунина О.В., Гладков А.С. Активные разломы и напряженное состояние земной коры северо-восточного фланга Байкальской рифтовой зоны // Геология и геофизика. 2008. Т.49. №2. С.146—160.
8. San'kov V., Deverchere J., Gaudemer Y., Houdry F., Filippov A. Geometry and rate of faulting in the North Baikal Rift, Siberia // Tectonics. 2000. V.22. №4. P.707—722.
9. Эстуарно-дельтовые системы России и Китая: гидролого-морфологические процессы, геоморфология и прогноз развития / Под ред. В.Н.Коротаева, В.Н.Михайлова, Д.Б.Бабича, Ли Цзунсяна, Лю Шугуана. М., 2007.
10. Михайлов В.Н. Гидрология устьев рек. М., 1998.
11. Лочия и физико-географический очерк озера Байкал / Под ред. О.К.Дриженко СПб., 1908.
12. Кожов М.М. Животный мир озера Байкал. Иркутск, 1947.
13. Синюкович В.Н. Реконструкция естественного уровня режима озера Байкал после строительства Иркутской ГЭС // Метеорология и гидрология. 2005. №7. С.70—76.
14. Михайлов В.Н., Михайлова М.В. Закономерности воздействия повышения уровня моря на гидрологический режим и морфологическое строение речных дельт // Водные ресурсы. 2010. Т.37. №1. С.3—16.
15. Потёмкина Т.Г., Ярославцев Н.А., Петров В.А. Современные потоки наносов у острова Ярки (Северный Байкал) // Успехи современного естествознания. 2008. №8. С.113—114.



# Дербенник выбирает пыльцу для опыления

О.А.Волкова

Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова

**П**ыльца окружает нас повсюду: она присутствует в воздухе, в почве, в составе продуктов питания. Ее морфологические особенности используют для реконструкции растительности далекого прошлого, для определения возраста горных пород, для судебно-криминалистической и искусствоведческой экспертизы. Богатство форм этих микроскопических частиц огромно и до конца не изучено.

Всем известна польза меда, но лишь немногие знают о свойствах цветочной пыльцы (обножки). В ней много самых различных веществ — сахаров, жиров, белков, углеводов, витаминов (в особенности группы В), пигментов, ферментов (амилаза, инвертаза, каталаза, протеаза, пектиназа), калия, магния, натрия, кальция, меди, железа, фосфора. По содержанию пыльцы в продуктах пчеловодства определяют их качество.

Весной, когда начинается пора цветения, многие вспоминают про слезящиеся глаза, заложенный нос, чихание, приступы удушья, слабость. Все это признаки поллиноза — аллергии, которую вызывают циркулирующие в воздухе пыльцевые зерна, а точнее — содержащиеся в них специфические белки. В средней полосе России весной главные «виновники» поллиноза — береза, злаки и полынь. Пыльцевые зерна очень мелкие и продуцируются в огромных



Рис.1. Дербенник иволистный (плакун-трав), растущий в России почти везде.

количествах, благодаря чему могут разноситься с потоками воздуха на огромные расстояния, вызывая аллергические реакции у людей на обширных территориях, часто вдалеке от источников эмиссии.

Что же представляет из себя пыльца растений? Это мужские гаметофиты семенных растений, формирующиеся в пыльниках, или мужских шишках, и необходимые для оплодотворения. Размеры пыльцевых зерен





Рис.2. Три типа цветков дербенника, различающиеся по длине столбика и тычинок. Слева направо: длинностолбиковый (зеленые пыльники), среднестолбиковый и короткостолбиковый (желтые пыльники). После высыпания пыльцы пыльники темнеют.

Здесь и далее фото автора

очень сильно варьируют, но у подавляющего большинства растений не превышают 50 мкм. Каждое зерно покрыто сложно устроенной оболочкой — спородермой, состоящей из двух слоев — внутреннего (интины) и наружного (экзины). Экзина содержит уникальный биополимер — спорополленин. Благодаря его невероятной химической устойчивости пыльца не разрушается даже при кипячении в растворах концентрированных кислот и щелочей.

Именно химические свойства спорополленина обеспечивают сохранность пыльцевых зерен в ископаемом состоянии миллионы лет, что служит бесценным источником информации в палеонтологии, геологии и стратиграфии. Экзина — наиболее сложно устроенный слой оболочки пыльцевого зерна, нередко имеющий полости с биологически активными веществами. Он включает несколько подслоев и часто несет на поверхности различные скульптурные образования. Интина — внутренний слой спородермы — химически очень нестоек и состоит в основном из пектинов. Он формируется на самых последних этапах развития оболочки и необходим при прорастании пыльцевого зерна на рыльце пестика. Именно интина обра-

зует пыльцевую трубку, по которой движутся мужские гаметы — спермии.

Прорастание пыльцевого зерна привязано к специфическим местам спородермы, получившим название апертуры. По их строению, положению и числу можно идентифицировать пыльцевые зерна разных растений. Апертуры имеют различную форму и структуру. Различают: поры, борозды, бороздки, щели или просто утонченные, нечетко очерченные участки экзины [1]. Как правило, в области апертур наружная оболочка пыльцы (экзина) утончается, а внутренняя (интина) — утолщается. Апертуры бывают простые и сложные. Последние присущи только высшим двудольным растениям, для которых характерно наличие дополнительной апертуры — оры — во внутренних слоях экзины, отличающейся по форме от апертуры наружных слоев оболочки. У некоторых растений пыльцевые зерна имеют ложные борозды — «псевдоапертуры», которые не участвуют в прорастании, но могут растягиваться при набухании. Внешне псевдоборозды выглядят как настоящие апертуры. Различие заметно лишь при изучении ультратонкой структуры этих участков оболочки — для них не характерно утолще-

ние интины, обязательное для всех настоящих апертур [2–5].

Морфологические особенности пыльцевых зерен видоспецифичны и, как правило, незначительно изменяются не только в пределах одного вида, но часто даже в пределах рода и семейства. Однако из этого правила есть и исключения (в основном это растения с гетероморфными цветками). Один из примеров таких растений — дербенник иволистный (*Lythrum salicaria*), широко распространенный в средней полосе России (рис.1). Это влаголюбивое растение произрастает по сырым лугам, берегам водоемов, на окраинах болот [6]. Листья у него простые, часто супротивные или мутовчатые, лепестки розового цвета, раздельные, сморщенные, тычинок вдвое больше лепестков, расположены они в двух кругах [7].

Для дербенника характерны три типа цветков (рис.2). Они отличаются по высоте столбика и длине тычинок (их в цветке двенадцать), которые расположены в два круга. У цветков первого типа тычинки внешнего круга средней длины, внутреннего круга — короткие (длинностолбиковая форма). Цветки среднестолбиковой формы имеют длинные тычинки внешнего круга и короткие — внутреннего. У короткостолбиковой

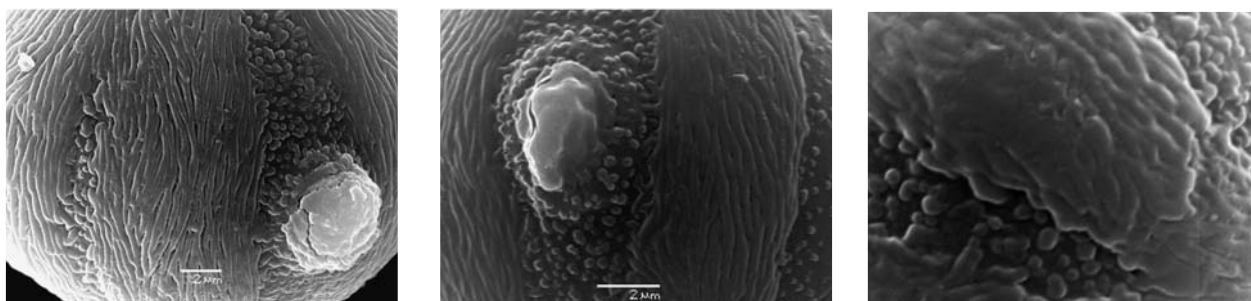


Рис.3. Пыльцевые зерна из разных тычинок дербенника. Слева направо: из длинных, средних и коротких. Поверхность зерен из коротких тычинок морщинистая, а из длинных и средних отличается длинными струями.

формы тычинки внешнего круга длинные, тычинки внутреннего круга средней длины [7]. Наличие у одной особи одного и того же вида двух (дистилия) или трех (тристилия) морф цветков называется гетеростилией. Это приспособление растений с обоеполыми цветками к перекрестному опылению, когда пыльца от пыльников одного цветка переносится на рыльце пестика другого цветка. Насекомые (главным образом пчелиные и двукрылые) садятся на выступающие тычинки или столбик и просовывают хоботки внутрь трубки венчика, чтобы добыть нектар. При этом пыльники длинных тычинок пачкают пыльцой брюшко и внутреннюю сторону задних ножек насекомого, средние тычинки оставляют пыльцу на нижней стороне груди и между

передними ножками, а короткие тычинки трутся о хоботок и нижнюю губу. При посещении других цветков рыльца соответствующей длины касаются тех же частей тела насекомого, и пыльца с пыльников одной высоты попадает на рыльце пестика той же длины. При правильном, «легитимном», опылении (переносе пыльцы из тычинок одной длины на рыльце пестика той же длины) образуется больше семян, чем при «иллегитимном», незаконном. Таким образом, тристилия помогает снизить частоту самоопыления внутри цветка и увеличить долю «легитимно» опыленных растений [8]. В природе это явление довольно редкое, кроме дербенниковых встречается только в семействах кисличных (Oxalidaceae), понтедериевых (Pon-

deriaceae), амариллисовых (Amaryllidaceae) и коннарсовых (Connaraceae) [7–9].

У дербенника, как и у всех видов с гетероморфными цветками, в пыльниках длинных тычинок пыльца более крупная, чем в пыльниках коротких и средних тычинок. Возможно, размер пыльцы может препятствовать прорастанию на рыльце пестика одной длины пыльцы из тычинок той же длины. Кроме того, тычинки разных кругов имеют разный цвет пыльников: у длинных тычинок они зеленые, а у коротких и средних — желтые. Цвет пыльников обусловлен окраской пыльцевых зерен, содержащих в наружной оболочке пигменты. Однако пока неясно, чем определен зеленый цвет пыльцы, — наличием пигментов, отличающихся от тако-

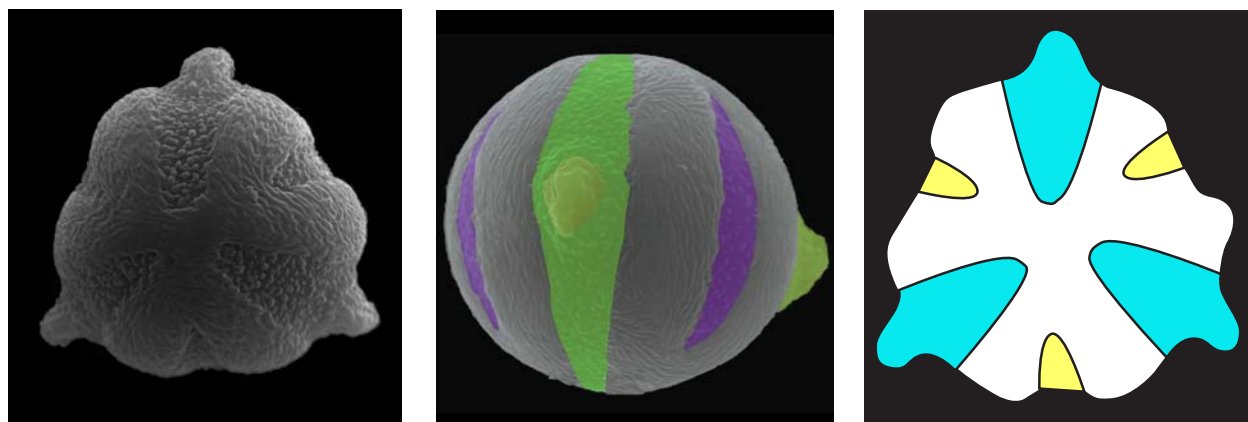


Рис.4. Пыльцевые зерна дербенника. Слева — вид сверху и снизу, справа — схема зерна. В оболочке зерен всех типов тычинок имеется шесть апертур: три простые, три сложные (борозды, в центре которых оры). На схеме: простые апертур — желтые, сложные — синие; на фото: цвет простых — фиолетовый, сложных — зеленый, оры сложных апертур показаны желтым.

вых в пыльце желтого цвета, или он есть результат смеси нескольких пигментов. Кроме того, до сих пор неизвестно, что это за пигменты. Поверхность пыльцевых зерен всех типов тычинок (длинных, средних и коротких) струйчатая (рис.3). Однако струи пыльцевых зерен из длинных и средних тычинок длинные и четкие, а из коротких тычинок — короткие, беспорядочно ориентированные (такой тип поверхности можно назвать морщинистым). Форма пыльцевых зерен всех типов одинаковая — сфероидальная. Для чего же дербенник образует пыльцу разного цвета и тем более разной морфологии — до сих пор неясно.

В оболочке пыльцевых зерен всех типов тычинок имеется шесть апертур. Три из них — простые, три другие — сложные (рис.4), представляющие собой борозды, в центре которых имеются оры. Простые борозды более короткие, они чередуются со сложными апертурами. Функ-

ции простых апертур до настоящего времени однозначно не определены. Если пыльцевые зерна дербенника поместить в воду, они начинают разбухать равномерно, борозды обоих типов растягиваются, обеспечивая целостность пыльцевого зерна. При недостатке воды в уменьшении объема пыльцевых зерен также участвуют и простые, и сложные борозды. Прорастают же пыльцевые зерна только через сложные борозды (рис.4), при этом зерна из длинных тычинок прорастают медленнее, чем из коротких тычинок. Под сложными бороздами строение спородермы типичное для апертурных областей: более тонкая экзина и заметно утолщенная двухслойная интина. Под простыми бороздами интина однослойная, толщина ее такая же, как в межапертурных участках. Таким образом, различия в строении апертур проявляются только на самых последних этапах развития оболочки пыльцевого зерна, когда формируется интина.

Для чего же нужны пыльцевые зерна, столь сложно устроенные даже в пределах одного цветка? На первый взгляд кажется, что размножение растений — это процесс случайный. Однако имеющиеся у растений механизмы позволяют цветкам выполнять отбор партнера. Одним из таких механизмов и служит гетеростилия. Тычинки разной длины в одном цветке способствуют перекрестному опылению, а значит, и наибольшей плодовитости при скрещивании.

Таким образом, чтобы образовать больше семян, растения вырабатывают различные механизмы. Дербенник придумал очень сложный и интересный механизм. Он образует тычинки разной длины, что позволяет ему выбирать пыльцу для опыления. Однако как связан разный цвет пыльцы и разная морфология с этим механизмом и для чего дербенник образует столь разную пыльцу, пока непонятно. ■

## Литература

1. *Кремн Г.О.У.* Палинологическая энциклопедия. М., 1967.
2. <http://www3.bio.uu.nl/palaeo/glossary>
3. *Erdtman G.* Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. Stockholm, 1952.
4. *Сладков А.Н.* Введение в спорово-пыльцевой анализ. М., 1967.
5. *Thanikaimoni G.* // Pollen and Spores: Form and function. L., 1986.
6. *Маевский П.Ф.* Флора средней полосы европейской части России. М., 2006.
7. *Гладкова В.Н.* Жизнь растений. М., 1981.
8. *Nicholls M.S.* // Pl. Syst. Evol. 1987. V.156. P.151—157.
9. *Morris J.A.* // diss. ... d-r of philosophy. 2007.

# Землетрясение и цунами в Японии

Т.К.Пинегина,  
кандидат географических наук  
Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН  
Петропавловск-Камчатский

**11** марта 2011 г. в 14:46 по японскому времени в акватории Тихого океана напротив северо-восточного побережья о.Хонсю произошло сильнейшее землетрясение, вызвавшее катастрофическое цунами, которое с наибольшей интенсивностью проявилось вдоль побережья Санрику и в заливе Сендаи. Это землетрясение японские сейсмологи назвали «Тохоку-Чино Тайхейю-Оки», или более коротко — «Тохоку» [1].

## Характеристика очага землетрясения

Очаг землетрясения располагался на границе Тихоокеанской и Северо-Американской литосферных плит. Механизм его типично субдукционный, т.е. произошло поддвижение одной плиты под другую. Максимальная подвижка (амплитуда, на которую плиты проскользнули относительно друг друга) составила, по оценкам геофизиков, от 20 до 40 м. Размеры очага (примерно соответствующие области распространения афтершоков первых нескольких суток) поистине огромны — около 500 км в длину и 200 км в ширину.

Основываясь на исторической сейсмичности, японские ученые в районе очаговой области выделяли шесть сегментов (рис.1), в которых в различное время

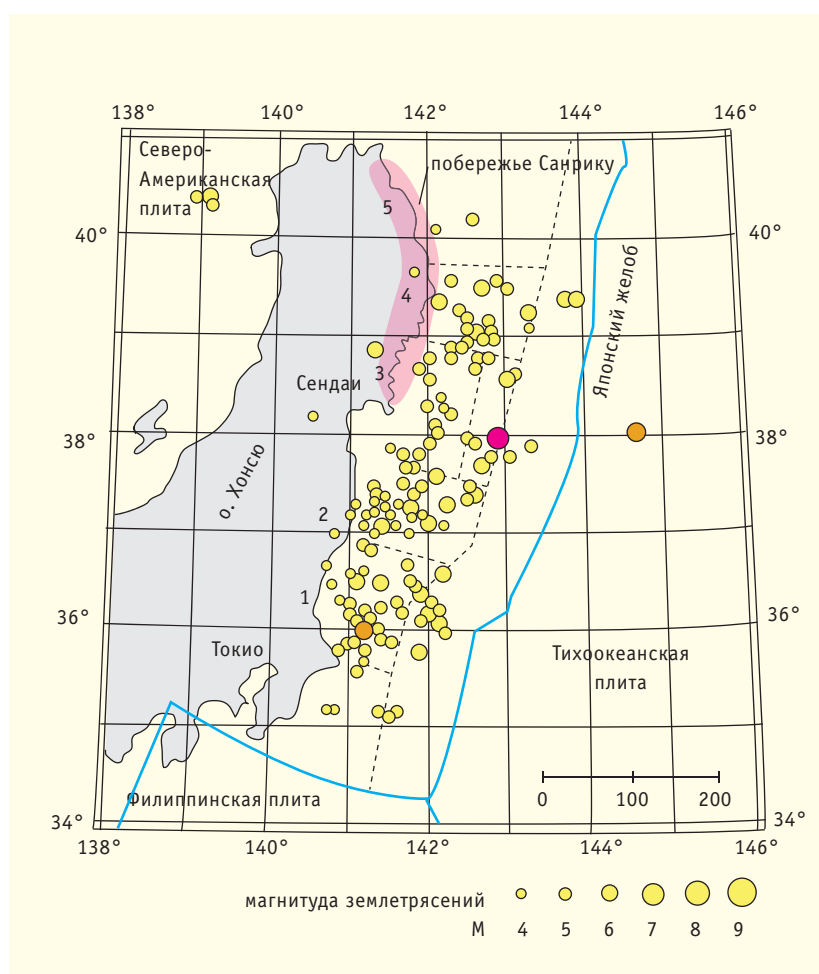


Рис.1. Распределение афтершоков, произошедших 11—13 марта 2011 г. [1]. Эпицентр главного события показан красным цветом, наиболее сильные афтершоки с  $M > 7$  — оранжевым. Синими линиями показаны границы литосферных плит, пунктирными — границы шести сейсмогенерирующих сегментов, выделенных по исторической сейсмичности в данной очаговой области. Цифрами на карте обозначены префектуры, наиболее сильно пострадавшие от землетрясения и цунами: 1 — Ибараки, 2 — Фукусима, 3 — Мияги, 4 — Иватэ, 5 — Аомори.



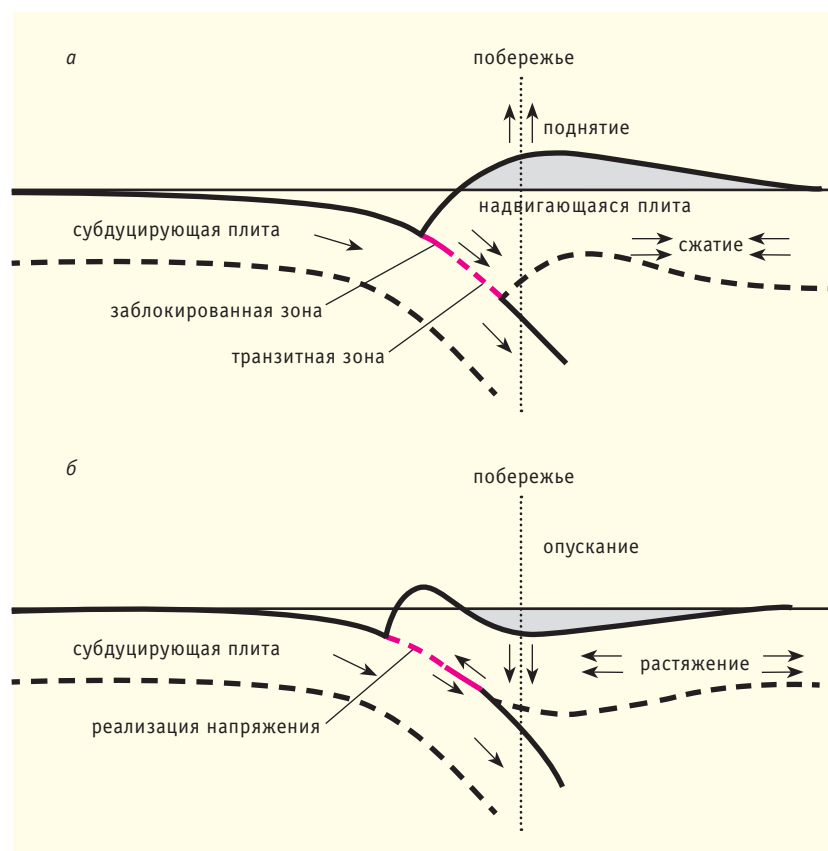


Рис.2. Упрощенная модель деформаций в области субдукционного взаимодействия литосферных плит [3]: а — интерсейсмическая стадия аккумуляции упругих напряжений; б — косейсмическая стадия в момент реализации подвижки по разлому.

генерировались землетрясения с магнитудами от 7.4 до 8.2. Мартовское событие произошло практически одновременно на всех шести сегментах. Основные подвижки по разломам, по данным Японского метеорологического агентства (JMA), длились около 5 мин. Таким образом, данное землетрясение — классический пример межплитных мультисегментных событий.

При таких гигантских очаговых зонах не имеет смысла говорить о глубине очага, так как глубина гипоцентра соответствует лишь начальной точке вспарывания. Плоскость же разрыва с наклоном 25–29° и падением на восток, под Японию, по оценкам сейсмологов, залегает в интервале от 0 до 50–60 км.

Магнитуда, определенная в течение первых минут ( $M_s$ ), со-

ставляла 7.9. Спустя несколько часов значение магнитуды ( $M_w$ ) было поднято до 8.8, а затем до 9.1 [2]. Такая разница в определении магнитуд для землетрясений с огромными очагами вполне закономерна. Дело в том, что первые оценки ( $M_s$ ) были получены по амплитуде поверхностных сейсмических волн, когда очаговый процесс еще не закончился. Более же поздние оценки сделаны по сейсмическому моменту ( $M_w$ ), с учетом длины, ширины очага и величины подвижки. Тем не менее быстрые определения эпицентра и  $M_s$  землетрясений очень важны. Именно на основании этих оценок (по так называемому магнитудно-географическому критерию) принимается решение об объявлении или отмене тревоги цунами.

## Косейсмические опускания побережья и цунами

Согласно геодезическим, а в последнее время и GPS-данным, сильные межплитные землетрясения вызывают вертикальные косейсмические (не разрывные) деформации на побережьях, расположенных даже в нескольких сотнях километров от глубоководных желобов (рис.2). Наблюдения, проведенные после некоторых крупнейших исторических землетрясений (в Чили, 1960,  $M_w = 9.5$ ; на Аляске, 1964,  $M_w = 9.2$ ; в Индонезии, 2004,  $M_w = 9.5$  и др.), показали, что земная поверхность, прилегающая к мелкой части очага (на взброшенном крыле), во время субдукционного землетрясения испытывает поднятие. В то же время область, расположенная ближе к вулканической дуге над более глубокой частью очага, опускается. Амплитуды косейсмических опусканий на побережьях, зарегистрированные за время инструментальных наблюдений, как правило, не превышали 1 м (редко достигали 2–3 м) [3].

Подобные опускания произошли и на побережье Японии. Западный край очага землетрясения находился практически под сушей. По данным японских GPS-станций, опускание было зарегистрировано во многих местах [1]. На снимке RADARSAT-2, сделанном 12 марта 2011 г. (рис.3), красными областями выделены участки берега, которые опустились и оказались ниже уровня моря [4]. Косейсмическое опускание территории и затопление суши было зафиксировано также и на аэрофотоснимках при облете пострадавших территорий (рис.4). По данным мареографов [5], первая волна цунами, не самая высокая, подошла к берегам Японии спустя 10–15 мин, а наибольшие высоты были зафиксированы через 30–40 мин после события. Однако необходимо понимать, что все мареографы, расположенные у побережий, имеют определенный «рабочий» интервал и, как правило, способ-

ны фиксировать цунами слабой и средней интенсивности. Полные записи цунами, опубликованные японскими учеными, получены на мареографах, расположенных в краевых частях очаговой области или вне ее пределов. В тех же районах, где цунами имело максимальные высоты (вертикальный заплеск превышал 10 и даже 20 м), приборы записали лишь начальные малоамплитудные колебания уровня моря. Кроме того, многие системы были повреждены и записи не сохранились. Именно в этих районах, находящихся непосредственно в очаговой области, и наблюдались косейсмические опускания. На мареограммах, выложенных ЖМА в Интернете, видно, что на территории от г.Сендаи до побережья префектуры Аомори малоамплитудные ( $\pm 0.5$  м) изменения относительно уровня моря с периодами от нескольких минут начались сразу после землетрясения, а спустя примерно 15 мин к побережью подошли гигантские волны.

Все системы предупреждения цунами, существующие в настоящее время в мире, рассчитаны на то, что имеется некоторое время — минимум 10–15 мин — между генерацией цунами и добеганием волны до берега. В противном случае система не будет эффективна. У людей просто не хватит времени получить предупреждение и покинуть цунамиопасную зону. Однако ни одна система до сих пор не учитывает вероятности косейсмического опускания суши еще до подхода волн цунами. Что произойдет на берегу, если суша резко (уже во время землетрясения) опустится на 1–2 м? Вода начнет прибывать незамедлительно, а при подходе уже собственно волн цунами ее уровень повысится еще больше. Даже небольшого, метрового, затопления наиболее низко расположенных относительно уровня моря участков земли достаточно, чтобы осложнить или сделать вовсе невозможной срочную эвакуацию населения.

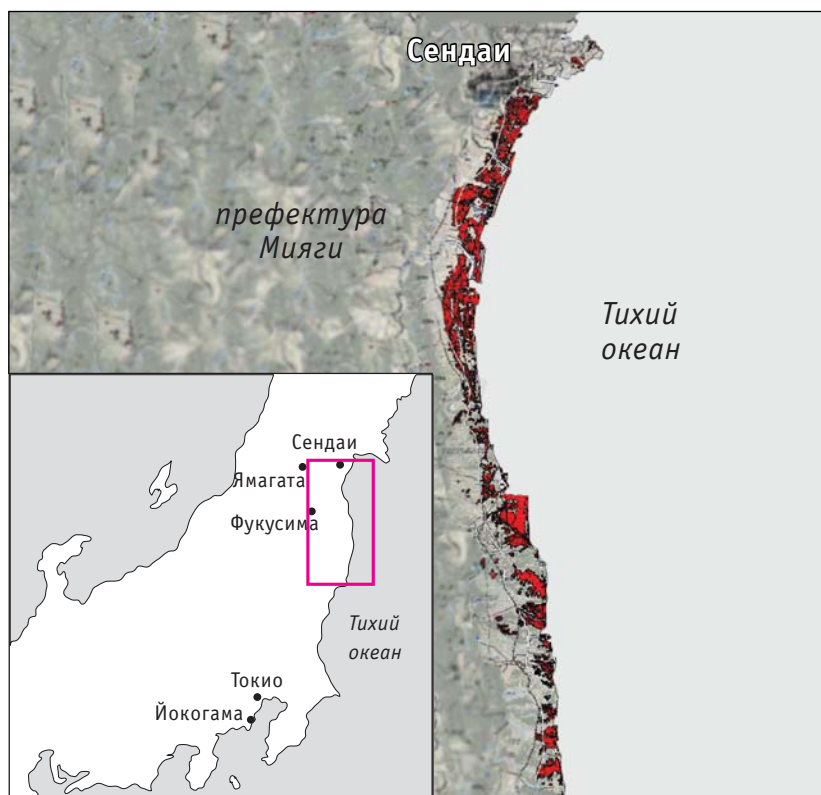


Рис.3. Косейсмическое опускание в окрестностях г.Сендаи.



Рис.4. Косейсмическое опускание на побережье Санрику [5].

### Японская катастрофа: исключение или закономерность?

В начале апреля 2010 г., т.е. год назад, в г.Сендаи проходил 3-й Международный полевой симпозиум по цунами. Мы посетили северо-восточное побе-

режье о.Хонсю от г.Сендаи до г.Камаиси на побережье Санрику. Во время полевых экскурсий нас ознакомили с системой предупреждения цунами, а также с результатами геологических исследований отложений палеоцунами на этих побережьях.



Рис.5. Цунамизащитные ворота и дамба в г.Минами-Санрику.

Здесь и далее фото автора



Необходимо отметить, что в Японии, как ни в одной другой стране мира, проблеме цунами уделяется очень большое внимание. Здесь установлены самые современные системы предупреждения, регулярно проводится обучение населения, разработаны пути к местам эвакуации, а сами места составляют неотъемлемую часть инфраструктуры. Правительство достаточно хорошо финансирует работы, связанные с научными исследованиями различных аспектов проблемы цунами.

Почти все прибрежные участки, даже у небольших поселков, отгорожены дамбами, ворота которых опускаются в случае угрозы цунами (рис.5). Крыши многих зданий в цунамиопасной зоне оборудованы специальными площадками для населения. Повсюду встречаются знаки, показывающие направление движения к пунктам эвакуации (рис.6). Эти меры действительно эффективны в случае небольших цунами. Однако цунами 11 марта по своей интенсивности значительно превосходило большинство исторических событий. На табличке со схемой цунамиопасной зоны в окрест-



Рис.6. Места эвакуации во время цунами, обустроенные на крышах зданий. В ряде случаев их высота оказалась недостаточной.



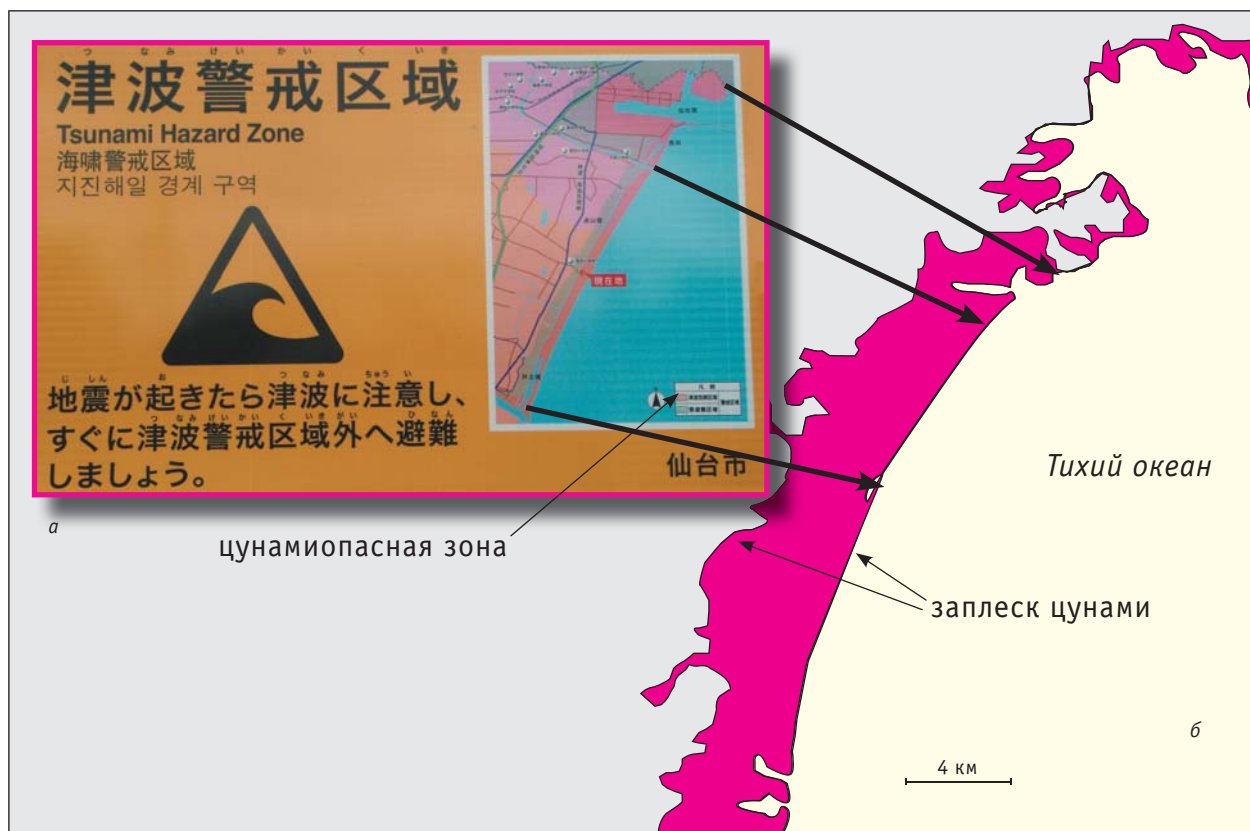


Рис.7. Схема цунамиопасной зоны в окрестностях г.Сендаи (а) и карта фактического заплеска (б) для того же района [5].

ностях г.Сендаи и картой заплеска (рис.7) видно, что наиболее опасной зоной (выделена красным) считались узкая полоса побережья и территория порта. На самом деле величина горизонтального заплеска составила здесь 4–5 км.

В ходе работы симпозиума мы провели бурение торфяников на побережье Сендаи (в районе, показанном на рис. 7). В кернах хорошо видны прослой морского песка, отложившиеся во время предыдущих катастрофических цунами. Оказалось, что на расстоянии 3 км от побережья за последние примерно 1500 лет отложилось всего два горизонта цунамигенного песка (рис.8), причем выявленные цунами происходили с интервалом в 300–400 лет. А между последним из них и мартовским событием этого года прошло около 1100 лет. Геологические данные [6–10] показали, что события, аналогичные нынеш-

ним, уже происходили и обычно для этого региона, хотя и достаточно редки. Период их повторяемости, по-видимому, может составлять от нескольких сотен до тысячи лет.

### Что можно ожидать на Дальнем Востоке России?

После произошедшего события возникает вопрос: возможно ли повторение японской катастрофы на Дальнем Востоке России? Геологические исследования, проводившиеся российскими учеными на протяжении последних 15 лет [11], дают однозначный ответ. Да, возможно. Подобные события могут происходить и периодически происходят вдоль Курило-Камчатской зоны субдукции.

Так, например, при экспедиционных исследованиях в 1995–2010 гг. были проанализированы и по возможности скореллиро-



Рис.8. Керн, полученный в результате бурения прибрежного торфяника в окрестностях г.Сендаи.





ваны отложения исторических и доисторических цунами от побережья Камчатки в районе г.Петропавловска до южной оконечности о.Парамушир. На основании этих данных выделены наиболее сильные цунами и менее значительные события для последних ~1500 лет. Было установлено, что за данный период в районе произошло как минимум

пять или шесть катастрофических цунами (т.е. в среднем одно событие в 250—300 лет) (рис.9). Три из них (около 600 г., в 1737 и 1952 гг.) сопровождались косейсмическими опусканиями побережья с амплитудой не менее 1 м. Судя по параметрам реконструированных цунами и на основе сравнения их с историческими событиями можно



Рис.10. Памятный камень на перешейке п-ова Мизуаи. В 1896 г. цунами высотой 38.2 м пересекло перешеек. В 1933 г. высота цунами в этом месте достигла 29.2 м, 11 марта 2011 г. — около 20 м.

Рис.9. Повторяемость сильнейших землетрясений и цунами вдоль южной Камчатки и Северных Курил примерно за последние 1500 лет. Длина серых линий соответствует протяженности очагов цунамигенерирующих землетрясений вдоль Курило-Камчатской зоны субдукции [11].

предполагать, что они были вызваны землетрясениями с  $M = 8-9$ .

На памятном камне (рис.10), установленном на побережье Санрику неподалеку от того места, где в 1896 г. локальный заплеск составил 38.2 м, написано: «Помни о цунами, иначе оно напомнит о себе». И это справедливо не только для Японии... ■

## Литература

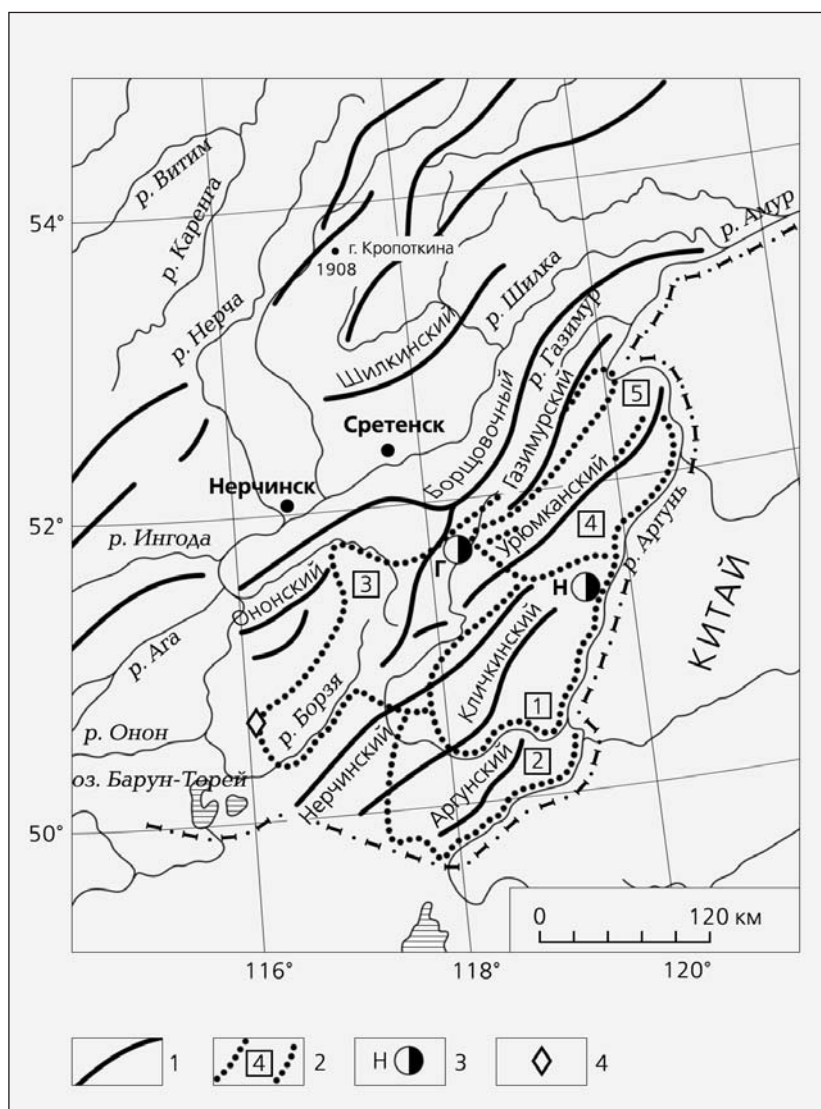
1. <http://supersites.earthobservations.org/sendai.php>
2. CMT: Каталог, <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes>
3. *McCalpin J.P.* Paleoseismology // International Geophysics series. 2009. V. 95. P.612.
4. <http://www.unitar.org/unosat/node/44/1549>
5. <http://itic.ioc-unesco.org/index>
6. *Nanayama F., Satake K. et al.* Unusually large earthquakes inferred from tsunami deposits along the Kuril trench // Nature. 2003. V.424. №6949. P.660—663.
7. <http://unit.aist.go.jp/actfault-eq/seika/h19seika/pdf/03.satake.pdf>
8. <http://unit.aist.go.jp/actfault-eq/seika/h18seika/pdf/sawai.pdf>
9. <http://unit.aist.go.jp/actfault-eq/seika/h18seika/pdf/sawai.pdf>
10. *Sawai Y., Satake K. et al.* Transient uplift after a 17-th century earthquake along the Kuril subduction zone // Science. 2004. V.306. P.1918—1920.
11. *Pinegina T., Bourgeois J.* Investigations of tsunami deposits on Kamchatka and Kuril Islands, Russia // The 3rd International Tsunami Field Symposium. Sendai, Japan, 2010. P.40—42.

# Новое о первой в России геологической карте

Е.Ф.Бурштейн,  
кандидат геолого-минералогических наук  
Москва

Одним из удивительных событий в истории отечественной геологии было составление в 1789—1794 гг. унтер-шихтмейстерами Д.Лебедевым и М.Ивановым для южного Забайкалья (Нерчинский горный округ императорского Кабинета) первой в России геологической (петрографитологической) карты. Ее обнаружил в 1925 г. в Ленинградском историческом архиве (ныне РГИА) геолог Е.А.Пресняков, кратко ее описавший и высоко оценивший [1]. На пяти больших листах («два из них в двух несколько различных вариантах») были показаны красками выходы восьми главных типов пород, а также все известные рудники и мелкие прииски. Около 130 лет карта была погребена в архиве, и в литературе о ней не вспоминали. В последние 80 лет (после открытия) ее упоминали в десятках статей и монографий. Однако так и не была проведена научная атрибуция карты, которая предполагает уточнение авторства, топоосновы, завершенности и даже элементарного вопроса: были ли геологические контуры сбиты по рамкам листов? Лебедев и Иванов вели съемку поочередно на разных площадях, листы следовало свести в единую карту. Наличие для двух листов «двух вариантов» может указывать на начало редактирования.

На страницах «Природы» [2] я уже пытался разрешить спорные



Расположение площадей съемки на орогидрографической схеме Южного Забайкалья [1, 2]. 1 — водоразделы хребтов; 2 — контуры площадей (по годам), в рамках указаны номера листов [1. С. 60]: Д.Лебедева (1 — 1789, 2 — 1791) и М.Иванова (3 — 1790, 4 — 1792, 5 — 1794); 3 — сереброплавильные заводы (Н — Нерчинский, Г — Газимурский); 4 — месторождения самоцветов Шерловой горы.

и неясные вопросы, связанные с картой, опираясь только на известные прямые и косвенные данные, поскольку фонды РГИА долгое время были закрыты по случаю его переезда. Удалось установить, что исполнители съемки (их называли геологами и даже горными деятелями) не могли иметь специального образования. Горное училище в Петербурге готовило шихт-мейстеров 13–14-го классов. Вслед за А.В.Хабаковым (1950) распространилось мнение, что они окончили Барнаульское горное училище, учрежденное в 1779 г. Там могли выпускать горных унтер-офицеров, однако оно открылось только в 1785 г., и еще некоторое время в нем не было преподавателей специальных предметов.

Как наиболее вероятная мною была предложена следующая версия. Составление геогностической карты задумали организовать Е.Е.Барбот де Марни (1743–1796), давно работавший в Забайкалье, офицер и натуралист-любитель, затем начальник округа (1787–1796). Он располагал немалым объемом геологических наблю-

дений, коллекциями пород и минералов, хотя это и не входило в его обязанности. Полевые работы (1789–1794) были совмещены с предписанными Кабинетом площадными поисками. Следовало добавить в поисковую партию исполнителя геогностических маршрутов. Он подготовил двоих, скорее всего из учеников топографов, обучив их элементам геогнозии и минералогии и снабдив полевой коллекцией горных пород. Ежегодно (кроме 1793 г.) один делал маршруты, другой мог вести поиски или уточнять топооснову [2].

Барбот де Марни первым подметил в Забайкалье наложение молодых «гор» (групп формаций) на древние [3]. После обработки материала карта могла из литолого-петрографической стать геогностической. Однако в 1796 г. он умер, а новый начальник, И.И.Черницын, был далек от геогнозии. Завершить карту стало некому.

Недавно я ознакомился с двумя краткими публикациями в «Вестнике АН СССР» 1931 и 1932 гг., упоминаемыми в ряде источников как описание гор-

ных или горнозаводских карт и планов XVIII в. из фонда академика И.Ф.Германа [4, 5]. Авторы статей, сотрудники академического архива в Ленинграде (ныне ПФА РАН), не геологи, но люди образованные и добросовестные (среди них известный архивист, литературовед и пушкинист Л.Б.Модзалевский), откликнулись (как и многие) на призыв в 1931 г. партийных академиков Г.М.Кржижановского и О.Ю.Шмидта к коллегам — отвлечься на время от теоретических исследований и помочь в решении практических задач индустриализации страны.

Архивисты обратили внимание на рукописные материалы XVIII в. из фонда академика И.Ф.(Б.Ф.) Германа, никем до них не востребованные, с данными о полезных ископаемых районов Урала, Сибири и Олонецких заводов Карелии. В заметке 1931 г. бегло упомянуты материалы фонда, могущие представить интерес, а в статье 1932 г. — кратко, но конкретно описано множество карт, планов, разрезов, названных горными картами. На многих из них показаны

Таблица

## Сопоставление первых геологических карт в РГИА и в ПФА РА

Описанные Е.А.Пресняковым [1] РГИА				Описанные Г.Князевым и др. [5] ПФА АН		
№*	Автор	Год съемки	Привязка к рекам и другим объектам	№**	Год съемки	Привязка к рекам
1	Д.Лебедев	1789	притоки Аргуня от Урлюнгя до Ишаги	—	—	—
2	Д.Лебедев	1791	к югу от Урлюнгя до границы с Китаем (р. Аргунь)	56	1791	между Урлюнгем и Аргунью
3	М.Иванов	1790	от Унды до верховья Урлюнгя и от Шерловой горы до Газимурского завода	54	1790	между Ундой, Газимуром и Ононом (вблизи Шерловой горы)
4	М.Иванов	1792	бассейн р.Уровы	57	1792	к северо-западу от Аргуня по обе сторо- ны Уровы
5	М.Иванов	1794	бассейн левых притоков Урюмкана	55	1794	между Урюмканом и Тайной

\* № на схеме расположения листов.

\*\* № в списке.

рудники, прииски, карьеры и другие горные выработки. В XVIII в. их называли горнозаводскими. Л.А.Гольденберг [6] вновь ввел этот термин в оборот, подчеркивая, что такие карты (первыми он упомянул карты фонда Германа) в связи с отсутствием на них собственно геологической нагрузки не следует относить к геологическим.

Действительно, в описаниях карт по Уралу и Алтаю геологическое содержание отсутствует, отмечено «с указанием рудников, приисков и шурфов», и лишь на детальных разрезах месторождений упомянуты горные породы. Однако среди карт Забайкалья («Часть III, Нерчинские рудники») на аналогичном фоне выделяются четыре безымянные карты (№54—57), где сведения расширены: «с указанием расположенных там рудников, горных пород и минералов и мест выхода их на поверхность», и далее — «в красках» (курсив мой. — Е.Б.). Масштаб, определенный авторами статьи, — 2 версты в 1 дюйме (~1:84 000). Карты, где показаны, да еще в красках, выходы на поверхность горных пород, безусловно, геологические (в широком смысле). Приведены также годы съемок, привязка к рекам, размеры листов. Составители не указаны [5]. Авторы (сотрудники ПФА РАН) явно не знали в 1932 г. о картах Лебедева и Иванова в РГИА и о публикации Преснякова. Сравнение годов съемок и привязок к рекам убеждает в том, что это копии (или вторые экземпляры) листов карты Лебедева и Иванова (табл.).

В 2010 г. объявили, что все фонды РГИА вновь доступны читателям. Этой публикацией мне бы хотелось обратить внимание специалистов — прежде всего геологов Петербурга — на открывшуюся возможность заново исследовать и сопоставить материалы обоих архивов, относящиеся к забайкальскому феномену. Для начала можно рекомендовать сосредоточиться на следующем.

**Карты.** Провести научную атрибуцию карт обоих архивов, сравнив характерные признаки каждой группы. Выяснить, можно ли считать их рабочими материалами для редактирования или копиями, снятыми для академика. (Герман в Забайкалье не был. Его публикации по геологии и минералогии округа основаны на письмах и посылках Барбота де Марни [2].)

С помощью современной топоосновы надо уточнить масштаб листов карты в РГИА (Ф.44/1130, Портф.124, №2383—2386, 2426, 2463). Пресняков [1] определил его как 1:120 000 (5 верст в вершке). В другом источнике указан масштаб 1:210 000 (5 верст в дюйме), но на схеме расположения листов по-прежнему 1:120 000 [7. С.75—76].

На картах из фонда академика Германа в ПФА РАН следует проверить точность определения их масштаба: 2 версты в дюйме (1:84 000) и сравнить их карты со «вторыми вариантами» двух листов в РГИА. В фонде Германа отсутствует лист 1789 г., но в РГИА есть его «второй вариант».

**Текстовые материалы.** Теперь по-иному воспринимают-

ся беглые указания на содержание фонда Германа в первой заметке Г.Князева с соавторами [4]. В первую очередь это «Землемерические журналы 1789 и 1791—1794 гг. (топографическая съемка местности близ р.Аргуни в Нерчинском округе с указанием горных пород и минералов)». Они, безусловно, имеют отношение к созданию листов карты. Здесь могут содержаться важные сведения о методике и исполнителях работ, связи площадных поисков со съемкой и др. Подлежат проверке и упомянутые там же без уточнения региона «Журналы полевые». В одной из сводок по геологической изученности [8. С.52], указано, что в фонде Германа (Ф.27. Оп.1. Д.17) есть полевые журналы поисковых партий XVIII в. на Алтае. Это не исключает наличия и журналов по Забайкалью.

В РГИА (фонд 44) надо попытаться найти графические материалы поисковых работ того времени в Забайкалье, отмеченных Пресняковым именно из-за связи с геологией, и сопоставить их с данными листами. Они «...выгодно отличаются от более ранних детальным указанием вмещающих пород. Впервые сознательно выдвинуто значение «споев» [контактов] различных пород» [1. С.62].

Новые данные могут быть обнаружены в ежегодных отчетах, протоколах заседаний горного совета, письмах и других сообщениях в Кабинет из округа в 1788—1795 гг., а также в ответных распоряжениях и письмах из Кабинета. ■

## Литература

1. Пресняков Е.А. О геологической съемке XVIII века в Нерчинском округе // Геол. вестник. 1926—1927. Т.V. №4—5. С.60—62.
2. Бурштейн Е.Ф. Е.Е.Барбот де Марни и первая в России геологическая карта // Природа. 2009. №2. С.90—96.
3. Barboth de Marny // Crell, Chem. Annalen. 1791. Bd.I. №4. S.342—346.
4. Князев Г., Модзалевский Л., Трубицын И. Материалы о горном деле в XVIII веке // Вестник АН СССР. 1931. №7. С.47—48.
5. [Князев Г., Модзалевский Л., Трубицын И.] Горные карты // Вестник АН СССР. 1932. №1. С.51—58.
6. Гольденберг Л.А. Карты полезных ископаемых России XVIII века // История геол. картографии. М., 1982. С.24—35.
7. Бурдэ А.И., Вольский А.С., Заблоцкий Е.М. и др. Три века геологической картографии России М.; СПб., 2000.
8. Геологическая изученность СССР. Т.39. Восточный Казахстан. 1800—1917. Вып.1. Опубликованные работы. М., 1983.



# На Маныче, в царстве птиц

В.И.Булавинцев,  
кандидат биологических наук  
Москва







«Маныч» в переводе с калмыцкого — «горькая вода». Не знаю, как вода, не пробовал, но многие километры, что вокруг озера и у соседних пресноводных «подманков» отшагал, были солонны до горечи. Кумо-Манычская впадина (по ней проводят условную границу между Европой и Азией) с соленым озером Маныч (Маныч-Гудило) в центре — остаток древнего морского пролива между Черным и Каспийским морями. До середины XX в. в районе впадины остро ощущался недостаток воды, но позже ситуация улучшилась за счет переброски пресной воды из р.Кубань. Поднялся уровень самого озера и образовались многочисленные пресноводные водоемы, озерки и разливы. Кумо-Манычская впадина — уникальное место для размножения околоводных и водоплавающих птиц, а также для отдыха и откорма пернатых во время сезонных миграций.

Жарко. Сколько глаз хватает, кругом голубоватосизые пятна низкорослой полыни и желтые — злаков, ходить по коим одно мучение. Остыя колосков в обувь моментально набиваются, колют ноги нещадно. У горизонта серые полосы водной глади. Ближе к большому селу Дивному, месту моего пристанища, видны пресноводные водоемы, «подманки» — вытянутые в полосы плесы с седыми солончаками по низким берегам и сочной зеленью подтопленных камышей.

© Булавинцев В.И., 2011



Молодая колпица.

На солончаках обычны гнездовые колонии степной тиркушки (*Glareola nordmanni*). В мировой фауне известно восемь видов тиркушек: один в Австралии и семь в Африке и Евразии. В России два вида — луговая (*G.pratincola*) и степная. Птички эти своеобразные: относятся к куликам, но внешне на них мало похожи. Размером с крачку, и полет у них, как у крачки, — легкий и маневренный. Правда, на земле тиркушки на ногах повыше крачек, клюв короче, да и шире в основании.

В камышах белые и серые цапли, кваквы и многие другие околоводные птицы кормятся. Каравайки, темноокрашенные, с бардовым отливом пера и изогнутым книзу тонким длинным клювом, ищут корм на отмелях. Чайки белыми и сизыми хлопьями на воде и суше видны. Чегравы, коротконогие белые птицы с черной шапочкой и большим красным клювом, у самой кромки воды отдыхают. Крачки над плесами маячат. Пеганки, огари, чирки, красноносые и красноголовые нырки, бакланы, кулики. Всех не перечислить. И все же об одной птице расскажу. Это колпица обыкновенная (*Platalea leucorodia*), крупная голенастая белоснежная птица с угольно черными ногами и длинным клювом, который расширяется на конце лопаточкой, с хохолком на голове.

Собираясь на Маныч, загадал для себя снять несколько особенно интересных птиц, коих в Московской обл., да и вообще в срединной России мало, а то и совсем нет. Одна из них как раз колпица. Но вот с ней-то мне и не везло. Видел



Степная тиркушка. Хотя она и относится к куликам, внешне на них мало похожа.





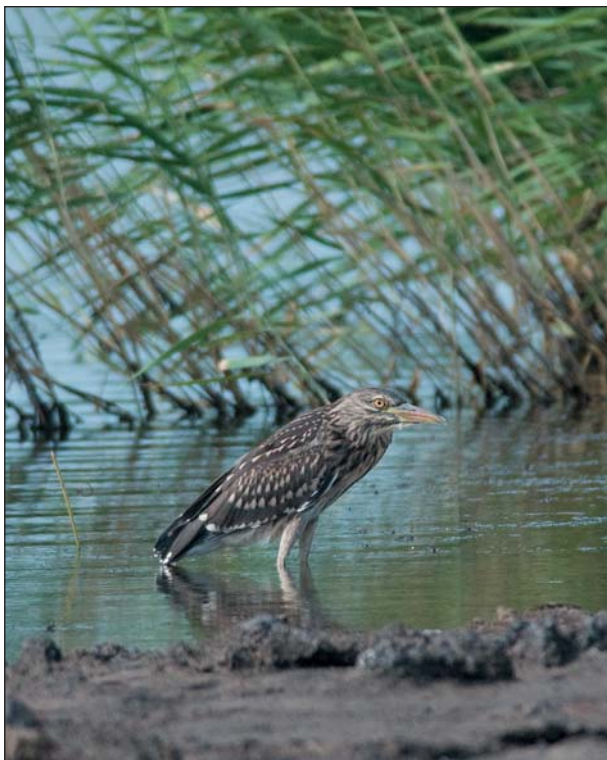
Сизоворонка у гнездовой норки в обрывистом берегу Маныча.

колпиц часто, да все далеко, портрета не снимешь. Уже домой собираться пора, последняя поездка предстояла в окрестности с.Киевка, от Дивно-го это километрах в пятидесяти. Расстояние для Ставрополя пустяковое, но на попутках, да еще в субботу, добираться не просто. Машин на дорогах мало. Плохо-бедно к полудню в Киевку прибыли. До Маныча от этого села рукой подать, минут сорок по накатанным степным дорогам.

Кроме собственно Маныча есть здесь немало пресноводных водоемов — пруды, озерки; да еще и речка Киевка течет. На одном из степных разли-вов колпицы наконец подпустили совсем близко старенький москвич, на котором нас по степи во-зили. То ли они непуганые были, то ли с кормного места улетать не хотели, кто знает? Увидеть кол-пицу в природе — радость, а уж снять хорошо — удовольствие редкое. Так что не зря в стареньком рыдване по пыльной степи полдня трясся.

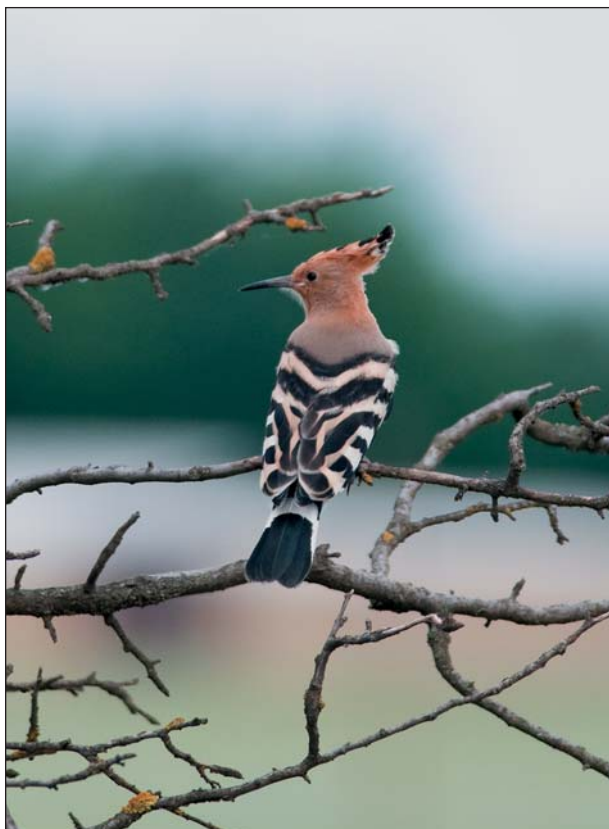
Кроме колпицы очень мне хотелось снять сизо-воронку (*Coracias garrulus*). Еще лет тридцать тому назад сизоворонку можно было изредка видеть в Подмосковье, правда, дальнем. Но с тех пор исчезла она там, перевелась. Да и здесь, на берего-вых обрывах степного озера Маныч, этой птицы не так уж много, поискать нужно.

Жара, слепящее яркое солнце, ни облачка. Обрывистый берег Маныча в четыре роста чело-веческих. В последней, верхней, четверти кое-где видны черные дыры — норы. В них гнездится сизо-воронка, а кроме нее пустельга и домовый сычик.



Молодая кваква (слева) и малая белая цапля. Как и многие другие околоводные птицы, они прилетают кормиться в камышовых зарослях.





Самец иволги с птенцами (вверху слева), степной кулик авдотка (вверху справа), удод, который не редкость даже в селах (внизу слева), и зеленая шурка — красавица-птичка, живущая среди хлама и мусора.





Чернолобый сорокопут, как и иволга, обитатель Приманычья.

Сизоворонки летают над обрывом, ловят насекомых или отдыхают внизу, на поросшей чахлой травой отмели. Птицы осторожны, к гнездам не подлетают. Попробовал устроиться у одной норы в легком переносном скрадке, ничего не вышло. Минут сорок на жаре сидел впустую. Не видно птиц рядом, как корова языком слизала. У сизоворонок теперь, в конце июня, насиженные кладки. Лишний раз птиц беспокоить не след. Около моей норы их не видно, но впереди, за поворотом обрывистого берега, голоса слышны, да и сами птицы время от времени голубыми всполохами крыл плещут. Скрадок у меня легкий, на голове переносить можно. Дошел до места, где берег поворачивает, сел, смотрю, что дальше будет. Впереди берег хорошо просматривается метров на пятьсот, дальше все в зыбком мареве тонет. Даже в бинокль деталей не разглядеть. Скоро высмотрел птицу, залетевшую в нору, что метрах в ста впереди. Перебежками подобрался поближе к норе. Скрадок прозрачный, через него все вокруг видно, а я в нем незаметен. Камуфляжный рисунок сетки силуэт размывает, и, если не делать резких движений по первости, пока птицы к скрадку привыкают, можно будет работать спокойно.

Так и случилось. Минут через двадцать подлетела птица к норе, огляделась, на скрадок покосилась и скрылась, нырнув в нору. Потом и вторая поблизости появилась. В работе летит время неза-



Кобылка и тарантул.



Розовые пеликаны.

метно. Начиная снимать, солнце на взлете было, а теперь уж к закату клонится.

Но вернемся к Манычу. У горизонта, там, где пенятся в непогоду седыми гребнями волны Маныча, тянутся темными лентами стаи кудрявого и розового пеликанов. Эти птицы, самые крупные из веслоногих, возвращаются с кормежки на пресноводных водоемах к родным островам, коих по Манычу немало. Гнездятся там не только пеликаны: покойно, если не добираются туда туристы-фотографы. Для этой публики фирмачами скрадки на островах построены. Коммерция и покой гнездящихся птиц, в том числе и краснокнижных, понятия несовместимые, но кого это теперь волнует? Платят туристы деньги, и тут уж не до птиц. Сняли пенки, а там хоть трава не расти. Как шакалы по степи рыщут — исчезло гнездовье пеликанов на очередном острове, новое найдут.

Не жалуют простые люди, живущие вокруг Маныча, этих дельцов. От охотников, биологов, да и просто людей, равнодушных к природе своего края, ни одного доброго слова о них не слышал. Да и поделом, совесть нужно иметь и меру знать.

Из обитателей приманычья возле степных сел обычны золотистая щурка, кольчатая горлица, чернолобый сорокопут, иволга ну и, конечно, воробьи. Случается увидеть черногрудого воробья. Не редкость в селах угод, розовый скворец и грач. В степи болотный лунь, пустельга и кобчик кормятся. На больших разливах белохвостый орлан пропитание ищет. Ну а проедешь от Дивного на восток километров триста, к Нефтекумску, можно зеленую щурку, а если очень повезет, то и авдотку встретить.

«Когда б вы знали, из какого сора растут стихи, не ведая стыда». Смысл этой стихотворной фразы Анны Ахматовой с полным правом можно отнести и к великопленной птице — зеленой, или персидской, щурке (*Merops persicus*). Когда б видел читатель, в каких бесплодных, забытых Богом, выжженных солнцем глухих уголках сухой степи, среди какого хлама и мусора бытуют эти изумрудно-зеленые птицы!

Зеленая щурка — птица определенно южная. Даже знойные степи центрального Ставрополя

ей не впору. Чтобы полюбоваться на нее, нужно пробираться степными дорогами на восток, к Прикаспийской низменности. Убогие глинобитные кошары, сухая серая почва, выбитая копытами овец и лошадей, заваленная железным ломом, мотками ржавой проволоки, соломой вперемежку с навозом. Блекло-голубое небо, жара и запустенье кругом. Вот тут и живет необычайно красивая зеленая щурка.

В отличие от своей ближайшей родственницы, золотистой щурки, тут же, неподалеку, гнездящейся по высохшим арыкам, зеленая щурка может рыть нору не в обрывах, а на ровной поверхности земли, в крайности какой-нибудь бугорок отыщет. Наклонные норы до трех метров длиной уходят и на глубину до двух метров. Остается только удивляться, как эти хрупкие создания способны устраивать такие норы. Но факт остается фактом — роют.

Звенит обьятая полуденным зноем степь от «пения» бесчисленных кузнечиков, кобылок и цикад. Много в степи перепончатокрылых, в том числе и крупных, тех, которые тарантулов ловят, парализуют и затаскивают в свои норы. Здесь, под землей, откладывают яйца. Со временем из них появляются личинки, постепенно съедающие живые консервы — обездвиженных пауков.

Со змеями и ящерицами не везло мне определенно. За исключением пары маленьких водяных ужей не видел я в степи пресмыкающихся. Со слов герпетологов, работавших там же, в окрестностях Дивного, змей и ящериц нужно наблюдать с утра или к вечеру, когда не так жарко. Меня с утра пораньше на машине подвозили к водоемам, к местам кормежки птиц, километров за десять. А когда в середине дня домой пешком шел, от степного пекла даже змеи прятались. Хотя сдается мне, что нынешнее обилие овец в степи пресмыкающимся не на пользу. Овцы все, что на земле шевелится, если не сожрут, так затопчут.

Канули десять дней, как вода в песок. Пролетели, оглянуться не успел. Пора домой в Москву возвращаться. Но долго еще будут помниться жаркое золото степных закатов и белоснежные россыпи птиц в изумрудной зелени камышей. ■



# «Путч черных капитанов»

И.Е.Суриков

Хрестоматийно известным стало выражение «черные полковники». Так называют военную хунту, осуществившую в Греции в 1967 г. государственный переворот и несколько лет продержавшуюся у власти. А кто такие «черные капитаны»? Сразу оговоримся, что это словосочетание — не термин. Оно придумано нами — в порядке аналогии (и не без доли юмора), а относится к другой «хунте», также осуществившей переворот и возглавившей государство. Речь идет об олигархическом режиме «Четырехсот», возникшем в той же Греции, в Афинах, почти 2,5 тыс. лет назад, в период античности (411 г. до н.э.). Наиболее фундаментальное исследование об этом режиме принадлежит Х.Хефтверу [1]. Этот режим был еще более эфемерен, и уже через несколько месяцев его ликвидировали.

Конечно, самого слова «капитан» тогда еще не существовало. Командиры военных кораблей (триер) в классической Греции именовались *триерархами*, однако это полностью соответствует современному понятию «капитан». Назначение триерархов в демократических Афинах V—IV вв. до н.э. происходило совершенно необычным для нас образом. Эта обязанность относилась к кругу так называемых *литургий* — общественных повинностей, налагаемых государством на наиболее состоятельных граждан. Недавно поя-



**Игорь Евгеньевич Суриков**, доктор исторических наук, ведущий научный сотрудник Института всеобщей истории РАН. Сфера научных интересов — политическая и культурная история античной Греции. Автор более 200 опубликованных работ, в том числе более 10 книг.

вилось первое в отечественной литературе монографическое исследование об афинских литургиях, в котором большая глава специально посвящена триерархии и триерархам [2].

Каждый из триерархов должен был за свой счет оснастить и привести в боеспособное состояние полученный от властей остов судна, на протяжении года заботиться о нем, а также набрать экипаж — гребцов, матросов, офицеров (всего до 200 человек) — и в случае военных действий лично командовать кораблем.

Какова связь между афинскими триерархами и переворотом «Четырехсот»? Начнем издалика. Приведем вначале список из нескольких имен: Фемистокл, Аристид, Кимон, Перикл, Алкивиад. Упомянутые лица хорошо известны, это выдающиеся деятели древнегреческой истории V в. до н.э., крупнейшие политики и полководцы [3].

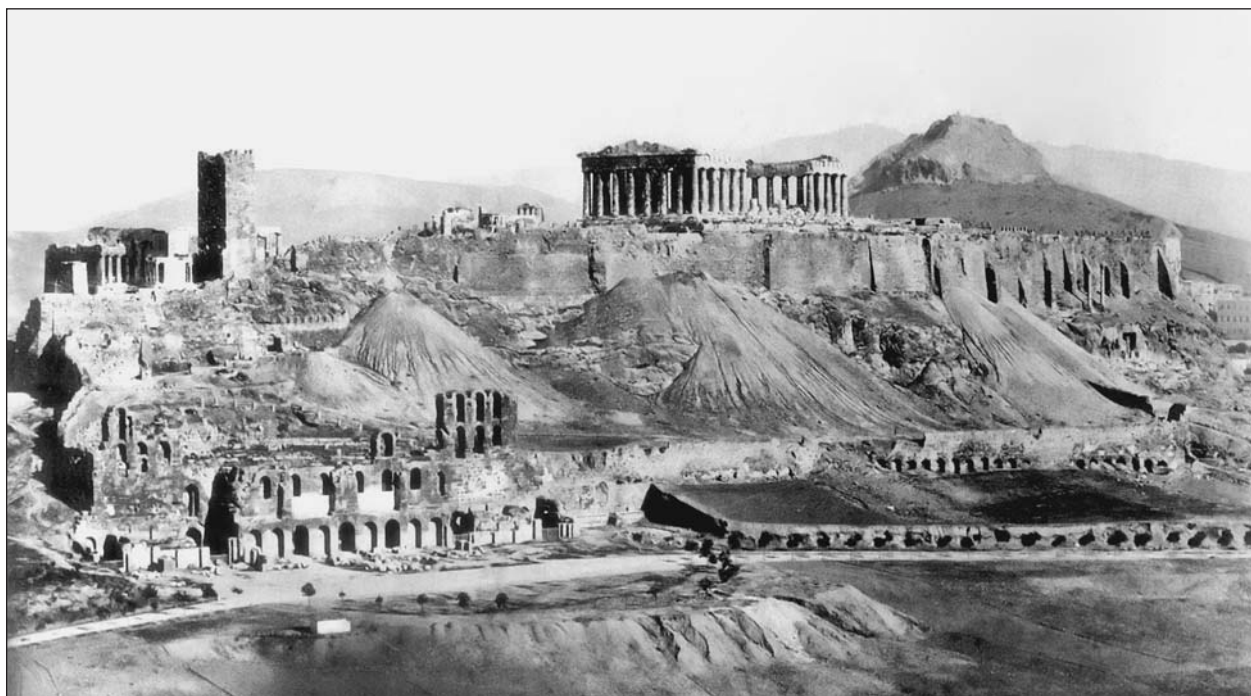
Теперь — другой список: Истмоник, Филокид, Архий, Буталион, Евдик, Гегелокх, Клеибул...

(его можно было бы многократно увеличить). Перечисленные имена ничего не говорят даже специалистам. О людях, которые их носили, мы знаем только одно — они были современниками и земляками тех, кто назван в первом перечне, т.е. тоже жили в Афинах в V в. до н.э.

Что же общего между этими двумя группами афинских граждан? И те и другие фигурируют в надписях на афинских *остраконах*, черепках-«бюллетенях» для остракизма.

Процедура остракизма была введена в Афинах в ходе демократических реформ Клисфена, в конце VI в. до н.э. [4]. Согласно соответствующему закону, раз в год афиняне, сойдясь на главную площадь города — Агору, — проводили голосование, чтобы определить, кто из политических лидеров представляет наибольшую опасность для государства. Каждый должен был написать то или иное имя на глиняном черепке (остраконе). Черепки затем собирали, под-





Центр Афин с прославленной цитаделью — Акрополем.



На холме Пникс находилось сооружение для заседаний народного собрания, где происходили все выборы. Современная реконструкция.

считывали, и тот, кто получил наибольшее количество голосов, изгонялся из полиса — сроком на 10 лет [5. S.66—77]. Остракизму подвергались в течение своей деятельности и Аристид, и Фемистокл, и Кимон...

Глиняные черепки — артефакты практически неуничтожимые. Давно закончилась античная эпоха, прошли тысячелетия, а они мирно лежали в земле и ждали, когда их коснется лопата археолога. Со второй половины XIX в. остраконы стали понемногу находить в результате раскопок. Вначале единицами, потом

десятками, позже — сотнями и даже тысячами! На сегодня общее количество открытых остраконов превышает 10 тыс. Вначале они, как и следовало ожидать, обнаруживались в основном на Агоре [6]. Но в 1960-х годах внезапно был найден колоссальный комплекс остраконов — более 8.5 тыс. экземпляров — в афинском квартале Керамик. Очевидно, там была своего рода свалка для использованных и более не нужных «бюллетеней».

Открытие в Керамике стало сенсацией. В последние годы их начали вводить в научный

оборот [7. S.36—166; 8]. Теперь известны все имена, упоминающиеся на этих черепках, что уже немаловажно.

Для историка-просопографиста, занимающегося личностями и личными связями людей минувших эпох, остраконы — настоящий клад. На них упоминаются, по самым скромным подсчетам, более 150 афинян. Разумеется, лишь незначительное меньшинство из их числа (около 10 человек) было действительно изгнано из Афин. Остальные остались в городе. Никаких конкретных «кандидатур» на изгнание в ходе остракофории не выдвигалось, и каждый афинский гражданин был волен писать на остраконе по своему усмотрению имя абсолютно любого политического деятеля.

Однако же все эти люди должны были играть какую-то, большую или меньшую, роль в общественной жизни: остракон — не надпись частного характера. По своему хронологическому диапазону подавляющее большинство памятников, входящих в корпус афинских остраконов, датируется первой



Фемистокл, «отец» афинского морского могущества. Античный бюст.

половиной V в. до н.э. Только несколько сот экземпляров можно отнести ко второй половине того же столетия.

Изучая остраконы, можно без труда заметить, что все лица, чьи имена на них значатся, достаточно четко делятся на три группы. В первую входят те политики, которые известны также по данным письменных источников. Это представители общеполитической элиты, лидеры самого высокого уровня. Фемистокл и Аристид, Кимон и Ксантипп, Гиппарх, сын Харма, и Мегакл, сын Гиппократы, — практически все те, кто господствовал в афинской общественной жизни на интересующем нас временном промежутке, упоминаются на черепках для остракизма, и это выглядит вполне естественно.

Ко второй группе относятся афинские граждане, о которых письменные источники сведений не сохранили, но которые на основании косвенных данных тоже могут быть отнесены к представителям общеполитической элиты, вероятно, несколько менее влиятельным.

Наиболее интересна третья группа, к которой относятся афиняне, никак не идентифицируемые. По количеству входящих

в нее персоналий эта группа весьма значительна и превосходит первые две, вместе взятые. Зато она уступает им в другом отношении: если граждане, включаемые нами в первые две группы, упоминаются на большом числе остраконов (десятках, сотнях или даже тысячах\*), то подавляющее большинство имен третьей группы упоминается на считанных единицах остраконов, а то и вовсе на одном. Иными словами, никто из этих афинян не подвергался реальной опасности десятилетнего изгнания. И тем не менее находились такие сограждане, хотя и в небольшом количестве, которые голосовали против них. Кто же такие эти лица, не оставившие никакого следа в истории афинского полиса и даже, судя по всему, мало кому известные, но в то же время, несомненно, каким-то образом связанные с политической жизнью (повторим, остракон — не частная надпись)?

Автор этих строк несколько лет назад высказал следующее предположение: перед нами — политики, действовавшие не на уровне полиса, а на уровне *демов*. Демы со времен реформ Клисфена являлись наименьшими административными подразделениями афинского государства. Вся Аттика делилась на демы, которых насчитывалось более сотни. При этом каждый был как бы полисом в миниатюре. Он обладал штатом выборных должностных лиц во главе с демархом (старостой); в демах регулярно созывались народные собрания, на которых кипели такие же страсти, как и в «большой» экклесии\*\*, и в целом существовала своя политическая жизнь, параллельная общеполитической.

\*С именем Мегакла было известно более 4400 остраконов, с именем Фемистокла — более 2200.

\*\* Очень ясное представление о том, как проводились эти собрания, какие вопросы на них обсуждались, какого рода политические махинации использовались, дает речь Демосфена «Против Евбулиды» (Demosth. LVII. 7 sqq.).



Перикл, самый прославленный из лидеров афинской демократии.

Более того, для изрядного числа граждан именно этот вид политической жизни был едва ли не единственным, в котором они могли регулярно участвовать. М.Хансен, самым детальным образом изучая работу афинской экклесии, пришел к выводам, что участие в общественных мероприятиях дема было для многих лиц главным способом проявить свою политическую активность [8].

В особенной степени сказанное относится к обитателям сельских демов. Можно сказать, что «политика» в рамках своего дема оказывалась для них даже важнее, чем политика на общегосударственном уровне; выборы демарха представлялись событием более значимым, чем, скажем, выборы стратегов, поскольку эти последние были далеко и не влияли напрямую на положение дел в деме, а демарх был фигурой, с которой каждому из сельских жителей приходилось считаться всегда.

Остракизм, проводившийся не чаще раза в год, был важным и отнюдь не ординарным событием афинской политической жизни. Насколько можно судить, в нем принимали участие не только городские жители —





Афинская триера (современная реконструкция и модель).

завсегдатаи обычных народных собраний. Сходились в Афины в этот день даже полуграмотные и в целом совершенно чуждые общественной жизни полиса крестьяне из отдаленных сельских демов. Таким образом, в день ostrakismos политическая активность населения должна была быть значительно выше, чем на «рутинных» заседаниях экклесии.

В числе пришедших на ostrakismos оказывалось немало

количество граждан, которые, сталкиваясь с необходимостью выбрать кого-либо из политиков и голосовать против него, при этом были совершенно или почти незнакомы с деятельностью политических лидеров общеполитического масштаба. Тем единственным сегментом политической жизни, который был им в деталях известен, являлась политическая жизнь их дема. От этого-то они и отталкивались при своем волеизъявлении,

наносая на черепки имена не Ксантиппа или Фемистокла, а тех, чьи дела им были ближе, к кому у них лично имелись какие-либо претензии, — скажем, своего демарха, или иного магистрата дема, или просто представителя элиты этой локальной общины.

Итак, на материале ostrakismos удалось установить присутствие в афинском демократическом полисе первой половины V в. до н.э. особого, довольно многочисленного слоя политической элиты, а именно элиты демов. Для ее обозначения мы, исходя из приписки на одном из ostrakonov [7. S.77], предложили употреблять специальный термин «демотевты» (*demoteutai*).

Демотевты в период ранней классики были, так сказать, элитой «второго эшелона». Люди по меркам Афин состоятельные, они имели определенные политические амбиции, однако были вынуждены сдерживать их, поскольку не видели еще возможности на равных конкурировать с блистательными представителями высшей аристократии, задававшими в то время тон на уровне полиса в целом. В отличие от них демотевты либо вообще не имели знатного происхождения, либо принадлежали к побочным, «захудалым» ветвям аристократических родов.

Во второй половине V в. до н.э. ситуация резко изменилась в сторону, выгодную для этих лиц. Время после смерти Перикла вообще характеризуется радикальной сменой «политического климата», появлением так называемых «новых политиков». Особенно важен следующий нюанс. Вплоть до эпохи Пелопоннесской войны все ведущие политики Афин (за редчайшими, единичными исключениями, как Фемистокл) были выходцами из городских демов. Затем картина стремительно становится совершенно иной: теперь уже как раз представители городских демов становятся исключением в «верхнем эшелоне» поли-



тической жизни [9. Р.37—39]. А виднейшие деятели, причем всех направлений — и радикальные демократы (Клеофонт, Андрокл, Фрасибул), и олигархи (Антифонт, Фриних, Писандр), и «умеренные» (Никий, Ферармен), — принадлежат в большинстве своем к демам сельским. На наш взгляд, это может говорить только об одном: в общеполитическую политику мощно, большой группой вошли и заняли в ней лидирующие позиции те, кого мы называем демотевтами, — афинские граждане из слоя, члены которого ранее делали свою карьеру только на уровне демов.

Какие механизмы позволили им это сделать? Вот тут-то мы и возвращаемся к вопросу о триерархах. В результате реализации знаменитой морской программы Фемистокла в 480-х годах до н.э. Афины создали мощнейший в Элладе флот [10. С.69—83]. К чему это привело на внешней арене — прекрасно известно и не нуждается в подробном освещении: к Саламинской победе, предопределившей исход Греко-персидских войн, к созданию Афинского морского союза, к гегемонии Афин в Эгейде и т.д., и т.п.

К результатам данной реформы Фемистокла обычно относят демократизацию политической системы государства. Если в ходе преобразований Клисфена в Афинах сформировалась умеренная демократия, опиравшаяся на среднезажиточных гоплитов, то с созданием флота резко возросла роль гребцов, которые рекрутировались из беднейших граждан; соответственно увеличилась и их политическая роль — демократия стала более радикальной. Все это тоже прекрасно известно и многократно освещалось в литературе. А нам хотелось бы привлечь внимание к «другой стороне медали»: отныне в жизни государства появляется такая значимая фигура, как триерарх. Вся важность этого обстоятельства пока еще не оценена по достоинству, да и почти никем не замечена.



Остраконы — черепки для голосования на остракизме.

Изображение древнегреческого военного судна с гоплитами на нем. Фрагмент чернофигурной вазы.



По мере увеличения флота возрастало и количество триерархов. Первоначально их насчитывалось 100, а к 420-м годам до н.э. — 300—400. И все это были богатые люди: ведь статус триерарха предполагал очень значительные денежные траты, о чем уже говорилось. Собственно, и критерием назначения лица триерархом было его материальное положение, а не компетентность в морском деле. Как известно, один из главных общих принципов классической афинской прямой демократии, «демократии непрофессионалов», заключался (особенно в V в. до н.э.) в том, что любой гражданин достаточно компетентен для того, чтобы занимать любой пост.

Демотевты, представители элиты аттических демов, как раз были состоятельными людьми. И с учреждением триерархии, насколько можно судить, именно они-то и стали привлекаться к ее исполнению! Это время

не могла нести на себе только общеполитическая элита, старинная городская знать, — ее просто не хватило бы количественно. И ей пришлось (видимо, чем дальше — тем больше, с возрастанием флота и соответственно потребности во все новых и новых триерархах) делиться со «вторым эшеленом», с элитой демов, — как обязанностями, так, следовательно, и влиянием. Ведь еще одним принципом полисного социума, действовавшим с завидным постоянством, был следующий: чем выше роль гражданина на полях сражений, тем большим должно стать его политическое значение в мирной жизни.

Таким образом, в афинской политической борьбе, в конкуренции за голоса избирателей триерархи получили весьма выгодную «электоральную позицию». В обстановке почти ежегодно ведущихся военных действий они получали известность и обретали «группы поддержки».

Ведь они набирали моряков на свои суда, выплачивали им жалование, чем, конечно, привязывали к себе. Да и в целом сердцу воинов всегда ближе «батяня-комбат», который лично ведет их в бой и делит с ними тяготы и лишения службы, чем более высокое начальство. Триерархов мы неоднократно называли «капитанами», что в целом вполне корректно. Стратеги, командовавшие флотом в целом, в этой терминологии оказываются «адмиралами». Для моряков, плававших на большинстве кораблей, они были в целом довольно далекой инстанцией, а «свой» триерарх — всегда рядом.

Одним словом, для граждан из незнатных, но состоятельных семей триерархия была весьма удобным способом попасть в высшие сферы политики. Наша главная гипотеза в том и заключается, что таким путем шли во второй половине V в. до н.э. (осо-

бенно в период Пелопоннесской войны) представители элиты демов, составившие ядро группы афинских «новых политиков».

Интересно, что многие из политиков такого рода отнюдь не являлись радикальными демократами, а, напротив, имели олигархическую ориентацию. В частности, можно сказать, что переворот 411 г. до н.э. был подготовлен и осуществлен всецело именно этими лицами. Главные лидеры путча — Антифонт, Фриних, Писандр, Ферамен — все как один принадлежали к вышедшим на общеполитический уровень потомкам демотетов, к людям, отцы и деды которых были влиятельны лишь на уровне своих (как правило, сельских) демов.

Дело, как нам представляется, в следующем. Триерархи по самому роду своей деятельности неизбежно чаще и больше, чем кто-либо иной, имели дело с той частью афинского демоса, кото-

рую многие античные авторы называют «корабельной чернью». Речь идет о беднейших и наиболее радикально настроенных гражданах, служивших гребцами на военных кораблях. Именно с этим социальным слоем справедливо связывают охлократические тенденции, нараставшие в Афинах в период Пелопоннесской войны. Неудивительно, что у многих богачей-триерархов подобные тенденции, мягко говоря, не вызывали особенных симпатий, оттого-то они и вязались чрезвычайно активно в «олигархические игры»: организовали антидемократический переворот 411 г., но, впрочем, вскоре же потерпели поражение. Позже, в 404 г. до н.э., олигархи попытались взять реванш: новый переворот привел к власти подчеркнуто репрессивный режим «Тридцати тиранов». Но это могло бы стать темой отдельной статьи. ■

**Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 03-06-80066.**

## Литература

1. *Heftner H.* Der oligarchische Umsturz des Jahres 411 v.Chr. und die Herrschaft der Vierhundert in Athen: Quellenkritische und historische Untersuchungen. Frankfurt am Main, 2001.
2. *Бондарь Л.Д.* Афинские литургии V—IV вв. до н.э. СПб., 2009.
3. *Суриков И.Е.* Античная Греция: Политики в контексте эпохи. Время расцвета демократии. М., 2008.
4. *Суриков И.Е.* Остракизм в Афинах. М., 2006.
5. *Dreher M.* Verbannung ohne Vergehen: Der Ostrakismos (das Scherbengericht) // Große Prozesse im antiken Athen. München, 2000.
6. *Lang M.* Ostraka (The Athenian Agora. V.25). Princeton, 1990.
7. *Brenne S.* Ostrakismos und Prominenz in Athen: Attische Bürger des 5. Jhs. v.Chr. auf den Ostraka. Wien, 2001.
8. *Brenne S.* Die Ostraka (487 — ca. 416 v.Chr.) als Testimonien // Ostrakismos-Testimonien I. Die Zeugnisse antiker Autoren, der Inschriften und Ostraka über das athenische Scherbengericht aus vorhellenistischer Zeit (487—322 v.Chr.). Stuttgart, 2002.
9. *Gomme A.W.* The Population of Athens in the Fifth and Fourth Centuries B.C. Westport, 1986.
10. *Строгецкий В.М.* Морская программа Фемистокла и возникновение триерархии // Античный мир: Проблемы истории и культуры // Сб. ст. к 65-летию со дня рождения проф. Э.Д.Фролова. СПб., 1998.

# Провидения Пушкина: заметки генетика

*Он меж печатными строками  
Читал духовными глазами  
Другие строки.*

А.Пушкин. Евгений Онегин

*Между тем, как сидел он на судейском  
месте, жена его послала ему сказать: не  
делай ничего Праведнику Тому, потому что  
я ныне во сне много пострадала за него.*

Мтф. 27:19

М.Д.Голубовский

Давно замечено, творение гения содержит пророчества, о котором творец мог даже и не помышлять. Вот примеры из области науки — Мендель и Менделеев. Высказанная в 1865 г. Грегором Менделем идея о дискретности и парности наследственных задатков и их независимом комбинировании предвосхитила установленную лишь в начале XX в. двоичность хромосомных наборов и их независимое попарное распределение при образовании гамет. А спустя еще полвека идеи Менделя получили молекулярное истолкование в парности нитей молекулы ДНК и их авторепликации. Аналогично упорядоченное провидческое расположение химических элементов в таблице Менделеева получило затем естественное истолкование на атомно-электронном и квантовом уровне.

Данные заметки посвящены некоторым провидениям Пушкина в области психологии и генетики человека. Пушкину был свойствен таинственный дар пророчества. Приведу только два простых примера. К 20-летию Лицея, 19 октября 1831 г., Пушкин пишет очередное послание друзьям. Оно начинается грустной нотой:



**Михаил Давидович Голубовский**, доктор биологических наук, профессор Университета Беркли (Калифорния, США). Занимается проблемами генетики популяций и теории эволюции, мутационного процесса и нестабильности генов, генетики репродукции человека, историей биологии. Автор около 200 статей, а также монографии «Век генетики: эволюция идей и понятий» (СПб., 2000).

*Чем чаще празднует лицей  
Свою святую годовщину,  
Тем робче старый круг друзей  
В семью стесняется одну...*

За это время ушли из жизни шесть лицеистов, и среди них в возрасте 33 лет столь любимый Пушкиным Антон Дельвиг:

*Шесть мест упраздненных стоят,  
Шести друзей не узрим боле...*

И вдруг Пушкин делает предсказание о своей судьбе:

*И мнится, очередь за мной,  
Зовет меня мой Дельвиг милый,  
Товарищ юности живой,  
Товарищ юности унылой.*

Поэту только 32 года, живы еще 22 лицеиста первого выпуска, а Пушкин прямо заявил: «Очередь за мной». Так и случилось. Спустя четыре года поэт погибает. В том же 1837-м умирает лицеист А.Д. Илличевский, в 1841 г. — окончивший лицей с золотой медалью В.Вольховский, а потом в возрасте 49 лет — еще три лицеиста. Дольше всех лицеистов, до 85 лет, жил ставший канцлером А.М.Горчаков.





Два автопортрета (верхний — до ссылки, нижний — после возвращения), нарисованные в дни триумфального успеха у московского общества.

*Каков я прежде был, таков и ныне я:  
Беспечный, влюбчивый. Вы знаете, друзья,  
Могу ль на красоту взирать без умиленья,  
Без робкой нежности и тайного волненья.*

Пушкин ушел из жизни согласно своему таинственному предвидению.

В фокусе этих заметок — психологические и генетические провидения Пушкина в романе «Евгений Онегин». Поразительно, но в «Онегине» как бы предсказан шекспировский клубок, приведший к гибели самого автора романа. Две родные сестры — Ольга и Татьяна. Жених младшей (Ленский) погибает на дуэли от человека (Онегина), о котором грезил старшая сестра, Татьяна, желавшая видеть его своим мужем и быть добродетельной супругой. И вот другие две родные сестры —

Натали и Екатерина Гончаровы. Пушкин, женатый на младшей сестре Натали, погибает на дуэли от мужа старшей сестры Екатерины, добродетельной супруги Дантеса. Это провидение поэта, а не случайное совпадение сюжета романа и трагической линии его судьбы. Да и весь роман композиционно строится как осуществление шаг за шагом провидения — вещего сна Татьяны [1].

Культуролог-пушкинист Ю.М.Лотман в предисловии к самому обстоятельному литературному и историко-культурному комментарию к «Онегину» пишет, что многое в романе остается трудным для истолкования и каждое поколение читателей по-своему его воспринимает и осмысливает [2]: «Дело в том, что литературное произведение, пока оно непосредственно волнует читателя, живо, то есть изменчиво. Его динамическое развитие не прекратилось, и к каждому поколению читателей оно обращивается какой-то новой гранью. Из этого следует, что каждое новое поколение обращается к произведению с новыми вопросами, открывая загадки там, где прежде все казалось ясным... новые поколения, обогащенные историческим, порой купленным тяжелой ценой опытом, глубже понимают привычные строки».

Недавний пример. Ветеран российской поэзии Наум Коржавин в эссе «Ольга и Татьяна», перечитав роман, по-новому и парадоксально истолковал его женскую тему, исходя из опыта XX в. Воспринимая Татьяну как один из самых привлекающих образов в мировой литературе, он решил разобраться в неоправданном противопоставлении двух женских типов, сложившемся после «Онегина» в русской культуре. Коржавин защищает Ольгу как нормальный женский характер, который в искушениях безудержного романтизма XIX в. и вплоть до нынешних школьных учебников толкуется пренебрежительно. Когда подумаешь, замечает поэт, какие испытания после революции легли «на плечи тысяч таких Ольг, особенно в послереволюционной России... сколько мужества и достоинства, сколько человеческого ума и теплоты проявили они тогда, да и потом, на протяжении XX в., то такое установившееся неуважительное отношение к ним начинает казаться не только глупым, но и отвратительным». Здравый смысл, проявляемый Ольгами, был не абстрактно-философским, а конкретным, женским, чувствующим и вовсе не подтверждает представления об их глупости. В русском культурном обиходе отсутствие явного следования моде и модным «умственным интересам» стало приниматься (словно следуя минутным репликам раздраженного Онегина) «за отсутствие ума вообще, игнорируя ценность обыкновенного невыдающегося житейского ума (а с ним и «обыкновенной» совести)... Между тем вполне мыслимы глупые интеллектуалы и умные люди без всяких интеллектуальных интересов, даже неграмотные». Последствия этой путаницы, «ошибки многих поколений», были для Коржави-

на одним из поводов, заставивших его обратиться к данной теме.

Пушкин может считаться предтечей Достоевского в погружении в таинственный мир бессознательного, в мир снов, в пограничье между сном и явью. В данной заметке мне хотелось взглянуть на некоторые страницы «Евгения Онегина» глазами генетика и привести доводы в пользу того, что многие особенности поведения Татьяны Лариной, созданной пушкинским воображением, можно считать предвидением ряда современных психосоциальных и психогенетических подходов в понимании духовного мира человека, в частности, при соприкосновении Женского и Мужского начал.

Немецкий психиатр К.Леонгард написал удивительную книгу «Акцентуированные личности», главный стержень которой — описание психического склада личностей в мировой художественной литературе [3]. Взятые оттуда примеры Леонгард сопоставляет и анализирует на основе своих профессиональных наблюдений и исследований. Он справедливо полагает невозможным глубинное постижение структуры личности, исходя лишь из одних теоретических рассуждений или из экспериментов. Необходимо проследить за человеком, «каким он предстает в жизни». Леонгард выделяет три градации в проявлении многих черт психики, включающих область чувств и воли, направленность интересов и склонностей, интеллект: *вариации нормы — акцентуация — психопатология*. Подобная триада согласуется с данными генетиков, которые анализируют полиморфизм фенотипической изменчивости зависимый от генотипа, среды и факторов предрасположенности к болезням. К акцентуированным чертам психического склада Леонгард относит такие, которые граничат с нормой, не отделены от нее резко, но в то же время обладают тенденцией к переходу в психопатологию. Большинство персонажей, в особенности у Шекспира, Достоевского и, конечно, Гоголя, — это именно акцентуированные личности. Акцентуация привлекает художников, в особенности в их сопоставлении с вариациями нормы. Нередко художник соприкасается и сталкивается контрастные по психическому складу пары персонажей, где один нормален, а другой акцентуирован. Например, воплощение здравого смысла, округлый обликом экстраверт Санчо Панса, и экзальтированный, неудержимо погруженный в свои грезы, акцентуированный до грани патологии интроверт Дон Кихот. Сходную контрастную пару образуют Ольга и Татьяна, вокруг которых завязывается интрига «Онегина». Ольга, как и Санчо Панса, «кругла, красна лицом», полна здравого смысла, а ее сестра Татьяна парит в романтических грезах, с вечной книгой под подушкой.

Непосредственным поводом для этих заметок послужила статья об истолковании смысла и значении сна Татьяны как нервного узла романа. В ее



Композиция «Евгений Онегин и его автор» на набережной Невы — проект иллюстрации к первой главе романа.

*С душою, полной сожалений,  
И опершись на гранит,  
Стоял задумчиво Евгений,  
Как описал себя поэт...  
Лишь лодка, веслами махая,  
Плыла по дремлющей реке...*

снах, согласно анализу авторов [1], сплетаются две линии «Онегина»: преобразование души героини и композиционная динамика, «даль» романа. Следуя традиции критика и культуролога М.Гершензона [4], авторы дешифруют или материализуют известные строки 8-й главы: «И даль свободного романа / Я сквозь магический кристалл / Еще не ясно различал». Магический кристалл — не только метафора. Это и указание на определенный астрологический прибор XVI в. — хрустальный шар, употреблявшийся медиумом при гадании и предсказаниях. В «Онегине» — это поэтическое зеркало, в котором медиум — Татьяна — предугадывает и свою судьбу. Зеркало отражает события ближнего и дальнего будущего — смерть Ленского и замужество Татьяны. Оно — граница между Явью и Зазеркальем.

Символы фольклора, преимущественно русского, в пророческом сне Татьяны детально проанализированы Лотманом в его «Комментарии к «Евгению Онегину»». Сон приснился Татьяне в Святки — «время выяснения суженых и первых шагов к заключению будущих браков... когда

девушки, согласно фольклорным представлениям, в попытках узнать свою судьбу вступают в рискованную и опасную игру с нечистой силой» [2]. Двойное значение сна — поиск жениха и одновременно взаимодействие с «нечистой силой» (со своими бессознательными инстинктами, скажет психолог) — ключ к анализу всего сновидения. Дополнительные возможности истолкования языка сновидений и символов в «Онегине» открываются на языке современной практической психологии и психоанализа [5]. Именно в этой области выявляются удивительные провидения Пушкина.

### Сны и духовный мир: мостик между сознательным и бессознательным

Психологи выделяют три уровня психического мира *Homo sapiens*: область Сознания (*Conscience*), область Подсознания (*Subconscious/Preconscious*) и область Бессознательного (*Unconscious*). Если использовать метафору айсберга, то Сознание — это лишь верхушка над уровнем моря, освещенная солнцем явь. Под воду в темноту уходит слой Подсознания. Он сокрыт, но в его пространство можно заглянуть и проникнуть с помощью некоторых психических состояний или процедур. И, наконец, девять десятых погружены во тьму так глубоко, что туда обычному сознанию уже не проникнуть [6].

Контакты с областью Подсознания происходят главным образом во время сна и воплощаются в сновидениях, но не только. Неустойчивые дрожащие мостики-переходы открываются и во время особых, «расширенных состояний сознания» (термин) или *Extended States of Conscious*. К ним относят: гипноз, медитацию, галлюцинации (грезы), сексуальный оргазм, состояние ауры перед припадком эпилепсии (наиболее яркое описание у Достоевского), а также наркотические состояния после приема психоактивных веществ — галлюциногенов (психоделиков), опиатов, стимулянтов и депрессантов [6].

Более полувека назад, в 1954 г., О.Хаксли, автор известной антиутопии «*New Brave World*», опубликовал не менее знаменитую ныне книгу «*The Doors of Perception*» («Двери восприятия») [7]. Хаксли детально описывает поставленный над собой опыт погружения в наркотическое состояние. Он выступает в роли медиума, который под наблюдением опытного психолога принимает мескалин и старается рассказать об открывшемся «за дверью» фантастическом и необъятном мире вне-сознания. Хаксли поведал, что перед ним открылась другая реальность. Он проследил подобные откровения у других людей, оставивших яркий след в культуре, истории, религии.

Эпиграфом Хаксли взял слова из Уильяма Блейка: «Если двери восприятия очистить, все суще-

ежится человеку таким, какое оно есть, — бесконечным». После принятия мескалина и открытия двери восприятия «на ум пришли такие слова как Благодать и Преображение, — пишет Хаксли. — Блаженное Видение, Сат Чит Ананда, Бытие-Знание-Блаженство — впервые я понял не на вербальном уровне, не благодаря зачаточным намекам и на расстоянии, но точно и в совершенстве. А потом я вспомнил пассаж, который прочитал в одном из эссе Судзуки. Что такое Дхармака Будды? (Дхармака Будды — Разум, Таковость, Пустота, Божество. — М.Г.) Вопрос был задан в дзэнском монастыре ревностным, но зашедшим в тупик послушником... Учитель ответил: «Садовая ограда». Далее послушник спросил, как назвать человека, сознающего эту истину. И тогда учитель ударил его что было сил палкой по плечу и ответил: «Златогривый Лев!» <...> Когда я читал эту историю, она была лишь смутно многозначительной бессмысленностью. Теперь все стало ясно как божий день, очевидно, как Евклид. Дхармака Будды — садовая ограда, а переход через нее (ограда = пушкинский мосток из жердей, поставленных вертикально. — М.Д.). При мескалинном переживании и восприятии место и расстояние не очень интересуют глаз и разум (где, насколько далеко и как расположено). «Разум теперь воспринимает окружающее с точки зрения насыщенности существования». Отсюда метафора *Златогривый Лев*. Поскольку на Востоке была развита техника приоткрывания Двери, пейзажная живопись в Китае расцвела до положения главной почти тысячу лет назад, в Японии пейзажная графика появилась 500 лет назад».

Откровение нисходило во сне на многих великих медиумов — основателей мировых религий. Библейские патриархи, Будда, Мохаммед — все ключевые доминантные события в их жизни совершались во сне. В иудаизме зафиксирована серия пророческих, вещих снов — у Авраама, Якова и Иосифа. Пророчество им сообщает либо сам Бог, либо его посланники-ангелы. Иосиф, попадая в Египет, проявляет способность разгадывать сны, которые видит фараон, и тем спасает себя и свой народ! Когда в Вавилоне евреи попали в плен, у них развилась способность толкования снов как символов свыше. Такова Книга Даниила. В Евангелии ангел является Иосифу, мужу Богоматери Марии, и извещает, что его жена родит сына Иисуса не от него, а от Святого Духа. Понтий Пилат не послушался зловещего сна своей жены о непустоте делать зло Праведнику. И вот Пилата доньме считают соучастником смерти Иисуса.

Татьяна после своего чудного сна бросается искать его тайный смысл в книге М.Задеки («Глава халдейских мудрецов / Гадатель, толкователь снов»). В Месопотамии, у халдеев и у вавилонян, и независимо в Египте возник феномен инкубации, или погружения в сон в храмах и придание таким снам пророческого смысла. Ожидание про-



роческого сна в Святки (ночью в бане, с зеркалом под подушкой) явно берет начало в Месопотамии. В эллинистической Греции практика *инкубации* сна в храмах приобретает уже терапевтический характер — для лечения разных недугов. Это становится областью ведения бога Эскулапа в посвященных ему храмах. Область исследований толкований языка и символов снов получила название *онейрология* (сноведение — часть онейрологии).

Пушкин придавал приметам и снам мистическое пророческое толкование. Вещие сны и знамения появляются в его произведениях с настойчивостью идеи-фикс, замечает А.Синявский: «сны в руку» снятся подряд Руслану, Алеко, Татьяне, Самозванцу, Гриневу. Это не считая других знамений — в «Песне о вещем Олеге», «Моцарте и Сальери», «Пиковой даме» [8]. Особенно поразительно описание вещего сна молодого Гринева, где Пушкин вводит образный термин «первосоние» для состояния перехода-мостика от яви ко сну: *«Мне приснился сон, которого никогда не мог я позабыть и в котором до сих пор вижу нечто пророческое, когда соображаю с ним странные обстоятельства моей жизни. Читатель извинит меня: ибо, вероятно, знает по опыту, как сродно человеку предаваться суеверию, несмотря на всевозможное презрение к предрассудкам. Я находился в том состоянии чувств и души, когда существенность, уступая мечтаньям, сливается с ними в неясных видениях первосония»*. Мир сна буквально пронизывает «Онегина»: *«Мы находим в романе сны, сновидения, сновидческие состояния, сноподобие, сны и бессонницы, смешение и расщепление сна и яви. Исходя из этого, возникают ассоциативные притяжения, фигуральные уподобления, метафорика, символика, синонимика. В результате мотив сна вращается в текст, подобно дереву»* [9].

«Дрожащий гибельный мосток», перекинутый через кипучий, темный и седой поток, — мосток из двух скользких жердочек, по которому во сне переходит Татьяна, — это несомненная метафора перехода в мир бессознательного. Там зреет будущее — таково поэтическое пророчество Пушкина.

В научной психологии истолкование сна и сновидений связано с развитием психоанализа в XX в. и именами З.Фрейда и его ученика Г.Юнга. Книга Фрейда «Истолкование снов» вышла в 1900 г., в тот же год, когда были переоткрыты законы Менделя. Дуэт «глубинной психологии» (*depth psychology*) Фрейд—Юнг может быть сопоставлен с дуэтом генетиков Мендель—Морган. Аналогия не только поверхностная. В рамках менделизма было осознано, символизировано глубинное различие между фенотипом и генотипом.

У Фрейда толкование снов впервые получило научную основу в рамках его концепции личности, где главное — разделение душевной сферы на область сознания и область подсознания (ана-

логия: *фенотип и генотип*). Сознание (*эго*) — это лишь небольшая часть психики, она рационально адаптирует поведение человека в среде обитания и в обществе. Скелет психической организации личности образуют глубинные животные начала с доминированием принципа удовольствия и агрессивности. Но эти начала контролируются и подавляются в обычной социальной жизни. Между подсознанием и сознанием стоит контролер, или *цензор* (термин Фрейда), который не допускает, чтобы животные и не разрешенные обществом желания свободно проявлялись в поведении.

Подавление имманентных животных стимулов, переход их в скрытое или рецессивное состояние происходит в самом раннем детстве. По мере воспитания возникают новые ограничения, они становятся нормой поведения личности. Конфликт между импульсами желаемого, но запрещенного, табуированного нередко приводит к расстройству, срывам. И лишь во сне, согласно Фрейду, эти неосознаваемые импульсы и позывы не цензируются и разряжаются в виде фантастических сновидений. Несмотря на последующую ревизию и критику, фрейдовская «концепция снов в целом сохраняется удивительно устойчивой в рамках ее первоначальной формулировки».

Стоит отметить элементы фрейдовского концепта, которые остались относительно инвариантны в последующем развитии психологии:

- эволюционное происхождение психики человека;

- разделение психического мира на область сознательного и бессознательного с отнесением к последней всех эволюционно ранних элементов животного происхождения;

- постулирование границы-цензора, не пропускающей или трансформирующей импульсы бессознательного;

- признание сексуальных импульсов в области бессознательного в смысле их более строгого подавления и символизации с раннего детства, введение термина *либидо*, как источника сексуальной энергии, ищущей разрядки;

- возможность психотерапии снов на основе выявления конфликта сознание—подсознание;

- психоаналитическое истолкование многих аспектов религии, мифологии и фольклора, символика в области изучения наследственности.

Юнг представил область бессознательного не только вместилищем животных импульсов, а скорее неосознаваемой библиотекой *архетипов*, т.е. древних форм поведения, которые ушли в запасы сознания, образуя область *коллективного бессознательного*. Архетипы могут взаимодействовать с сознанием, не обязательно вступая с ним в конфликт. Сновидения пациентов Юнга с нарушениями психики часто содержали образы и видения, с которыми они сами заведомо были незнакомы в реальной жизни(!), но были узна-

ваемы как часть «коллективного бессознательного», элементы мифологии и фольклора других культур. Подобное архетипическое осмысление помогало Юнгу истолковать странные и чудные сны его пациентов. Мифологические мотивы или архетипы могут иметь разное этновоплощение, принимая локальные формы божеств, мифологических зверей. При этом они чаще появляются в критические периоды жизни — во время полового созревания, вступления в брак, менопаузы или в моменты отчаяния и хаоса.

Согласно Дж.Кэмпбеллу (J.Campbell), одному из известных толкователей концепции Юнга, сны — это индивидуальные мифы, а мифы — сны общества. Французский культуролог М.Фуко в книге «Сны, Воображение и Существование» пошел еще далее, считая сны отнюдь не производными от воображения, а, напротив, его источником и началом человеческой психики. Когда сознание спит, наше подлинное существование (душа) пробуждается [10]. Подсознание и есть наше собственное «я», а сознание — лишь его социальный регулятор.

Структуралистский подход позволил известному культурологу В.Проппу выявить архетипы волшебных сказок, а также комплекса Эдипа (впервые психоаналитически истолкованного Фрейдом), даже если в той или иной этнокультуре этот комплекс трансформировался до неузнаваемости [11].

Пропп, к примеру, цитирует русско-белорусскую сказку, когда мальчик, еще не родившись, кричит из чрева матери: «Я на матке женюсь, а батьку с ружья убью» или «Батьку убью, матку за себе замуж возьму» [6]. Пророчество говорит об убийстве отца (царя) сыном (наследником). Пропп анализирует эволюцию мифа, когда сознательное убийство заменяется бессознательным и становится греховным и наказуемым. Он прослеживает, как династические интересы приводят к появлению и оправданию в фольклоре кровосмесительных браков: «Жив себе царь да царица, а у их быв сын и дачка. Яны приказали сыну, штоб юн, як яны умрут, женився на сестре». Интересны и отклонения от архетипа комплекса, имеющие религиозную окраску. К примеру, покаяние грешника в русских, украинских и белорусских сказках, когда «герой непременно и в различных формах уходит под землю». В западной версии эдиповского архетипа грешник уходит в пещеру на острове или побережье. Эти научные осмысления фольклора опираются в конечном счете на психоаналитический подход Фрейда в известной книге «Тотем и Табу».

## Поведение Татьяны и типология женского

Согласно расшифровке Лотмана, символическое значение сна Татьяны двойное — поиск жениха и одновременно игра с «нечистой силой» [2]. В славянской мифологии медведь служит тотемом, от которого ведется человеческий род. Медведь —

зверь, он опасен и страшен человеку, но люди мечтали породниться с ним и задобрить его. В рамках охранительной магии они использовали *оберег* — фигурку медведя либо амулеты из просверленных медвежьих зубов (их находят в захоронениях). Медведя почитали, воспринимая его как разумное существо, потенциального жениха крестьянских девушек, и полагая, что он владеет лечебной магией. Отсюда мужская персонификация медведя — «Мишка, Михалыч, Потапыч, генерал Топтыгин». Игра с нечистой силой дешифруется и как преодоление бессознательных инстинктов [5]. Психоаналитическая трактовка сна Татьяны и наблюдения современных психотерапевтов свидетельствуют об интересном в данной области художественном пророчестве Пушкина [12].

Образ медведя — устойчивый компонент коллективного бессознательного в русском фольклоре. Психотерапевты нашли, что у некоторых российских пациенток, склонных к неврастении, образ медведя в сновидениях совпадает со страхом перед мужчинами. Как правило, эти пациентки происходили из семей с недостаточной мужской самоидентификацией отца и были в плохом контакте с ним. В одном случае пациентка обратилась за помощью по поводу высокой тревожности, неуверенности в себе и проблем в сексуальной сфере. Ей часто снились страшные сны: она лежит на кровати, а в ногах у нее медведь, и от него исходит опасность. Она хочет прогнать медведя, но страх ее парализует. Выяснилось, что в семье были ненормальные отношения: отец — известный физик, эмоционально холодный и пассивный, а мать — властная домохозяйка, которая держала все хозяйство в своих руках и терроризировала всех членов семьи.

Основанная на психоанализе терапия позволила снять у данной пациентки страх перед медведем и, как следствие, страх перед мужчинами. У другой невротической пациентки специально вызывали образ медведя и затем просили его покорить, приласкать и почувствовать, какой он теплый. После серии сеансов пациентка во время отпуска установила любовные связи с разными мужчинами, со счастливым брачным исходом с одним из них [12].

Таким образом, сцена встречи с медведем во сне Татьяны — это не только литературный прием, но во многом *художественно-психологическое пророчество* Пушкина. В триаде *Робкая и невинная Татьяна — Страх перед мужчинами — Медведь* Пушкин предугадал современные подходы психоанализа и психотерапии, а также коллизии столкновений Женского и Мужского начал. За доказательством обратимся к тексту «Онегина».

Семья Татьяны не совсем благополучна. Отец, Дмитрий Ларин, полностью находится под каблуком у жены и вытеснен ею из всех хозяйских дел: «Она меж делом и досугом / Открыла тайну, как супругом / Самодержавно управлять». Мужа не



Наброски главной героини романа подчеркивают его смятенное состояние.

Татьяна то вздохнет, то охнет...  
<...>  
К плечу головешкой склонилась,  
Сорочка легкая спустилась  
С ее прелестного плеча...



спросясь, она вела расходы, отправляла крепостных в солдаты («брила лбы»). Очевидно, мужское активное начало в этой семье полностью подавлено женой. Ее властность и мелочная расчетливость акцентированы у Пушкина забавной саркастической деталью: «В саду служанки на грядках / Сбирали ягоду в кустах / И хором по наказу пели. / (Наказ, основанный на том, / Чтоб барской ягоды тайком / Уста лукавые не ели». Фантастическая деталь! Ну много ли можно съесть ягод при кропотливой уборке в жаркий летний день? Полакомишься немного, а потом ведь быстро придется. Пожалуй, такого уровня сверхскупость и сверхрасчетливость намного превосходят шекспировского Шейлока.

Каково же было дочерям в такой семье? Между сестрами, выросшими в одной и той же среде, согласно замыслу Пушкина, проявляется врожденное генетическое различие. Говоря языком генетика, в отношении данного признака роль генотипа в детерминации поведения — доминирующая. Ольге, по складу ее врожденного порхающего

щего резвого характера — все нипочем. А у Татьяны, от природы склонной или охочей до «трагичервических явлений, девичьих обмороков, слез» (их-то и не терпел Евгений), развился комплекс страха перед мужчинами. И лишь во сне, преодолев страх перед медведем и жертвенно покорившись его объятиям, а затем попав в объятия Онегина, Татьяна начинает избавляться от девичьего синдрома страха перед мужчинами.

Пушкин провидчески описал нередкое возникновение страха перед мужчиной в семьях с подавленной мужской самоидентификацией — страха, символизированного в русской мифологии в архетипе Медведя. Другие загадки поведения Татьяны, казавшиеся странными, — ее метания, готовность быть жертвой, фантастические походы в дом Онегина и детективное исследование интимного мира своего возлюбленного — все эти причуды могут найти естественное истолкование в рамках концепций феминизма.

«Пропасть, над которой балансирует в своих интерпретациях современная феминистская тео-



рия, простирается между двумя берегами: на одном из них женщина — жертва, которую надо освободить от этого состояния (американский феминизм); на другом же она — как жертва — празднует свою жертвенность (здесь чаще всего мы имеем дело с французской феминистской интерпретацией или же с обычным способом жизни русской женщины, такой, например, как Вера Засулич). Это красочная дихотомия амбивалентности Женского рассмотрена в работе с примечательным названием «Страсть: женское тело и женская сексуальность в России» [13]. Автор — известная исследовательница гендерных проблем\*.

Согласно французским культурологам, исследователям типологии Женского, женщина-жертва способна получать наслаждение от насилия, она порой не хочет дистанцироваться от него. Возникает даже трудный вопрос: вправе ли феминистская теория «санкционировать ликвидацию женской практики наслаждения».

Желание быть жертвой рассматривается в феминизме как подсознательная стратегия завоевания власти над другим полом, желание обладания. *«Любовь никогда не является "невинной", но всегда битвой за подчинение и доминанцию, всегда средством разрушения защитного поля другого с целью подчинить его нашему желанию»*, — таковы выводы сторонников концепции феминизма [13].

## Магия сон/явь, или Второй сон Татьяны

Вторжение Татьяны в дом Онегина, в его личный интимный мир не менее фантастично, чем сон — встреча с Медведем и разными чудовищами, протягивающими к Татьяне свои фаллоподобные щупальца и конечности. Вторжение Татьяны в дом Онегина и «перлюстрация» его книг и записок на них могут быть поняты лишь символически, как желание занять место Другого и подчинить его. По существу действия Татьяны совершенно невозможны в реальности. Они подобны снам наяву, магии. Пожалуй, впервые к такому выводу пришел французский культуролог Ж.Брейяр [6]. Но Г.Яблонский и А.Лахтикова [1] считают его вывод «неоправданным преувеличением». Мне же расшифровка Брейяра представляется тонким и верным истолкованием пушкинского смысла сомнамбулического похода влюбленной женщины. Это своего рода второй сказочный сон Татьяны, некий магический обряд-символ.

В самом деле, разве не похоже необычное путешествие и проникновение Татьяны в дом Онеги-

на, чтение его книг и интимных записок на волшебную сказку? Вот текстуальные доказательства. Стилистическое начало похода — это ведь начало любой сказки, с троекратным повторением слова «шла»: *«Татьяна долго ШЛА одна. / ШЛА, ШЛА. И вдруг перед собою / С холма господский видит дом...»* (Выделено мной. — М.Г.) Так обычно и начинается любая сказка — шла, шла, шла — и вдруг видит...

Далее идут сплошные чудеса. Татьяна спускается с холма, никто ее не знает, навстречу ей с лаем кидаются собаки, и с криком дворян. Но вдруг (!) мальчишки берут барышню под свой покров и бегут к ключнице: *«Анисья тотчас к ней явилась, / и дверь пред ними отворилась»* — опять типичные сказочные ситуации и интонации. Ключница не только не прогоняет впервые увиденную барышню, но чудесным образом открывает одну за другой все двери уехавшего барина и разрешает *«Пустынный замок навещать, / Чтоб книжки здесь одной читать»*. Представим, как бы потом Онегин воспринял, что кто-то рылся в его книгах и интимных вещах и записях! Но об этой ирреальной сцене в романе далее ни слова. Даже при повторной встрече герои не вспоминают эпизод вторжения Татьяны в дом Онегина. В «Прогулках с Пушкиным» А.Синявский точно отметил «зияния» в характере Татьяны, «не сводящем (сколько простора!) концы с концами». В чем дело? Видимо, в творческой игре Пушкину это более не нужно.

Брейяр психоаналитически истолковывает эпизод сцены вторжения Татьяны в дом Евгения и в его интимный мир как совершение определенного магического обряда: *«Одиночество персонажа, уединенное место, где совершается таинство, использование предметов, принадлежащих жертве, тайное действие, совершающееся на расстоянии, утверждение власти оператора... овладение чужой душой, придание сверхъестественной власти слову: перед нами все признаки магической операции»*. Татьяна здесь во многих отношениях напоминает другой сказочный персонаж — Золушку, магически преобразившуюся в принцессу [14]! В одном из вариантов романа, замечает Брейяр, Татьяна даже взламывает ящик с дневниками Онегина. Выявляется скрытый замысел Пушкина: описать стремление женщины-жертвы овладеть душой Другого и захватить над ним власть. Очевидно, Пушкин задолго до гендерных концепций и феминизма пророчески раскрыл распространенный вариант типологии Женского.

\* \* \*

Данное эссе — попытка разгадать эти намеки и ответить на заданный гением Пушкина урок. В русской литературе Пушкин — предтеча Набо-

\* В первой части этого интересного исследования автор анализирует странное поведение Веры Засулич на суде с позиции феминизма. Во второй части на основе гендерного подхода истолкованы парадоксы запечатленных в творчестве М.Цветаевой ее гетеросексуальных романов и запутанных лесбийских любовных отношений (с Софьей Парнок, Сонечкой Голлидей, Асей Тургеневой, Саломеей Андронниковой).

кова, у двух авторов незаметно для читателя убирается ограда между сферой сознательного и бессознательного. Жизнь становится похожа на сон, а сон — на пророческую явь. В «Онегине» явны элементы задуманной и лукаво сокрытой игры. И в то же время Пушкин во многом провидел влияние сферы подсознательного на поведение, что стало предметом изучения лишь в XX в. Роман во многих местах читается как игра, сказка. Но «в ней намек, добрым молодцам урок».

**P.S.** О поэзии Пушкина прекрасно написал известный культуролог М.С.Гершензон в своей книге «Мудрость Пушкина».

Искусство дает каждому вкушать по силам его — одному всю свою истину, потому что он созрел, другому часть, а третьему показывает лишь блеск ее, прелесть формы, для того, чтобы огнепалая истина, войдя в неокрепшую душу, не обожгла ее смертельно и не разрушила ее молодых тканей.

Так и поэзия Пушкина таит в себе глубокие откровения, но толпа легко скользит по ней, радуясь ее гладкости и блеску, упиваясь без мысли музыкой стихов, четкостью и красочностью образов. Только теперь, чрез столько лет, мы начинаем видеть эти глубины подо льдом и учимся познавать мудрость Пушкина сквозь ослепительное сверкание его красоты.

В науке разум познает лишь отдельные ряды явлений, как раздельны наши внешние органы чувств; но есть у человека и другое знание, целостное, потому что целостна самая личность его. И это высшее знание присуще всем без изъятия, во всех полное и в каждом иное; это целостное видение мира несознаваемо-реально в каждой душе и властно определяет ее бытие в желаниях и оценках. Оно также — плод опыта, и обладает всей уверенностью опытного знания. Между людьми нет ни одного, кто не носил бы в себе своего, беспримерного, неповторимого видения вселенной, как бы тайнописи вещей, которая, констатируя сущее, из него же узаконяет долженствование. И не знаем, что оно есть в нас, не умеем видеть, как оно чудным узором выступает в наших разрозненных суждениях и поступках; лишь изредка и на мгновение озарит человека его личная истина, горящая в нем потаенно, и снова пропадет в глубине. Только избранныкам дано длительно созерцать свое видение, хотя бы не полностью, в обрывках целого; и это зрелище опьяняет их такой радостью, что они как бы в бреду спешат поведать о нем всему свету. Оно неизобразимо в понятиях; о нем можно рассказать только бессвязно, уподоблениями, образами. И Пушкин в образах передал нам свое знание; в образах оно тепло укрыто и приятно на вид; я же вынимаю его из образов, и знаю, что, вынесенное на дневной свет, оно покажется странным, а может быть и невероятным. ■

## Литература

1. Яблонский Г., Лахтикова А. Сон Татьяны, «магический кристалл» и преобразование // Новый журнал. 2004. №236.
2. Лотман Ю.М. Роман А.С.Пушкина «Евгений Онегин»: Комментарий. Л., 1983.
3. Леонгард К. Акцентуированные личности. Киев, 1981
4. Гершензон М. Избранное. Т.1: Мудрость Пушкина. М., 2000.
5. Барлас Т.В. Достоверность вымысла. Возможности психологической интерпретации сна Татьяны из «Евгения Онегина» // Журн. практ. психологии и психоанализа». 2001. №4.
6. Zimbardo Ph.G., Weber A.L. Psychology / Harper Collins Coll. Publ. 1994. Ch.3.
7. Хаксли О. Двери восприятия // Азбука классика. СПб., 2002.
8. Синявский А. Прогулки с Пушкиным. СПб., 1993.
9. Чумаков Ю.И. Сны «Евгения Онегина» (www.prometeus.ru).
10. Lewis J.R. The Dream Encyclopedia. 2002. Visible Ith. Press.
11. Пропт В. Эдип в свете фольклора // Фольклор. Литература. История. М., 2002.
12. Ловелле Р.П., Коница В.М. Образ медведя и страх пред мужчинами. 2002 (forum.myword.ru).
13. Жеребкина И. Страсть: женское тело и женская сексуальность в России // Гендерные исследования. Харьков. 1998. №1. С.155—209.
14. Брейяр Ж. Таинственная Татьяна // Новый журнал. 1999. №215. С.34—48.

# К 100-летию Александра Леонидовича Яншина Из архива. Наброски

Академик Б.С.Соколов

Мое личное знакомство с Александром Леонидовичем относится к весне 1958 г., когда мы оба были избраны в Академию наук СССР — он в качестве действительного члена, а я — члена-корреспондента. Это совпало с днем рождения Яншина (28 марта 1911 г.). Я был на три года моложе. Нас связало Сибирское отделение\* Академии наук, а в дальнейшем — работа в Президиуме АН СССР, моя — с 1975 г., а А.Л. — с 1982-го по день его кончины 9 октября 1999 г. На 40 лет нас сблизили не только геология и ее организационные проблемы, но и общие интересы в области естествознания и эволюции биосферы, которую мы оба понимали как явление геосторическое.

Разбирая свой архив, я обнаружил несколько набросков — планов своих выступлений по поводу обширной деятельности Яншина, влияния его Личности на развитие идей в сфере наук о Земле и истории науки вообще, на его неизменно лидерскую позицию в отстаивании научных принципов в подходах к решению природоохранных проблем. Это всего лишь наброски, но они представляются интересными по актуальности своего выражения: 75-летие Александра Леонидовича (1976), его избрание на пост вице-президента АН СССР (1982), поминальный обед после погребения (1999), первый доклад о творческой личности на Пленуме Национального комитета РАН по истории и философии науки и техники (5 декабря 2000 г.).

28. 01. 11.

## Б.С.Соколов. Тезисы

1982 (Общее собрание АН, Дом ученых. Избрание А.Л.Яншина вице-президентом).

Вчера исполнилось полгода со дня гибели А.В.Сидоренко\*\* — срок вполне достаточный,

© Соколов Б.С., 2011

\* В 1950-х годах А.Л.Яншин — заместитель директора Института геологии и геофизики СО АН. В 1958 г. отдел стратиграфии возглавил Б.С.Соколов.

\*\* Александр Васильевич Сидоренко (1917—1982) — академик, с 1975 г. вице-президент АН СССР. Основные его труды посвящены литологии осадочно-метаморфизовых толщ докембрия.

чтобы сделать осмотнительный выбор нового руководителя Секции наук о Земле и, соответственно, вице-президента АН СССР.

Мне представляется, что этот выбор сделан верно, но надо подумать о том, какие следует предпринять шаги, чтобы Сибирское отделение получило надлежащую компенсацию и сохранило свое сильное и влиятельное геологическое ядро.

Я знаю А.Л. 40 лет и 25 из них работал с ним бок о бок.

А.Л. принадлежит к той выдающейся части членов нашей Академии, о представителях которой нет необходимости говорить, представлять их и вообще как-то характеризовать: они всем хорошо известны.

А.Л. — крупнейший геолог нашей страны, но не только геолог. Его знания чрезвычайно обширны во многих науках о Земле, вообще в естествознании. Он из породы эрудитов и энциклопедистов, а его память производит впечатление какого-то сокрушительного устройства. Третьего дня вы все были свидетелями этого необычайного феномена еще раз.

Одним словом я всячески приветствую избрание А.Л. на пост вице-президента и очень надеюсь, что его приход в Секцию наук о Земле будет означать и коренной поворот в разработке подлинно биосферной проблематики — области в АН недопустимо запущенной.

Голосуйте за Яншина!

Набросок тезисов сделан на всякий случай вечером 23 сентября. Но во время речи Сергеева Президент подозвал меня к себе и сказал: «Боюсь, что после такого выступления Яншин начнет терять голоса. Наверное, надо Вам выступить». Моя речь была краткой, но, кажется, удачной.

Голосовало 158 академиков.

Бюллетеней извлечено из урны 157.

Против — 4!! (На моей памяти первый случай.)

Н.Н.Блохин, М.С.Гиляров, Н.М.Эмануэль: «Вот это была речь!». Е.С.Лихтенштейн: «Вы прирожденный оратор. Аудитория замолкает при первом Вашем слове. У Вас не только красивая дикция, но и превосходная литературная речь и совершенно необычный лексикон». (Вот хватил!)



Выступали с поддержкой: Е.М.Сергеев, Б.С.Соколов, Л.М.Бреховских, В.Д.Садовский, В.В.Меннер, А.Л.Минц, И.П.Алимарин.

### К вступительному слову (ГИН)

*Яншину Александру Леонидовичу — 75 лет.  
28 марта 1986 г.*

1. Сегодня день рождения А.Л., и он его отмечает, как и следует подлинному ученому, докладом, изложением своих научных представлений, мыслями вслух.

2. Об А.Л. имеется, вероятно, более сотни публикаций на разных языках. Рассказывать его биографию интересно, думать о ней поучительно, но вы пришли слушать Яншина, а не Соколова. Я обязан быть кратким.

3. Как вошел А.Л. в геологию? Ворвался. Как новый естествоиспытатель от Бога. Он нуждался не в школе, а в Учителях, и он их находил, как и они его находили. Он живой укор несовершенству нашего официального образования и бессмысленности ваковского бюрократизма.

4. Труд, интерес и неистребимая любознательность, старомодное уважение к научному слову и научному факту, удивление перед феноменом мысли — эти свойства натуры создавали А.Л. с юных лет и довели его до вершины АН.

5. Феноменальная эрудиция. Память.

6. Широкая образованность в естественных и гуманитарных науках.

7. Книга в его жизни.

8. Яншинская артистичность — до оракульских высот.

9. Демократизм и импульсивная готовность все сделать самому, так и не научился отстраняться от второстепенного.

10. Страсть общения с людьми.

11. Постоянная готовность к выступлению на любую тему. Сегодняшняя тема для всех неожиданна.

### К открытию поминального обеда памяти А.Л.Яншина

1. Ярчайший эрудит среди ученых, представляющих науку о Земле. Второго А.Л.Яншина у нас просто нет!

2. Эта потеря в наших науках соизмерима только с потерей Д.С.Лихачева в области культуры и русской литературы.

3. Это один из последних подлинных естествоиспытателей — естественный глава МОИП: бесменный Президент последние более чем 30 лет и член Совета 60 лет.

4. Получил широчайшую известность как продолжатель деятельности в области изучения биосферы после Вернадского и глобальной экологии.

5. Был мужественным ученым и мужественным человеком, никогда не жаловался на свои болезни.

6. Это огромная потеря не только для Академии, но и для всей страны. Его место в науке уже никем не может быть занято — такие люди просто неповторимы.

7. В лице А.Л. мы прощаемся с эпохой Архангельского—Шатского—Яншина, т.е. со всем 20-м веком русской геологии.

14.10.1999.

Покров

### К докладу 25 ноября 2000 г.

*Александр Леонидович Яншин  
(28 марта 1911 г. — 9 октября 1999 г.)*

А.Л. — единственный из членов АН, чья «Библиография» в последние годы вышла в свет тремя изданиями (1972, 1981, 1991), опубликованы различные посвященные ему профессиональные сборники к юбилейным датам, множество статей. Короче говоря, его научная биография, профессиональная, отчасти организационная деятельность освещены достаточно полно. Но, естественно, пока еще не хватает книги воспоминаний об этом выдающемся ученом и его целостной биографии. Создать их — это наш первейший долг. (В данном случае — это не биография А.Л.Яншина.)

Я попробую наметить лишь некоторые портретные штрихи личности А.Л. и показать те главные направления его деятельности, которые родились под его влиянием и будут развиваться дальше. Более 40 лет нашего сотрудничества и дружбы, кажется позволяют мне это сделать.

А.Л. пришел в Академию не совсем обычным путем, быстро и навсегда занял в ней прочное место и вместе с уходящим веком покинул ее, оставив память о подлинном ученом-академике.

Стремительность вхождения в науку в «смутные годы» и понимание практических нужд геологии.

Положение в ГИН 1936—1937 гг. — прочность позиций, авторитет. Редакционная работа (1938—1999) — вся жизнь.

Военные годы. Катастрофа. Докторская диссертация.

Сибирское отделение и позиция Н.С.Шатского. Работа в Москве и Новосибирске.

Возвращение в Москву; ИЛСАН и вице-президентство. РИСО. МОИП — 1937 г., Президент с 1967 г. Член Совета на протяжении 60 лет. Почетный член МОИП до конца жизни.

Качества:

- 1) образованность, великолепная память, эрудит;
- 2) демократизм и старомодность;
- 3) редкостное книголюбие с детства и до конца дней;
- 4) академическая всезнательность;
- 5) возрождение Вернадского и биосферно-экологических исследований;
- 6) борец и активист на многих фронтах.

# ПРИРОДА

## популярный естественно-исторический журнал

Под редакцией

проф. Ю. Х. Вагнера, проф. Л. В. Писаржевского и проф. Л. А. Парасевича.

Философия естествознания. Астрономия. Физика. Химия. Геология с палеонтологией. Минералогия.  
Общая биология. Зоология. Ботаника. Человек и его место в природе.

ДЕКАБРЬ

ЛАСКОВ

1913

## Партеногенез у человека

Ив Делаж

Вызвать явление искусственного партеногенеза, т.е. девственного развития яйца без предшествовавшего оплодотворения, удавалось до настоящего времени только у беспозвоночных и у таких яйцекладущих позвоночных, как амфибии.

На млекопитающих подобных опытов никогда не производили, и по весьма простой причине: опыты вызывания искусственного партеногенеза, производившиеся до сих пор, заключались в том, что женское яйцо до оплодотворения извлекалось из яичника и подвергалось ряду физических, химических и механических воздействий, имеющих целью вызвать в нем процесс развития, а затем яйцо возвращалось в естественную среду, в пресную или морскую воду.

Вызвать явление партеногенеза у млекопитающих казалось совершенно невозможным, так как у них развитие яйца протекает в самом материнском организме.

Произвести подобные опыты на млекопитающих можно было бы только одним из двух совершенно различных методов. Во-первых, можно было бы воздействовать на яйцо, вводя в кровь матери те химические вещества, которыми пользуются обычно для вызывания искусственного партеногенеза: жирные кислоты и другие растворители липоидов (жироподобных веществ), а за-

тем гипертонические растворы по методу Жака Леба; или вещества, свертывающие и растворяющие коллоиды по методу Ива Делаж. Но очевидно, что на практике это невозможно, ибо ткани материнского организма подвергались бы разрушению гораздо раньше, чем удалось бы воздействовать на яйцо.

Быть может, позволительно мечтать, что со временем будут открыты активные в этом отношении и притом не изменяющие среду ферменты или же вещества, подобные тем, которые действуют в вакцинах. Но в настоящее время их не существует, и ничто не дает нам пока права предсказывать их появление когда бы то ни было в будущем.

Второй метод, который, казалось бы, возможно применить с целью вызвать искусственный партеногенез, состоит в том, что яйцо должно быть извлечено из материнского яичника, обработано соответствующими реактивами и немедленно возвращено снова в матку. Подобный эксперимент, однако, оказывается невыполнимым при современных условиях техники опытов даже в применении к лабораторным животным. Тем более невыполнимо это по отношению к человеку.

Такое положение вопроса не помешало, однако, некоторым популяризаторам, не особенно тщательно разбиравшимся в вопросе об экспери-

ментальной применимости этого метода, изображать проблему экспериментального партеногенеза как поддающуюся разрешению, если уже не разрешенную, в применении к человеку. В Америке после опытов Леба, во Франции после опытов Делажа периодическая печать подняла большой шум в связи с полученными ими результатами скорее в расчете удовлетворить любопытство наивного читателя, чем в добросовестных поисках истины. О партеногенезе у человека говорилось как о вопросе, разрешение которого не заставит себя долго ждать. Люди осведомленные и способные отнестись критически только пожимали плечами при виде подобных преувеличений, и автор настоящей статьи не представлял в этом отношении исключения.

Но вот ряд новых исследований перенес вопрос на несколько иную, на этот раз уже научную, почву и позволил вновь поставить проблему партеногенеза у человека. Это замечательные исследования, опубликованные за последние годы Оскаром Гертвигом\*.

Вот сущность исследований Гертвига.

Если подвергнуть кратковременному действию лучей радия сперматозоиды лягушки и тотчас употребить их для оплодотворения яиц, яйца начинают развиваться, но более или менее неправильно, тем сильнее уклоняясь от нормы, чем продолжительнее было действие радия. Однако при дальнейшем усилении действия радия наступает резкий перелом и теперь при увеличении продолжительности действия радия на сперматозоиды все больший и больший процент оплодотворенных ими яиц развивается вполне нормально. Еще более длительное действие радия останавливает подвижность сперматозоидов и убивает их, вследствие чего оплодотворение яйца становится невозможным.

Этому факту, столь парадоксальному на первый взгляд, Гертвиг дает объяснение, в верности которого можно было бы усомниться, если бы автор не дал экспериментального подтверждения. В том случае, когда сперматозоид лишь в умеренной степени подвергнут действию радия, не только он сохраняет способность проникнуть в яйцо и вызвать его развитие, но даже хроматин сперматозоида сливается с ядерным хроматином яйца; в результате ядро оплодотворенного яйца содержит смешанный хроматин, половина которого подверглась изменениям при действии радия на сперматозоид. Этот измененный и уже ненормальный хроматин не потерял своей способности расти, так что в течение сегментации и дальнейшего деления отцовский хроматин продолжает наряду с материнским, здоровым хроматином множиться во всех клеточках, и вследствие влия-

ния испорченного наполовину ядра на морфологические процессы самые эти процессы оказываются измененными, деформированными, изобилующими аномалиями и уродствами. До известного предела все эти изменения усиливаются пропорционально интенсивности изменений, вызванных радием в хроматине сперматозоида.

Однако если изменения сперматозоида зашли достаточно далеко, то способность роста хроматина прогрессивно падает, так что все меньшие количества измененного хроматина входят в состав ядра оплодотворенного яйца; в результате влияние испорченного радием хроматина на развитие зародыша ослабляется. Если действие радия доведено до того предела, когда подвижность сперматозоида и его оплодотворяющая способность почти исчезают, то исчезает совершенно и способность размножения его хроматина, который уже не принимает никакого участия в дальнейшем образовании клеток зародыша.

Автор этой статьи уже давно\*\* обращал внимание биологов на то, что процесс оплодотворения складывается из двух совершенно различных явлений; из толчка к развитию яиц и из амфимиксиса, т.е. слияния ядер, отцовского и материнского. Это различие с тех пор было доказано многочисленными примерами. Среди них примеры, приводимые Гертвигом, наиболее заслуживают внимания. Гертвиг рядом последовательных опытов удалось показать, что при той крайней степени изменения сперматозоида, о которой мы говорили, он проникает в яйцо совершенно нормально, но хроматин его вместо того, чтобы сливаться с хроматином женского ядра, остается бездейственным и наподобие инородного тела удаляется в какой-нибудь угол цитоплазмы в одном из бластомеров, не принимая никакого участия в дроблении яйца. Итак, все клетки зародыша содержат исключительно материнский, совершенно здоровый хроматин, чем и объясняется отсутствие тяжелых аномалий у потомства.

Гертвиг не без оснований рассматривает развитие зародыша при таких условиях как партеногенетическое. Он сравнивает действие сперматозоида в этом случае с механическим повреждением, как в «травматическом» партеногенезе Батальона, который вызывал девственное развитие яйца лягушки, укалывая его иглой.

Но мы не можем удовлетвориться подобным объяснением. Батальон показал, что травматического партеногенеза в чистом виде не существует и в опыте Гертвига нет ничего подобного тому, что было при прививке лимфоцитов яйцу в опытах Батальона.

Но я указывал в той работе, на которую я ссылался выше, что при нормальном оплодотворении

\* Sitzungsberichte d. Preuss. Akad. d. Wissensch. и в Arch. f. mikrosk. Anat. и Scientia, Vol.XII. 1912, №XXVI — 6.

\*\* Теория оплодотворения. Доклад Берлинскому конгрессу. 1901 г.



толчок к развитию может быть сообщен тем, что у человека сперматозоид во время своего прохождения сквозь цитоплазму яйца разбухает, впитывая воду из этой последней, и обезвоживает ее, что и является толчком к развитию; обезвоживание при искусственном партеногенезе является одним из обычных методов.

В своих исследованиях Гертвиг также констатировал разбухание мужского ядра даже в тех случаях, когда оно подвергалось усиленной иррадиации. И странно, что он не попытался сделать из этого наблюдения естественный вывод.

Но, оставляя в стороне эти несущественные в данном случае частности, остановимся на существенном, в чем мы совершенно согласны с О. Гертвигом, а именно на том, что подвергшийся значительному изменению сперматозоид может обусловить партеногенетическое развитие, которое можно констатировать по тому признаку, что плод не обнаруживает следов вредного действия радия на вызвавший развитие яйца сперматозоид. Гертвиг констатировал аналогичные явления при действии на сперматозоид метиленовой синьки.

Из этих весьма интересных наблюдений Гертвига я и беру на себя смелость сделать некоторые выводы.

То, что Гертвиг доказал для действия радия и метиленовой синьки, должно без сомнения оказаться верным и для целого ряда ядов. Теперь уже намечается путь, приводящий нас к признанию возможности партеногенеза у человека.

Человек добровольно или против воли часто поглощает яды, действие которых отражается как на половых элементах, так и на зародыше, из них возникающем. В первую очередь назовем алкоголь, затем морфин, кокаин, быть может — никотин, затем сифилитический яд и многие другие. И вовсе не было бы абсурдом предположить, что то, что имеет место у лягушек в опытах Гертвига, происходит при естественных условиях и у человека.

Для ясности возьмем пример алкоголя. Сперматозоид, в умеренной степени затронутый этим ядом, поддается слиянию с яйцом, влияет на состав клеток зародыша и определяет более или менее значительные искажения. Сперматозоид же, глубоко измененный этим же самым ядом, уже не способен к амфимиксису и вызывает лишь партеногенетическое развитие наподобие всякого другого фактора, способного вызвать такое же развитие.

Как и у лягушки, это можно заметить по тому, что потомство, хотя, быть может, и слабое и меньшей величины, чем вполне нормальное, не обладает однако пороками отца и вообще совершенно лишено наследственных свойств по отцовской линии.

В своих дальнейших опытах О. Гертвиг показывает, что радий производил такое же действие на яйца, как и на сперматозоиды.

В случае, когда яйцо подвергнуто действию радия и оплодотворение произведено вполне здоровым сперматозоидом, то, что выше говорилось о роли сперматозоида, теперь приходится отнести к яйцу. При приближении к пределу, когда ядро яйца настолько сильно изменено, что неспособно уже принимать никакого участия в дальнейшем развитии, ядерный аппарат развивающегося зародыша образуется только ядром сперматозоида: здесь мы имеем дело с мужским партеногенезом.

Термин этот до известной степени подходит для описываемого явления, однако следует отметить одно существенное отличие между мужским и женским партеногенезом. При женском партеногенезе не только ядерный аппарат, но и цитоплазма зародыша принадлежит одному из производителей, а именно — матери, тогда как при мужском партеногенезе ядерный аппарат зародыша развивается из отцовского ядра, а цитоплазма всех клеток — материнского происхождения. А между тем вовсе не доказано, вопреки утверждениям некоторых авторов, и в том числе О. Гертвига, что цитоплазма не играет роли в передаче наследственных черт.

Итак, возможно, что среди людей существуют партеногенетические особи, продукты мужского или женского партеногенеза; мы постоянно встречаемся с ними, но у нас не возникает и сомнения относительно особенностей их происхождения, так как эти особенности не выражены в каких либо необычайных и необъяснимых свойствах этих особей.

Необходимо тщательное наблюдение случаев, которые кажутся партеногенетическими, чтобы составить определенное мнение на этот счет. Эта в высшей степени интересная работа должна была бы увлечь биологов, и прежде всего врачей, которые часто пользуются данной семьей в течение ряда поколений и знают патологическую историю всех ее членов. Мы надеемся, что среди них найдутся интересующиеся вопросом, и когда-нибудь их наблюдения удостоят, подтверждается ли или нет высказываемое нами предположение.

Но вопрос имеет еще одну сторону. Явления, аналогичные тем, что наблюдались у зародышей лягушки в опытах Гертвига, встречаются также и при скрещивании помесей. Если яйцо оплодотворено сперматозоидом не того же вида, но и не слишком разнящегося, то получается потомство, не обладающее никакими недостатками помимо того, что оно неспособно уже к скрещиванию. Попытки оплодотворения яиц спермой весьма отдаленного вида остаются обыкновенно безрезультатными. Но в некоторых, весьма редких, впрочем, случаях удалось получить (Купельвизеру в 1906, 1909, 1912 гг.; Лебу в 1908 г.) плод нормальный, и притом материнского вида. Эти явления совершенно правильно определялись как

партеногенетические ввиду отсутствия процессов амфимиксиса при оплодотворении.

Это объяснение подтверждается опытами Гертвига с подвергнутой сильному действию радия спермой, а эти опыты, в свою очередь, могли бы опираться на более ранние опыты Купельвизера и Леба.

Итак, сводя воедино все сказанное, можно сделать общее заключение, что несоответствие между отцовским и материнским хроматином может обуславливать явление партеногенеза, причем это несоответствие может зависеть или от патологических изменений хроматина, или же от значительного видового различия. Отсюда опять-таки можно сделать вывод о второй возможности партеногенеза у человека.

Все согласны в том отношении, что все расы рода человеческого способны к взаимному скрещиванию, однако необходимы некоторые ограничения этого взгляда в смысле бесплодия или пониженной плодовитости при скрещивании некоторых весьма отдаленных рас (Брока, Дарвин). Весьма возможно, что в наиболее резких случаях этого рода несоответствие между отцовским и материнским хроматином становится столь значительным, что способно исключить возможность амфимиксиса и обусловить партеногенез. Необходимы исследования, чтобы проверить справедливость этих заключений или по крайней мере подтвердить правильность основных посылок. Быть

может, это должно было бы быть сделано нами, но мы предоставляем это специалистам; мы не берем на себя смелости решать проблему, а только ставим ее.

Для полноты следует еще несколько остановиться на в высшей степени редких, но все же известных случаях полового общения между особями рода человеческого того и другого пола и животными. Видовое различие тут немного меньше, нежели между иглокожими и моллюсками, скрещивание которых дало положительные результаты у Купельвизера и Леба. Но постановка опытов и даже простого обследования тут была весьма затруднительна.

Итак, не разрешив ни одного из поставленных вопросов, нам, как нам кажется, удалось показать, какой большой интерес для врачей и ветеринаров, а также ботаников и садоводов представляет исследование с этой точки зрения фактов, не привлекавших к себе должного внимания лишь потому, что о них мало знают. Необходимо самым тщательным образом исследовать те случаи скрещивания, когда расхождение признаков проявляется в первом поколении, в противоречии с законом Менделя.

Быть может, весь вопрос об односторонней наследственности должен быть освещен с этой точки зрения («Biologica»).

Перевел П. Бронштейн

## Невозможное не стало возможным

С.Л.Киселев,  
доктор биологических наук  
Институт общей генетики им.Н.И.Вавилова РАН  
Москва

Немногим менее 100 лет прошло после публикации статьи Ива Делаж (1854–1920) — французского зоолога, уделявшего особое

внимание изучению оплодотворения и партеногенеза. Делаж даже добился развития партеногенетической личинки морского ежа до взрослого состояния. В начале 20-го столетия, как пишет Делаж, «вызвать явление

партеногенеза у млекопитающих казалось совершенно невозможным, так как у них развитие яйца протекает в самом материнском организме». И хотя к тому времени Ж.Лебом и И.Делажем уже были проведены первые ус-

пешные эксперименты по культивированию партеногенетических клеток млекопитающих, никто не мог себе представить, что через 30—40 лет оно станет обычным, а еще через четверть века на свет появится первый ребенок (правда, не партеногенетический), зачатый в пробирке.

Ко второй половине XX в. манипуляции с клетками и внутриклеточным генетическим материалом были довольно рутинными. Последователи Леба активно работали над развитием технологии партеногенеза и немало в этом преуспели. Сегодня уже без особых трудностей получают *in vitro* (в культуре) партеногенетические клетки организмов различных видов млекопитающих, в том числе мыши, обезьян и даже человека. Почему это представляет интерес? При естественном оплодотворении в клетке возникают два генома — материнский и отцовский, которые на определенном этапе могут обмениваться частями хромосом, т.е. генетической информацией. В результате новый организм и все его клетки имеют уникальный, неповторимый геном. Но именно это и осложняет восстановление тканей и органов. Регенеративной медицине требуется полная совместимость тканей донора и реципиента. Иными словами, нужны генетически идентичные клетки, а их можно получить с помощью технологии партеногенеза — ведь достаточно только одного генома, а не двух (материнского и от-

цовского), чтобы выполнялась программа развития.

Партеногенетически развивающуюся яйцеклетку многие исследователи используют для получения эмбриональных стволовых клеток. Например, в 2002 году созданы первые линии таких клеток обезьян, а через пять лет — клеток человека. Большой вклад в эти работы внес наш соотечественник Шухрат Миталипов, сегодня работающий в США. Однако, несмотря на определенные технические достижения, полностью обмануть природу не удастся. Даже на самых ранних этапах партеногенетического развития происходят существенные нарушения — например, в аппарате клеточного деления. Вероятно, это и приводят к тому, что *in vivo* (в живой системе) партеногенетические особи не получены. В 2004 г. была опубликована работа, в которой исследователи представили научную сенсацию: они все-таки получили живой организм — мышку — из партеногенетических клеток. Мышка даже дала потомство, но для этого генетикам пришлось повозиться, чтобы еще до партеногенеза инактивировать так называемые импринтированные гены\*.

\* Это особый вид генов, для которых существует определенная закономерность: какой аллель гена, отцовский или материнский, должен работать в новом организме. В случае искусственного партеногенеза эта закономерность нарушается и приводит к гибели организма.

Современными тонкими методами исследования сегодня обнаружены редкие случаи спонтанного материнского партеногенеза у человека, однако это были аномалии, которые приводили к ненормальному течению беременности. Совсем недавно описана необычная патология — пациентка оказалась партеногенетической химерой. Это значит, что ее ткани состояли из тех, что образовались в процессе нормального развития и тех, которые были результатом партеногенеза. Но не забудем, это была патология, при которой отсутствовала способность к воспроизводству.

Что же теперь можно сказать о пугающем предположении Делая: «возможно, что среди людей существуют партеногенетические особи, продукты мужского или женского партеногенеза; мы постоянно встречаемся с ними, но у нас не возникает и сомнения относительно особенностей их происхождения, так как эти особенности не выражены в каких-либо необычайных и необъяснимых свойствах этих особей».

Скорее всего, в природе таких организмов среди млекопитающих и не существует. Целый ряд молекулярных механизмов убеждает нас от встречи с нашим «генетическим зеркалом». Более того, все попытки искусственно создать такую идеальную копию пока не увенчались абсолютным успехом, и мы еще находимся «в добросовестных поисках истины». ■



# Новости науки

## Астрофизика

### Происхождение космических лучей поставлено под сомнение

Считается, что космические лучи — заряженные частицы сверхвысоких энергий, приходящие к Земле со всех направлений из космических далей, — это ядра гелия и водорода, разогнанные до релятивистских скоростей в мощных магнитных полях, порожденных взрывами сверхновых. Однако новые данные, собранные российской орбитальной обсерваторией PAMELA (Antimatter Matter Exploration and Light-nuclei Astrophysics), заставляют усомниться в этом механизме ускорения легких ядер, до сих пор наиболее популярном объяснении происхождения космических лучей.

Согласно существующим представлениям, взрывы сверхновых создают в расширяющейся оболочке сверхновой и в межзвездной среде ударные волны. Эти потоки ионизированного газа генерируют мощные магнитные поля, которые, в свою очередь, разгоняют альфа-частицы и протоны до релятивистских скоростей и выбрасывают их в межзвездное пространство.

В течение трех лет орбитальная обсерватория PAMELA регистрировала частицы космических лучей, в основном ядра водорода и гелия, с энергиями в диапазоне от  $10^9$  до  $10^{12}$  электронвольт, что сравнимо с энергиями протонов в самом мощном наземном ускорителе. В отличие от наземных детекторов, орбитальная обсерватория могла регистрировать протоны и альфа-частицы по отдельности. Это позволило построить энергетические спектры (распределения частиц по энергиям) для каждого из этих видов частиц, и они оказались раз-

личными! Но магнитные поля ударных волн должны ускорять эти два вида частиц одинаково, поэтому объяснить это расхождение, предполагая, что они ускорялись в одной и той же ударной волне, невозможно. Различие в наклоне энергетических спектров позволяет предполагать разные механизмы ускорения для протонов и альфа-частиц и искать иные астрономические объекты как возможные источники космических лучей. Так, это могут быть взрывы новых звезд (т.е. меньшие по мощности энерговыделения термоядерные взрывы на белых карликах) или пузыри горячего ионизированного газа, надуваемые истечением вещества из массивных горячих звезд.

Однако не все астрофизики согласны с тем, что традиционное объяснение механизма ускорения частиц космических лучей должно быть отброшено. Различие в спектрах хоть и статистически значимо, но невелико и может объясняться приходом частиц от разных сверхновых с разной мощностью магнитных полей и разным соотношением водорода и гелия в оболочках сверхновых или же пространственными неоднородностями ударной волны от одной и той же сверхновой.

Science. Published online March 3, 2011.  
doi:10.1126/science.1199172 (США).

### Космические исследования. Организация науки

### Премии в области науки и инноваций — молодым ученым

7 февраля 2011 г. Д.А.Медведев подписал Указ о присуждении премии Президента Российской Федерации в области науки и инноваций для молодых ученых за 2010 г. сотрудникам Института космических ис-

следований РАН кандидатам физико-математических наук Максиму Игоревичу Мокроусову и Антону Борисовичу Санину — «за разработку уникального космического нейтронного детектора ЛЕНД и получение с его помощью новых результатов в изучении Луны».

М.И.Мокроусов (выпускник Московского авиационного института) и А.Б.Санин (выпускник Московского инженерно-физического института) работают в лаборатории космической гамма-спектроскопии, которой руководит доктор физико-математических наук И.Г.Митрофанов. Основное направление исследований этой лаборатории состоит в изучении космического пространства и небесных тел Солнечной системы, которое проводится методами ядерной физики с борта космических аппаратов. Эти работы позволяют измерять состав вещества на поверхности небесных тел и оценивать содержание в нем воды и других летучих соединений.

Молодые ученые внесли решающий вклад в создание уникального космического нейтронного телескопа ЛЕНД (Lunar Exploration Neutron Detector — Лунный исследовательский нейтронный детектор) и в получение первых результатов исследования поверхности Луны с его помощью<sup>1</sup>.

В задачи физика-экспериментатора Санина входили разработка и испытания этого ядерно-физического прибора, а также анализ полученных экспериментальных данных; инженер-разработчик Мокроусов занимался конструированием высокотехнологичной бортовой аппаратуры ЛЕНД и ее наземной отработкой для проведения

<sup>1</sup> Стартовал к Луне и начал работать российский нейтронный детектор ЛЕНД // Природа. 2009. №9. С.85.

исследований на окололунной орбите. Благодаря этому инновационному прибору на лунных полюсах были обнаружены районы «вечной мерзлоты» с высоким содержанием водяного льда в реголите — верхнем слое грунта. Достигнутые результаты оказали существенное влияние на отечественную программу изучения и освоения Луны. В частности, Федеральное космическое агентство запланировало направить на лунные полюса в 2013–2014 гг. российские автоматические станции проектов «Луна-Ресурс» и «Луна-Глоб».

В настоящее время сотрудники лаборатории успешно проводят в космосе три эксперимента с российскими научными приборами: «БТН-Нейтрон» (бортовым телескопом нейтронов) — на российском сегменте Международной космической станции, ХЕНД (High Energy Neutron Detector) — на марсианском спутнике НАСА «Mars Odyssey» (запуск 2001 г.) и ЛЕНД — на лунном спутнике НАСА «Lunar Reconnaissance Orbiter» (запуск 2009 г.).

Совместная творческая работа молодых ученых обеспечила общий успех всего коллектива лаборатории — с 20 июня 2009 г. российский прибор ЛЕНД штатно функционирует на окололунной орбите, а первые научные результаты исследований уже получили признание специалистов как достижения мирового уровня.

По сообщениям Пресс-службы Института космических исследований РАН, Москва

## Космические исследования

### Экзопланетная система Кеплер-11

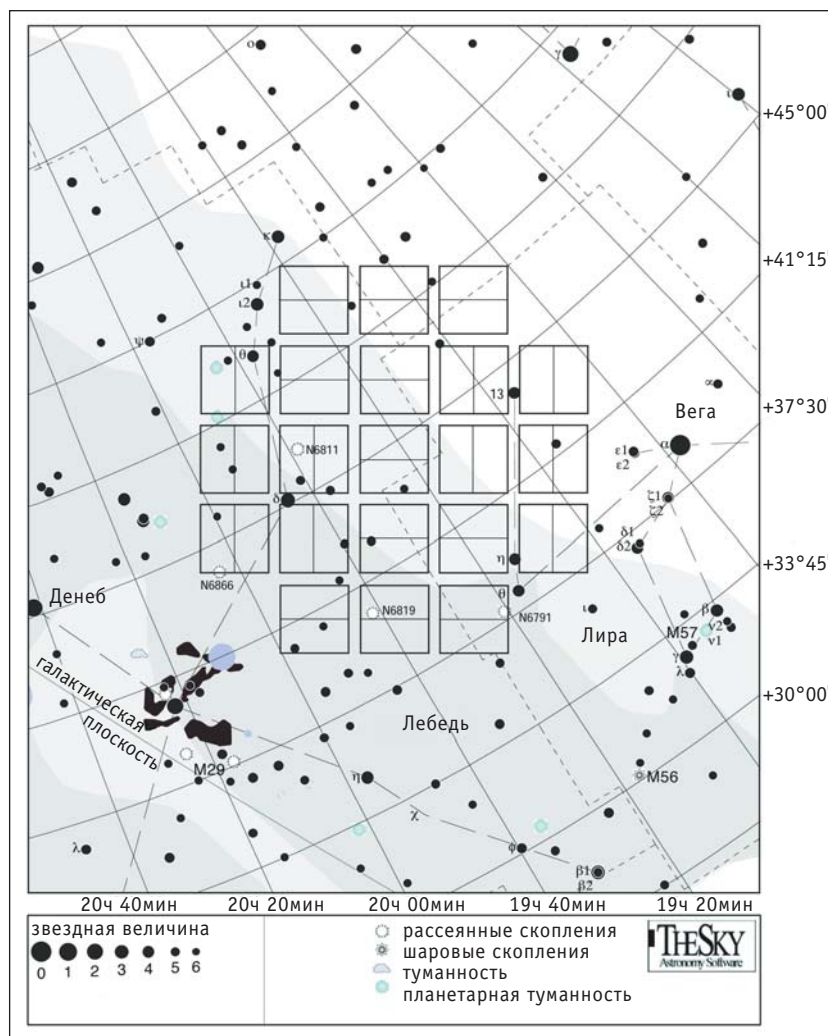
Группа американских астрономов с помощью орбитальной обсерватории «Кеплер» обнаружила<sup>1</sup> новую планетную систему, содержащую не менее шести планет, одна из которых попадает в «зону жизни» — область расстояний от звезды, где на поверхности планеты возможно существование жидкой воды.

<sup>1</sup> Lissauer J.J., Fabrycky D.C., Ford E.B. et al. A closely packed system of low-mass, low-density planets transiting Kepler-11 // Nature. 2011. V.470. P.53–58.

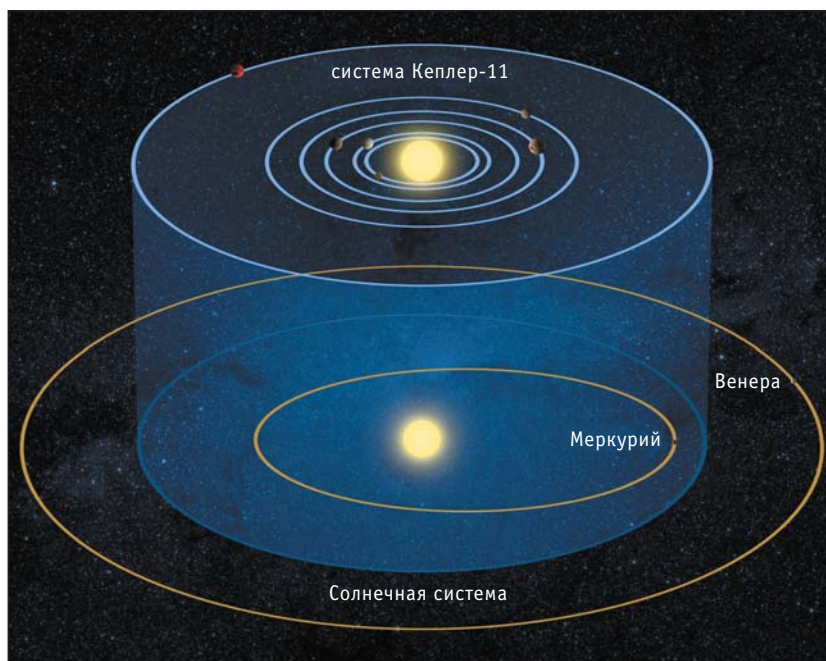
Спутник «Кеплер» (НАСА) с оптическим телескопом диаметром 95 см был выведен на гелиоцентрическую орбиту в марте 2009 г. специально для поиска экзопланет методом прохождений (путем фиксации момента прохождения планеты на фоне диска ее центральной звезды). В такие моменты планета закрывает собой небольшую долю звездного диска, что проявляется как слабое затмение звезды и позволяет не только установить факт существования планеты, но и измерить ее диаметр (по длительности начала или конца затмения), определить размер орбиты (по времени между последовательными затмениями) и другие характеристики.

Поскольку космическому телескопу не мешает земная атмосфера, он может фиксировать малейшие изменения яркости звезды, указывающие на прохождение перед ней даже таких маленьких планет, как Земля. Именно в этом и состоит главная задача обсерватории «Кеплер» — искать планеты земного типа.

Телескоп «Кеплера» обладает уникальными параметрами: он способен непрерывно измерять блеск около 150 тыс. звезд в поле зрения  $10 \times 10^\circ$  (такую площадку на небе мы закрываем ладонью вытянутой руки). Аппарат непрерывно смотрит в сторону созвездий Лебедь и Лира, немного захватывая созвездие Дракон. Эта область выбрана не слу-



Карта звездного неба в области созвездий Лебедь и Лира. В центре отмечена область, наблюдаемая телескопом «Кеплер». Отдельные прямоугольники показывают положение ПЗС-матриц в фокусе телескопа. Серый фон — Млечный Путь.



Масштабное изображение планетной системы Кеплер-11 в сравнении с центральной частью Солнечной системы. Рисунок НАСА.

чайно: она богата яркими звездами галактического диска и доступна всем крупным наземным телескопам для вспомогательных наблюдений. От «Кеплера» ожидали массового обнаружения планет земного типа, но первые полгода он работал не очень уверенно. Однако затем все наладилось и результаты пошли. С помощью «Кеплера» уже найдено и изучено несколько десятков экзопланет, а в процессе исследования находится еще много сотен. Для надежного сообщения об открытии, а тем более — для измерения параметров экзопланеты необходимо неоднократно наблюдать ее прохождение на фоне диска звезды, а для этого требуется время. Гарантийный срок работы спутника 3,5 года, впрочем, нет сомнений, что он проработает дольше. Фактически на 2 февраля 2011 г. в каталоге «Кеплера» уже числилось более 1235 заподозренных экзопланет в 997 планетных системах, а ведь его телескоп видит всего лишь 1/400 часть небосвода. Так что космические обсерватории подобного типа способны обнаружить и изучить как минимум сотни тысяч экзопланет в наших, весьма небольших, окрестностях Галактики. Сей-

час это главный результат работы «Кеплера» — в Галактике многие миллионы планетных систем!

Опубликованное 3 февраля 2011 г. сообщение об открытии планетной системы у звезды Кеплер-11 приковало к себе всеобщее внимание: это первая система из шести надежно обнаруженных планет умеренной массы на круговых орбитах, причем одна, как уже сказано, располагается в зоне жизни. Нужно отметить, что звезда Кеплер-11 имеет и другие имена, поскольку ранее была занесена и в другие астрономические каталоги. Но ясно, что под именем Кеплер-11 она теперь будет упоминаться чаще всего. Это желтый карлик спектрального класса G, невидимый для невооруженного глаза, поскольку имеет блеск 14<sup>m</sup>. На небе Кеплер-11 располагается в созвездии Лебедь, в полосе Млечного Пути, и удалена от нас довольно сильно — на 2000 св. лет. Как и наше Солнце, это звезда галактического диска. Ее масса, радиус, температура и химический состав практически такие же, как у Солнца. Правда, Кеплер-11 на 2—3 млрд лет старше Солнца, но это лишь увеличивает шансы обнаружить в ее планетной системе жизнь на продвинутой стадии развития.

Свойства этой планетной системы действительно удивляют. Она очень компактная: все шесть довольно крупных планет разместились в области меньшей, чем орбита Венеры. Все движется строго в одной плоскости по круговым орбитам. Орбитальные периоды пяти внутренних планет (Кеплер-11b, c, d, e, f) лежат в диапазоне от 10 до 47 сут, а у шестой, самой интересной планеты (Кеплер-11g) год длится 118,4 сут. Она движется на расстоянии 0,46 а.е. от звезды и, весьма вероятно, является не последней планетой в этой системе.

Массы планет в порядке их расстояния от звезды таковы: 4,3, 13,5, 6,1, 8,4, 2,3 и менее 300 масс Земли. Как видим, с массой самой внешней планеты Кеплер-11g полной определенности пока нет. Но, учитывая, что диаметры всех шести планет заключены в диапазоне от 0,3 до 0,4 диаметров Юпитера, можно полагать, что и шестая планета не слишком массивна. Все они, скорее всего, представляют собой каменные тела, покрытые мощной атмосферой и почти наверняка с большим количеством воды — что-то среднее между супер-Землей и Ураном.

Разумеется, астрономам уже известны экзопланеты, значительно более похожие на Землю. Например, планета Кеплер-10b имеет размер 1,4 земных и массу в 4,6 раза больше земной. Ее средняя плотность в 1,5—2 раза больше, чем у Земли, что с учетом дополнительного сжатия (за счет большей массы) говорит о примерно таком же составе, как у нашей планеты. Однако подобные клоны Земли до сих пор обнаруживались в неподходящих местах — за пределом зоны жизни их звезд. А планета Кеплер-11g, по видимому, расположилась на горячем краю этой зоны.

В ближайшие месяцы астрономы ожидают от обсерватории «Кеплер» новых интересных открытий. С вероятностью 90% будет доказано существование заподозренных сейчас 1235 планет. Среди них 68 имеют размер близкий к земному, а 288 — это так называемые супер-Земли, верхней границей массы которых обычно считают 10 масс Земли. Еще 662 планеты близки по



размеру к Нептуну, 165 — к Юпитеру, а 19 планет даже заметно превышают Юпитер. В зону жизни своих звезд попадают 54 планеты, причем пять из них менее чем вдвое превышают по размеру нашу Землю. Именно они представляют наибольший интерес для поисков жизни. Но массовое открытие таких планет — впереди. Действительно, планета типа Земли обращается вокруг звезды типа Солнца за год. Для надежного обнаружения такой планеты нужно пронаблюдать хотя бы два ее прохождения перед звездой. А «Кеплер» работает на орбите менее двух лет.

В заключение отмечу, что объем информации, приходящей от обсерватории «Кеплер», огромен. Поэтому требуются волонтеры с компьютером для помощи астрономам в поиске новых планет. Каждый желающий может включиться в охоту за планетами, зайдя на сайт <http://www.planethunters.org>. Хотите открыть планету?!

© В.Г.Сурдин,

кандидат физико-математических наук,  
Москва

## Охрана природы

### Беловежские зубры в Горном Алтае

В 2008 г. исполнилось 85 лет с начала работ по восстановлению численности беловежского зубра (*Bison bonasus bonasus*) в России. До настоящего времени этот вид считается исчезающим и внесен в Красные книги (Международную и России), а также в регистрируемый Европейским фондом дикой природы (WWF) список видов, находящихся под угрозой исчезновения.

Почти три десятилетия в Алтайском экспериментальном хозяйстве Сибирского отделения РАН — Чергинском зубропитомнике — ведутся работы по интродукции и разведению зубра в вольерных условиях. Сюда из Приокско-Террасного заповедника были завезены девять самок и три самца в возрасте от 10 мес. до 10 лет, ставшие основателями алтайской популяции. А.В.Кушнир и В.А.Попов (Институт цитологии и генетики СО РАН, г.Ново-

сибирск) сообщают об особенностях содержания и размножения беловежских зубров в Горном Алтае.

Питомник занимает территорию около 450 га в низкогорном районе со среднегодовой температурой воздуха +1.8°C. Высота снежного покрова, который устанавливается в середине ноября, а разрушается в начале апреля, невелика — в среднем 31 см. Почти половина территории парка занята лиственнично-березовыми лесами, вторая — различными лугами. В теплый период года зубры питаются естественно растущими и сеянными травами. Зимой получают сено и молотое зерно с добавкой мела, а также поедают кору и тонкие ветки осины, черемухи и березы, в том числе заготавливаемые сотрудниками вне территории парка. Несмотря на относительно небольшую глубину снежного покрова, зубры добывают корм из-под снега лишь изредка.

Средний возраст самок во время первого отела — 54.3 мес, интервал между отелами составлял 19.2 мес, средняя доля половозрелых самок, принимающих участие в размножении, — 48%. Авторы заключают, что процесс акклиматизации беловежского зубра в Горном Алтае прошел успешно: ежегодный прирост стада достигал в среднем 6%, и в настоящее время алтайская популяция составляет почти десятую часть от российской.

Сибирский экологический журнал.  
2010. №5. С.835—839 (Россия).

## Геофизика

### Промерзание грунта влияет на перенос радона

Измерения концентрации радона в воздухе и связанной с ней плотности его потока с поверхности почвы проводятся для решения различных геофизических и геоэкологических задач: поиска месторождений урана, геологического картирования территорий, при санитарной оценке участков застройки, прогнозирования землетрясений. Одна из проблем интерпретации экспериментальных данных состоит в сложности оценки тех ошибок, которые могут быть вызваны процессами, влияющими на

распределение радона в верхнем слое грунтов.

Для выяснения величины таких ошибок А.В.Климшин с коллегами (Институт геофизики Уральского отделения РАН, г.Екатеринбург) построили количественную модель, описывающую процесс переноса радона в случаях промерзания грунта в зимнее время. В основу модели легло предположение, что проницаемость грунтов для радона падает по мере увеличения мерзлого слоя.

Экспериментальная часть исследования была организована зимой на полигоне Института геофизики. Там на скальных грунтах, залегающих на глубине 10.5 м, находится элювиальная супесь с дрсевой и прослоями суглинки. Максимальная глубина промерзания грунта во время эксперимента составляла 0.5 м, отбор проб проводили на уровнях 0.7 и 2.7 м.

Оказалось, что коэффициент диффузии радона в полуметровом слое мерзлых грунтов приблизительно в 10 раз меньше значения, полученного до их промерзания. Уменьшение диффузии приводит к снижению плотности потока радона с поверхности почвы и увеличению его концентрации на глубине 0.7 м в среднем в 1.80 и 1.72 раза соответственно.

Авторы считают, что при интерпретации измерений в геофизических и геоэкологических исследованиях необходимо учитывать сезонную вариабельность коэффициента диффузии. Если глубина промерзания и диффузионные свойства грунтов неизвестны, полученные коэффициенты можно использовать для приблизительных оценок.

Вестник Камчатской региональной ассоциации «Учебно-научный центр».

Науки о Земле. 2010.

№2. Вып.16. С.146—151 (Россия).

## Климатология

### Срединно-эоценовый температурный оптимум

Долговременное похолодание было прервано около 40 млн лет назад срединно-эоценовым температурным оптимумом (СЭТО). В этот период, продолжавшийся около 400 тыс. лет, температура поверх-

ности океана и придонной воды повысилась повсеместно на 4–6°C, что установлено по содержанию стабильного изотопа кислорода в фораминиферах. Как считают некоторые палеоклиматологи, снижение в это время скорости накопления карбонатных отложений свидетельствует о росте кислотности океанской воды вследствие повышения концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере.

Группа голландских и английских ученых под руководством П.Биджла и А.Хубена (P.Bijl, A.Houben; Утрехтский университет, Нидерланды), реконструировала динамику температуры поверхности моря и концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере на протяжении СЭТО на основе изучения кернов из скважины №1172, которая была размещена на Восточно-Тасманийском плато в соответствии с Программой бурения океанского дна (ODP). Для оценки температуры поверхности моря применялись два независимых косвенных показателя: индекс ненасыщенности алкенонов и индекс тетраэфиров, содержащих 86 атомов углерода. Концентрация CO<sub>2</sub> оценивалась по избытку стабильного тяжелого изотопа углерода ( $\delta^{13}\text{C}$ ) в алкенонах, синтезируемых лишь одним видом водорослей. Фракционирование изотопов углерода при биосинтезе алкенонов зависит от концентрации CO<sub>2</sub>, растворенного в морской воде, что и позволяет использовать  $\delta^{13}\text{C}$  в алкенонах как косвенный показатель содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере. Однако степень фракционирования в этом процессе зависит еще и от содержания фосфатов в морской воде, что делает подобные оценки очень приблизительными. К тому же зависимость содержания CO<sub>2</sub> от  $\delta^{13}\text{C}$  экспоненциальная, что еще больше увеличивает погрешности в оценках этой величины. Но даже при нулевой концентрации фосфатов в морской воде рост атмосферного содержания CO<sub>2</sub> в течение СЭТО оказался весьма впечатляющим — от 600 ppmv (объемных частей на миллион) перед началом потепления до 6400 ppmv в его наивысшей точке.

По оценкам авторов исследования, рост температуры поверхнос-

ти моря в течение СЭТО составил от 3 до 6°C (от 24–26°C непосредственно перед началом потепления до свыше 28°C на его пике). Выведенная из этих оценок долговременная чувствительность климата к росту содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере (без учета положительных обратных связей) составляет от 2 до 5°C при удвоении содержания CO<sub>2</sub>, что несколько больше, чем прежде предполагалось.

Science. 2010.

V.330. P.819–821 (США).

## Палеонтология

### Какими были яйца птерозавров

Длительное время считалось, что птерозавры — обширная группа летающих ящеров, живших с конца триаса (210 млн лет назад) до конца мела (65 млн лет назад), — по особенностям репродукции были похожи на птиц: откладывали яйца с твердой скорлупой, высидывали их и заботились о вылупившихся детенышах, пока те не начинали летать. Однако находки яиц птерозавров с эмбрионами, а также остатков новорожденных и молодых особей перевернули представление о размножении этих исчезнувших животных. Оказалось, что их репродукция схожа с таковой у существующих ныне чешуйчатых рептилий (ящериц и змей). Яйца, покрытые мягкой кожистой оболочкой, не насиживались родителями, а скорее всего инкубировались в почве, что предполагает развитие эмбрионов в условиях переменных температур и противоречит представлениям о теплокровности птерозавров. Детеныши на момент вылупления были настолько развиты, что могли сразу начинать самостоятельную жизнь и не требовали родительской заботы. Эти заключения не согласуются с общими представлениями, что по образу жизни, физиологии и экологии летающие ящеры были более похожи на птиц и летучих мышей, чем на рептилий.

Группа палеонтологов из КНР и Великобритании во главе с Жунчен Лю (Junchang Lü et al.) описали самку птерозавра дарвиноптеруса

(*Darwinopterus*), сохранившуюся в отложениях провинции Ляонин (Китай). Находка представляет собой почти полный скелет птерозавра среднего размера (длина черепа 15 см, размах крыльев 78 см) и отпечаток яйца, видимо, выпавшего из яйцевода самки уже после ее гибели. На примере этой особи палеонтологи показали половые различия во внешней морфологии дарвиноптерусов — самцы имели относительно узкий по сравнению с самками таз и большой костяной гребень на голове, отсутствующий у самок, — а также подтвердили их рептильный характер воспроизводства.

Готовое к откладке яйцо дарвиноптеруса, как и у других птерозавров, было покрыто мягкой кожистой оболочкой. По сравнению с массой взрослой самки оно поразительно невелико (28x20 мм, масса 6.1 г). Птицы сходного веса (110–220 г) откладывают яйца почти вдвое или втрое более тяжелые (10.3–17.8 г), поскольку в них содержатся все необходимые для развития вещества. Эмбрионы дарвиноптеруса, напротив, получали требуемую для дальнейшего развития воду уже в процессе инкубации, из почвы через поры кожистой оболочки яйца. Это позволяло откладывать относительно мелкие яйца, масса которых существенно увеличивалась по мере развития. По расчетам палеонтологов, яйцо дарвиноптеруса в конце эмбриогенеза должно было весить около 11 г, а новорожденный детеныш — 4.7 г.

Вероятно, малые затраты ресурсов на формирование яиц и отсутствие заботы о кладке и новорожденных были выгодны летающим рептилиям, так как позволяли уменьшить массу тела и способствовали сохранению энергии.

Science. 2011.

V.331. №6015. P.321–324 (США).

## Палеогеография

### Малый ледниковый период в Западной Сибири

Малый ледниковый период (1550–1850) — одно из многих кратковременных глобальных похолода-

ний, наиболее ярко проявившееся в Северном полушарии. Т.Н.Жилина из Томского государственного университета, обобщив архивные материалы, данные спорово-пыльцевых, дендрологических и гляциологических исследований, описала особенности протекания этого периода на территории Западной Сибири: понижение температуры воздуха, увеличение ледовитости (время покрытия льдом) арктических морей, раннее замерзание и позднее вскрытие рек, продвижение к югу границы многолетней мерзлоты.

Снижение температур не было постепенным и однонаправленным, тем не менее в среднем понизились и летние, и зимние их значения, особенно в северных районах Западной Сибири. Изменился и режим осадков: зимние периоды стали более многоснежными, а летние — засушливыми. Рост ледовитости заметно сократил судоходство в арктических водах с середины XVII до середины XIX в., а с конца XVII до начала XVIII в. льды почти постоянно блокировали побережье Сибири. Ледостав и вскрытие рек на юге Западной Сибири происходили в сроки, близкие к современным, но в более северных областях период без льда был значительно меньше. В отдельные годы Обь в районе Салехарда замерзала почти на 40 дней раньше, чем ныне, и освобождалась ото льда лишь к середине лета. Суровые климатические условия вызвали прогрессирующее развитие мерзлоты, граница которой сместилась к югу. В середине XVIII в. даже у Тобольска (58°с.ш.) встречались участки с мерзлыми грунтами. Сезонное оттаивание многолетнемерзлых пород было незначительным — например, у г.Березова (64°С) почва протаивала лишь до 0.76 м, тогда как сейчас — до 2—2.5 м.

Малый ледниковый период в Западной Сибири подразделяют на три фазы, различающиеся по теплоты и влагообеспеченности, а также по особенностям сезонов года<sup>1</sup>. Во

времена нисходящей фазы (1550—1600) климатических наблюдений в Западной Сибири не было, однако дендрологические, спорово-пыльцевые и изотопные данные фиксируют этот переходный от тепла к холоду период. Кроме того, именно с этого времени на европейской территории Руси отмечено возрастание количества экстремальных природных явлений (раннего наступления холодов, необычной суровости зим, поздних весен, наводнений и др.). В средней фазе (1600—1800) — «ядре» — отмечались наибольшая суровость и относительная стабильность сезонных погод. Зима в то время была длинной, весна — короткой и теплой, что вызывало быстрое таяние снегов и широкие разливы рек; лето — непродолжительным, но сухим, нередко — жарким; осень — холодной и дождливой, с ранними заморозками и рано ложившимся снегом. В восходящей фазе (1800—1850) все сезоны отличались неустойчивостью: морозные зимы чередовались с относительно теплыми; жаркие и засушливые летние периоды — с холодными и дождливыми. Весна наступала несколько раньше, чем в предыдущей фазе, но позже, чем ныне; осень начиналась рано и довольно быстро переходила в зиму. Тем не менее именно в те времена происходило освоение Западной Сибири русскими и адаптация их к суровым климатическим режимам региона.

Вестник Томского государственного университета.  
2010. №340. С.206—211.

## Экология

### Экспансия элодеи канадской в Восточной Сибири

Элодея канадская (*Elodea canadensis*), или водяная чума, — североамериканское многолетнее травянистое растение с погруженными в воду длинными стеблями. Она появилась в Евразии в первой половине XIX в. на Британских островах и к настоящему времени распространилась уже по всей Европе и значительной части России. Б.Б.Базаро-

ва (Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г.Чита) и Н.М.Пронин (Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г.Улан-Удэ) проанализировали пути расселения *E.canadensis* в северной Евразии и особенности экологии вида в Восточной Сибири — на периферии российской части ареала.

Основными механизмами распространения этого чужеродного вида в акваториях Евразии были интродукция (преднамеренный и непреднамеренный завоз) и самостоятельное расселение (в основном водотоками). Первый путь обеспечил формирование географически удаленных друг от друга очагов элодеи, второй — расселение внутри бассейнов.

В Байкальском регионе элодея канадская впервые появилась в 60-х годах прошлого века в Иркутском водохранилище и на р.Ангаре у Иркутска и Ангарска. Этот антропогенный очаг, откуда *E.canadensis* попала в бассейн Енисея и в оз.Байкал, стал центром экспансии вида в Восточной Сибири. По ангаро-байкало-селенгинскому коридору элодея расселилась в бассейны Лены и Амура, т.е., преодолев мировой водораздел, начала осваивать бассейн Тихого океана.

Быстрое распространение элодеи канадской в оз. Байкал связывают с интенсивным судоходством. Пространственное распределение *E.canadensis* в прибрежной зоне озера и других водоемах Байкальского региона определяется их температурными условиями, наличием илистых грунтов, химическим составом и прозрачностью вод, а также отсутствием волноприбойного перемешивания до дна. Циклическая динамика развития элодеи (бурное разрастание после интродукции, последующее снижение количества и переход в относительно стабильное состояние) авторы связывают с уровнем воды в водоемах, зависящим от внутриводных колебаний общей обводненности территории.

Российский журнал биологических инвазий.  
2010. №3. С.2—12  
(Россия).

<sup>1</sup> Малолетко А.М. // География и природопользование Сибири. Барнаул, 2003. Вып.6. С.8—25.



# Студенты биофака МГУ пишут о войне...

О.О.Астахова,  
Москва

«В се книги о Великой Отечественной уже написаны», — сказал Григорий Бакланов, замечательный писатель, фронтовик. Это так и не так. Дети и война. Глаза и память тех, кто увидел ее совсем ребенком, кто осознал войну подростком или родился после войны. У каждого, кто пережил ее, — своя память. Она неповторима и самоценна как маленькое зеркало огромной трагедии нашей страны.

Так начинается книга «Дети и 41-й год», написанная выпускниками биофака Московского университета. Она имеет подзаголовок, уточняющий ее смысл и содержание: «Что мы помним о войне. Что мы знаем о войне». 55 авторов, 324 страницы текста, более 40 фотографий. Книга — документ, скол непосредственной памяти очевидцев — была задумана О.А.Гомазковым, физиологом, доктором биологических наук, который давно окончил биофак, но до сих пор остается активным участником знаменитой когда-то агитбригады МГУ. Его идею собрать и опубликовать воспоминания детей военных лет с энтузиазмом поддержали члены живущего и ныне этого коллектива. Тогда его лидеры и обратились с призывом:

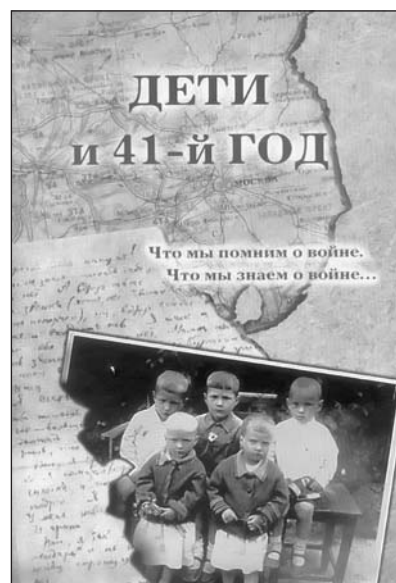
*Наше поколение — те, кому сейчас под семьдесят и за семьдесят, — последние свидетели Великой Отечественной войны*

*1941—1945 гг. Мы не участвовали в войне, но прошли через то время сами или памятью наших родителей. Мы хотим собрать воспоминания. Кто и что помнит о том времени? Где и как застал июнь 41-го? Как пережил сам и близкие войну? Что было после Победы?*

*Наша агитбригада («Хор всех времен и походов») являет собой социальный «сгусток», объединивший девочек и мальчиков большого возрастного диапазона: от тех, кто родился в 1930-м (и встретил войну уже осознанно), до молодой 20—25-летней современной поросли, которая знает о той войне в дальних пересказах, из нашей прессы и ТВ, и, быть может, знает очень превратно. Этот диапазон, эти сопоставления важны — речь идет об истории нашей Родины. О понимании и осмыслении ее спустя 65 лет после Победы. Речь идет о памяти тех, кто защитил нас, о чести наших родных, ибо мы — их продолжение.*

За короткий срок на эту просьбу откликнулось более 50 человек — от 16 до 85 лет. Среди них в основном участники знаменитой агитбригады биофака МГУ 50—60-х годов, бывшие студенты, а также их дети, внуки, друзья со стороны. Большинство их — люди в возрасте, пенсионеры или еще работающие, живущие ныне по-разному, но все сходные в ТОЙ памяти.

Рассказы отличаются по силе впечатлений, числу страничек



ДЕТИ И 41-й ГОД. ЧТО МЫ ПОМНИМ О ВОЙНЕ. ЧТО МЫ ЗНАЕМО ВОЙНЕ.../Воспоминания бывших студентов биофака МГУ.

М.: ИКАР, 2010. 324 с.

© Астахова О.О., 2010



Еще не было войны. Харьков. Лето 1939 г.



У войны не детское лицо.

и художественности, однако все они — отпечатки искренней детской и юношеской памяти, так нужной для последующих поколений. «Быть может, наш сегодняшний общественный и социальный статус побуждает обратиться к памяти братства и поддержки, к примерам терпения и патриотизма?» — говорит в авторском предисловии.

Сейчас, накануне 70-й годовщины «22 июня» (дата сама по себе настолько памятная, что не требует уточнений) эта книга представляет отдельный документ той эпохи. Как эпиграф звучат строки из знаменитой бардовской песни Дмитрия Сухарева, тоже биофаковца тех лет и одного из авторов сборника: «...Вспомните, ребята, — это

только мы видали с вами, как они шагали от военкомата с бритыми навечно головами».

...Московские бомбежки, эвакуация, житье под немцами и странствия по дорогам беды и горя. Разные и единые во многом судьбы. Они знали, что там, на фронте, их защищают отцы, старшие мужчины, всегда думали о них, страдали с ними. Но было еще что-то не менее важное. Пожалуй, главная тема этих воспоминаний — мамы и бабушки, которые сберегали детей от болезней и смерти в военные годы — в осажденной Москве, в эвакуации, в оккупации... в холоде и голоде, под бомбами и дулами автоматов. Видевшие своих детей и внуков урывками и по ночам, пахавшие землю на себе и последней коровенке, менявшие на толкучке вещи на еду...

Сколько лет тогда было им, мамам? Около тридцати: для многих из нас они — сегодняшние младшие дочки. Сколько было бабушкам и престарелым дедушкам, которые не ведали о пенсионном сроке? Все тяготы легли на них, забывавших о своих недугах, болевших, умиравших... Все они держали тыл и свое продолжение жизни.

По завершении войны многие из старшего поколения заслуженно получили медали «За Победу в Великой Отечественной войне», «За доблестный труд...». Как мету их подвига. И все-таки, пожалуй, не хватало еще одной общей награды — медали «За спасение детей». Еще живы те, кто в 41—45-м воевал на фронте (немногие, но живы). И живы их жены, вдовы, сестры и дети, несмышлениши той поры, впитавшие дух единения, семьи, тревоги за своих близких и за страну.

Эта книга — серьезный социальный документ, написанный искренне и подробно. Быть может, эти воспоминания послужат поводом, документальным подспорьем для серьезного социологического исследования. И добавят толику честных и

объективных сведений о ТОЙ ВОЙНЕ и о людях, которые были ее свидетелями.

«Мы теперь знали, что война — это холод, это голод, это смерть и постоянная тревога». Ему, ребенку 41-го, придется познать страхи, несоизмеримые с «Аленьким цветочком».

*«Спасаясь от бомбежки, мы спрятались на краю необранного кукурузного поля. Перед нами — степь, и по ней идут наши отступающие части, а на них пикируют «мессеры» и косят из пулеметов. Гонялись за каждым человеком. Мама закопала меня в землю, оставив только лицо и утыкав сухим бурьяном. Я чувствовала тяжесть земли и смотрела в небо на страшно воющие самолеты...»*

*«К нам приставили немецкого часового. Его основным развлечением было через окно целиться в нас из автомата, а я все искала и не находила какой-нибудь уголок, чтобы спрятать брата и сестру. Они плакали и просили пить. Сколько мне было тогда? Думаю, не больше четырех лет, младшим — по два. Я уже ощущала себя старшей и ответственной. В ведре ни капли, плач не прекращается. Тогда я взяла кружку, написала в нее и дала им пить. Они морщились, но попили и утихли.»*

*«Пришел офицер и учинил на ломаном русском допрос. Видя, что мама не признается, он поставил меня к плите, как к стенке, навел пистолет и сказал, что застрелит «киндер». Тогда мама сказала ему громко и отчетливо, что вот наши придут к ним в Германию, и как ему понравится, если его детей так же будут убивать? Он убрал пистолет, потом ушел, сняв часового; полицей у нас больше не показывался...»*

**(Майя Макаренко)**

В рассказах сотни примет детского военного быта. Как рефрен — чувство постоянного голода и описание того, что ели, до мелочей, особое воспоминание



Здесь был наш дом. Минск. 1944 г.

о чем-то «вкусненьком». «Манная каша была для нас лакомством. Мама говорила, что, когда кончится война, мы все будем есть ее каждый день...».

Сердобольность — ныне почти забытое слово — была тогда спутником жизни. Совсем удивительно читать: «Военные и послевоенные годы моего детства остались в памяти как самые счастливые годы жизни...». Жизни временами невыносимой, искореженной... «Мы ценили жизнь по особым меркам...». И тут же детская тяга к радости: описание природы, необычного света, полей, лесов, животных.

*«Как семье офицера, в которой имелся маленький ребенок (брату было три года), нам полагалось две буханки хлеба в неделю. Мне было 8 лет, и, уже взрослая, я ходила 6–7 километров на склад за этим хлебом. Тропа тянулось по долине, кото-*

*рая весной была розовая от цветущего багульника. За каким-нибудь поворотом вдруг открывалось поле с белыми пионами. Я ложилась под кустик и любовалась ландышами. В низинах, в заболоченных местах росли фиолетовые ирисы. Однажды я услышала из перелеска рык тигра, очень испугалась, долго лежала на месте и затем тихонечко пошла домой. Я знала, что бежать нельзя. Тигры иногда заходили в наш поселок и задирали домашних коз. В тайге можно было встретить и волка, особенно зимой, но я почему-то не боялась и любила гулять одна...»*

**(Ия Куман)**

Война — это еще и воспитание. «На всю жизнь условиями военного быта нам были привиты чувство ответственности, трудолюбие, любознательность, самостоятельность». Все участ-





Мужчины грядущей поры. Москва. 1947 г.

ники этой книги закончили школу, почти не отставая в сроках; поступили в вузы, стали специалистами. И какая признательность школьным воспитателям, какие славные и никем не забытые имена учителей!

Удивительно, как часто упоминаются на страницах сборника слова «книга», «чтение», «театр» — хотелось погружения в мир словесного и музыкального образа, который, оказываясь, организует мозг и оберегает нашу психику. Анна Ахматова, вспоминая Пушкина, говорила, что он не только учит «держаться» хорошую речь, не только преподносит уроки нравственности, он вносит гармонию в наше сознание... Но и в том — заслуга и воспитующее участие тех, кто был рядом — матерей, бабушек, учителей в школах...

Мама работала с утра до ночи, недосыпала, недоедала,

сдавала кровь, чтобы подкормить меня и тетю Маню, но, как только она узнала, что открывается музыкальная школа, она нашла учительницу и упростила позаниматься со мной...

(Владимир Сперантов)

Из того терпения вышла тяга к радости. Вот почему, несмотря на обстановку, царившую в стране уже после войны, они оказались оптимистами как никакое другое поколение. Война «была определяющим моментом оптимистичной любви нашего поколения к жизни, к друзьям, ко всем радостям покоя...». Биофак послевоенных лет — особое общественное молодежное явление. Быть может, причиной тому и любовь к биологии, многогранной замечательной науке, несущей в себе черты романтизма и удивления, науке, воспитывающей искренность.

На страницах книги звучит

тема народного единения. Хотя люди есть люди: и не пускали на порог свои же родственники, и обворовывали доверчивых, и демонстрировали чванство... Однако большая часть памятных воспоминаний — о человечности и взаимопомощи, бескорыстии и самоотверженности. Единство народа — то были не пустые слова, — на страницах этой книги нисходит до уровня каждой семьи. В эвакуации — будь то на Урале, или в Средней Азии, или в Грузии — непременно находились люди, готовые потесниться, поделиться своим, разделить горе соотечественников. Было тогда такое понятие — соотечественники...

Сопровождать меня, пятилетнюю, было некому, и я поехала в плакатном вагоне одна, среди чужих людей. В Москве меня должен был встретить мой дядя, мамин брат. Когда

*поезд пришел в Москву, и я вышла на перрон, увидела, что никто за мной не пришел. Тогда две очень милые женщины, ехавшие со мной, решили сами отвезти меня домой по адресу, который я помнила. Мы путешествовали по Москве до самого вечера и нашли все-таки наш дом. У меня сложилось такое ощущение, что в послевоенные годы среди разрухи и голода, наш народ жил как одна семья.*

**(Ия Куман)**

Многие из авторов книги — москвичи, которые детской памятью испытывали трагедию событий первых недель и месяцев войны. Среди воспоминаний много деталей, которые не согласуются с традиционными описаниями, составленными с учетом цензуры. Здесь и рассказы о бомбежках Москвы, панике памятного дня в октябре 41-го, об организации эвакуации или вот это, совсем удивительное.

*Я приходил к деду Серапиону, он жил тогда на Пресне. Был август или сентябрь 41-го года. Стоял теплый солнечный день, дело было к вечеру. Дед («диди») полулежит на диване, я скачу возле него. Вдруг он смотрит в окно и говорит: «Смотри, Сережа, немецкие самолетик летят (почему-то он сказал именно «самолетик»). И точно, со стороны Киевского вокзала (от Можайского шоссе до Дорогомилова) летят, низко, почти крылом к крылу, то ли серые, то ли серо-зеленые, с крестами на крыльях, ну совсем низко. Пролетели в сторону Кудринской площади и куда-то дальше. Что там было дальше — не знаю. Дед решил, что это были самолеты-разведчики.*

**(Сергей Мунтян)**

Документальность книги и правдивость описанных эпизодов определяется особенностями детской психики, которая, как «импринтинг» (первичное запечатление, по К.Лоренцу) удерживает детали, ярко вошед-

шие в память. Быть может, поэтому большая заслуга этой книги в ее документальности, описании множества деталей, запечатленных в нестандартном изложении. И еще одно существенное для понимания документальности сборника «Дети и 41-й год». Книга написана разными людьми с разным характером, разным уровнем литературных способностей и неодинаковой историей жизненного пути. Это, конечно, сказывается на выборе сюжетов, что удержала память, и на их эмоциональной тональности.

В книге много фотографий. Их подборку делала С.Н.Посувалюк, тоже бывшая студентка биофака. Фотографии собраны как документальные иллюстрации по темам: «Еще не было войны..», «Лица военного детства», «Наши отцы — солдаты войны», «Только ты умела ждать...», «Отгремев, закончились бои». Фотографии весьма скромные по меркам нынешней оцифрованной полиграфии, но это все — зримые документы, не сыгранные в монтаже современных телесериалов. Лица детей, отцов, матерей и бабушек — они составляли соль нашей страны в то время.

Книга «Дети и 41-й год» — не сборник суммированных ужасов, которыми так славятся нынешние СМИ, дабы усилить впечатление «о тех временах — террора и страха». Авторы книги исповедуют взгляд, созвучный с событиями всей страны, стоявшей перед огромной опасностью и огромной бедой. Некоторые участники этой книги — дети репрессированных, что, конечно, отпечаталось на их судьбах. Но нет здесь темы сталинского террора и КГБ — это другой пласт событий нашей истории, и подмена была бы несправедливой.

Книга-документ лишена оглядки на «политкорректность»: пишется так, как запомнилось, — о зверствах оккупантов и ненависти, которые пришлось пережить.

*На уроке географии нужно было показать на карте Герма-*

*нию и Берлин, который разделен на четыре части. Я встала, но не смогла сделать от парты ни шагу. Так я ненавидела Германию...*

**(из очерка мамы  
Ольги Шабуровой)**

Но есть и другие рассказы.

*Пленные немцы надстраивали дом, расположенный недалеко от нас. Мы с ребятами завели с одним из них дружбу и однажды попросили сделать жилище для птички. Даже помню рисунок, который мы передали через щелку в заборе. И через некоторое время он на веревочке перекинул нам через забор чудесную клетку. А чем мы могли ему отплатить? Мы носили ему хлеб и другую еду, которой нам самим не очень-то хватало.*

**(Евелина Извекова).**

Книга «Дети и 41-й год» нашла отклик в «Литературной газете»: «Сегодня, когда человеческая разобщенность едва ли не входит в норму бытия, появление книги, составленной из рассказов людей, некогда учившихся на биологическом факультете МГУ, воспринимается как счастливое исключение из жестокого правила. Кому-то еще удастся хранить студенческое и профессиональное братство», — говорится в рецензии «Детские кубики памяти».

«Детские кубики памяти» — этот образ возникает из стихотворения, открывающего сборник:

*Мы черпали свои уроки  
Из той душевной глубины,  
Нас к жизни вынесло в потоке  
Высокой нравственной волны.  
И мы сложили мир по крохам  
Из детских кубиков добра.  
Послевоенная эпоха,  
Взросленье нашего пора!*

**(Надежда  
Шмелева-Кучинская)**

И еще один удивительный автор и персонаж этой книги — Грегор Альфредович Курелла. Сын немецких коммунистов,

родившийся в дофашистской Германии. Десятилетним приехал в Москву и навсегда в ней остался — школьник, студент, а потом доцент биофака МГУ. Будучи школьником, он получил советский паспорт за два дня до трагического 22 июня, работал на трудовом фронте в Татарии, а потом упросил послать его на фронт. В качестве военного переводчика прошел от Сталинграда до Вены и Берлина. Биография мужественного человека, патриота советской России и впоследствии одного из самых уважаемых преподавателей университета. В минувшем году он отметил свое 85-летие! Его рассказ — еще одно необычное дополнение к мозаике судеб детей 41-го.

Знаменательно, что в книге есть заметки и тех, кому ныне всего 25—30 лет, — это нынешние участники агитпоходов биофака, которые спустя более полувека продолжают традицию:

*...Мы давали концерт в доме престарелых в ближнем Подмоскowie. Пели военные песни, танцевали и показывали небольшие спектакли из студенческой жизни. После концерта нас долго не отпускали зрители, делились с нами впечатлениями... Одна бабушка (Зоя Алексеевна) рассказала, как молодой девушкой она вязала варежки и посылала их на фронт. После окончания войны ее нашел летчик. Он подарил*

*своей спасительнице песню. Говорили, что ее пели во время и после войны. Теперь эту песню («Варежки») мы поем на своих концертах...*

(Ирина Таранец)

Зачем нужна эта книга? Затем, чтобы на итоге пройденной жизни увериться в ее правоте для каждого, в мужестве родителей (были ли они на фронте или в тылу), в собственном мужестве, хотя по малолетству мы не осознавали этого. Пережив детство, положенное на алтарь Победы, все они оказались людьми чести, признательной памяти близким, верными в товариществе и дружбе. Прямо ли, косвенно ли — это видно из написанного. ■

## Энтомология

**Р.Р.Сейфулина, В.М.Карцев.**

ПАУКИ СРЕДНЕЙ ПОЛОСЫ РОССИИ.  
Атлас-определитель. М.: ЗАО «Фитон+»,  
2011. 608 с.

Книга вводит читателя в загадочный мир паукообразных, мало отраженный в отечественной литературе. Описание 35 семейств пауков (а это около трети всех существующих в мире) дает представление о многообразии этих членистоногих. Рассказ о самых ярких и интересных видах нашей арахнеофауны дополняют советы по коллекционированию пауков и способам наблюдения за ними в природе. В основной части книги собраны сведения о 170 видах пауков, обитающих в средней полосе России, для простоты пользования атласом они сгруппированы по местобитанию. Показаны важные аспекты жизни этих интересных созданий: строение, размножение, питание, способы охоты, плетение паутины и т.д. В заключительной главе дается обзор всех современных отрядов паукообразных и некоторых вымерших их представителей.

Благодаря большому опыту и профессионализму авторов

книги, удобной подаче материала и обилию фотографий атлас позволяет даже неподготовленному читателю идентифицировать до семейства (а во многих случаях до рода или вида) заинтересовавшего его представителя этой чрезвычайно трудной для определения группы насекомых.

Это первое просветительское издание подобного рода. В нем собрано свыше 900 иллюстраций, из них около 800 — уникальные цветные фотографии живых пауков, сделанные в естественных условиях среды их обитания. Приложение содержит список рекомендованной научной литературы и ссылки на интернет-ресурсы.

## Физика

**Д.Х.Э.Гросс.** МИКРОКАНОНИЧЕСКАЯ  
ТЕРМОДИНАМИКА. ФАЗОВЫЕ  
ПЕРЕХОДЫ В «МАЛЫХ»  
ТЕРМОСИСТЕМАХ.

Пер. с англ. Н.А.Винниченко;  
Науч. ред. А.И.Осипов. М.: Научный мир,  
2010. 304 с. (Из сер. «Лучшие  
зарубежные учебники».)

Сегодня в нашей стране существует заметный дефицит современных учебных материалов для преподавания естественно-научных дисциплин в высшей школе.

В Научно-образовательном центре при МГУ им.М.В.Ломоносова был составлен список самых авторитетных и признанных в мире учебников по новым междисциплинарным направлениям, не изданных еще на русском языке. Специальная серия подготовлена и выходит в партнерстве с издательством «Научный мир».

Монография известного немецкого ученого Гросса посвящена термодинамическому описанию систем, состоящих из нескольких десятков или сотен частиц, и тех, в которых присутствуют силы большого радиуса действия. Они считаются неэкстенсивными и не могут быть описаны в рамках классической термодинамики. Особенно ярко их неэкстенсивность проявляется при фазовых переходах. Подход автора книги, основанный на использовании микроканонических ансамблей, позволяет строго классифицировать и описать различные виды фазовых переходов в малых системах. В книге подробно рассмотрена фрагментация ядер и атомных кластеров, выполнено сравнение полученных результатов с экспериментальными данными, а также изучен коллапс гравитирующих частиц.



Книга рассчитана на специалистов в области термодинамики и статистической физики, но она также будет полезна всем тем, кто занимается ядерной физикой и физикой наночастиц и старается пошире взглянуть на эти области науки.

### Медицина

**Джей Э.Леви.** ВИЧ И ПАТОГЕНЕЗ СПИДА. 3-е изд. Пер. с англ. Е.А.Монас-терской. М.: Научный мир, 2010. 736 с.

Монография представляет обзор результатов исследований ВИЧ/СПИДа, отражающий историю и последние достижения науки в этой области, рассказывает о том, как ученые и врачи реагировали на проблему заболевания с момента появления ВИЧ в 1981 г. Немало волнующих открытий было сделано за последнее десятилетие в эпидемиологии, фундаментальной и клинической науке, появились новые подходы к лечению и разработке вакцин против ВИЧ. Одно из них — описание механизмов внутриклеточного контроля репликации ВИЧ благодаря генетическим исследованиям. Клинические испытания показали, какие препараты целесообразно использовать в начале лечения, появились данные о потенциальных токсических эффектах этих средств.

Книга представляет сравнительный, четкий и снабженный огромным количеством комментариев анализ проблемы, не имеющий аналогов в данной области. Описаны история заболевания, различные вирусные, клеточные факторы и факторы организма хозяина, которые влияют на течение ВИЧ-инфекции и приводят к развитию СПИДа или подавлению вируса иммунной системой и противовирусной терапией.

Рисунки и таблицы иллюстрируют ключевые моменты, описанные в тексте. Список использованной литературы по проблеме

ВИЧ/СПИДа считается самым подробным из существующих, включая все последние исследования в данной области науки.

### История науки

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИСТОРИИ ФИЗИКИ И МЕХАНИКИ. 2009—2010. Отв. ред. Г.М.Идлис. М.: Физматлит, 2010. 480 с.

В связи с целым рядом обстоятельств, происходящих в Институте истории естествознания и техники им.С.И.Вавилова РАН и в Академии наук, издание предыдущего выпуска «ИИФМ. 2008» задержалось почти на год. Поэтому очередной том объединяет работы последних двух лет, хотя объем его остается прежним.

По традиции первый раздел — юбилейный. В 2008 г. исполнилось 150 лет со дня рождения замечательного немецкого физика Макса Планка. В Институте прошла конференция, посвященная этой дате, а работы, доложенные на ней, вошли в сборник. Здесь же опубликованы материалы, посвященные жизни и деятельности А.Г.Столетова и развитию в России экспериментальной физики, а также статьи по истории создания первого синхрофазотрона в Дубне; большая подборка, подготовленная одним из старейших сотрудников Курчатовского института К.Н.Мухиным, в которой он рассказывает о своих впечатлениях от встреч со многими крупнейшими отечественными и некоторыми зарубежными физиками; интересные подробности создания Большой советской энциклопедии. Публикуется письмо, написанное в ЦК известным ученым, профессором механики С.Э.Хайкиным, связанное с идеологическими разборками 1940—1950-х годов в Московском университете. Большой раздел посвящен памяти умершего в 2009 г. старейшего члена редколлегии этого сборника академика В.Л.Гинзбурга.

После сдачи выпуска в печать не стало ответственного редак-

тора Г.М.Идлиса, который более 10 лет возглавлял редколлегию сборника.

Издание предназначено как для специалистов в области физики, механики, так и для широкого круга читателей, интересующихся историей науки.

### История науки

**С.Сюзан.** ХОЛОДНЫЙ МАРТ. ФАТАЛЬНАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ СКОТТА. Пер. с англ. Н.В.Ковалевой; Под ред. С.К.Гулева. М.: Научный мир, 2010. 422 с.

В ноябре 1911 г. капитан Роберт Ф.Скотт во главе британской экспедиции отправился к Южному полюсу. Через 900 миль пути он с четырьмя спутниками достиг цели, но обнаружил, что пятеро норвежцев, руководимые Руалем Амундсеном, уже побывали там месяцем раньше. Скотт и весь его отряд погибли на обратном пути с полюса в марте 1912 г. С тех пор не умолкают споры, были ли они героическими первопроходцами или просто неспособными дилетантами.

Сюзан Соломон — крупнейший современный климатолог — четырежды побывала на Южном полюсе, где есть ледник, носящий ее имя. (Научные интересы — сокращение атмосферного озона, так называемая озоновая дыра.) Основываясь на многочисленных метеорологических данных и своем личном опыте, автор подробно описывает жизнь в Антарктиде, ее звуки и краски, суровый климат этого неповторимого континента. В итоге она пришла к поразительному заключению, что отряд Скотта был уничтожен экстремально холодной погодой — и этот удар природы никак не соответствовал собранной ими метеорологической информации.

Книга многое расставляет на свои места и развенчивает мифы об одном из великих первопроходцев, возвращает Скотту и его спутникам достойное место в истории, которое они заслужили по праву.

# На Карельском фронте

В.В.Глушков,  
доктор географических наук,  
Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)

Когда говорят и пишут о войнах, вооруженных конфликтах и боевых столкновениях, то на первый план в этих обсуждениях выступают героические дела летчиков, моряков, танкистов, артиллеристов, десантников, пехотинцев, реже — инженеров, связистов, тыловиков, и совсем редко — военных топографов\*. Это, скорее всего, обусловлено тем, что скромные «труженики рельефа», которых в некоторых иностранных армиях называют военными географами, в основном участвовали не в боевых действиях, а в их топографическом обеспечении и результатом их ратной работы были не взятые рубежи и важные опорные пункты, а топографические карты и графические документы, предназначенные для планирования, организации и ведения боевых действий всеми родами войск, исходные геодезические данные, необходимые для топогеодезической привязки боевых порядков войск, для точной стрельбы нашей артиллерии и засечки огневых средств противника, а также аэрофотоснимки с нанесенными разведанными о переднем крае и позициях противника, по которым планируются и осуществляются удары бомбардировочной и штурмовой авиации. Об этом рассказывается в настоящей статье, посвященной ратной деятельности военных топографов 40-го топогеодезического отряда (40 ТГО) на Карельском фронте Великой Отечественной войны 1941—1945 гг.

Славная история 40 ТГО началась на второй день войны — 23 июня 1941 г., когда его первым командиром был назначен майор Е.П.Львов. К 3 июля отряд был полностью сформирован, получил наименование 40-го моторизованного топографического (40 МТО) и дислоцировался в Ленинграде. К тому времени он состоял из трех топографических, одного геофототеоодолитного и одного картографического отделений. Начальствующий состав отряда был назначен из числа военных топографов кадровых частей, а также призван из запаса.

© Глушков В.В., 2011

\* Военные топографы — это обобщенное название военных геодезистов, топографов и картографов. В настоящее время входят в состав Топографической службы Вооруженных сил РФ.

13 июля командир отряда получил первое задание: составить топографические карты масштабов 1:25 000 и 1:100 000 на территорию Финляндии. Задание было выполнено в срок и с высоким качеством. Вслед за этим были произведены работы по изысканию, нивелированию и съемке аэродромных площадок для авиации Военно-воздушных сил.

Картографическое отделение отряда было прикомандировано к штабу 23-й армии, обороняющей государственную границу СССР севернее и северо-восточнее Выборга. Его личному составу выпала нелегкая участь. Картографы вместе с командирами и бойцами армии почти месяц в тяжелейших условиях отражали наступление финских войск на Ленинград с севера, а позже под ударами превосходящих сил противника отходили на линию старой государственной границы, к Карельскому укрепрайону (УР).

В июле—августе 40 МТО, нередко под артиллерийским и минометным обстрелом противника, выполнял работы по топографическому обеспечению Красногвардейского, а затем Свирского УРов. Работа заключалась в основном в подготовке огневых планшетов для командиров рот в масштабе 1:10 000 и схем расположения огневых точек для командиров батальонов в масштабе 1:25 000.

19 сентября личный состав 40 МТО «за добросовестное выполнение работ в тяжелых условиях» был поощрен начальником Свирского УРа. В тот же день поступил приказ о перебазировании отряда в Петрозаводск. Расстояние в 120 км было преодолено на автотранспорте и в пешем порядке за два дня. Движение осуществлялось вдоль берега Онежского озера по узкой полосе, еще не занятой противником.

В Петрозаводске между тем выяснилось, что обстановка в городе сложилась крайне тяжелая — шла эвакуация промышленных предприятий, учреждений и гражданского населения. В связи с этим командиром отряда было принято решение: двигаться дальше на север по железной дороге.

27 сентября на железнодорожном перегоне Кондопога — Лижма эшелон с личным составом и техникой попал под удары авиации противника. Отряд понес первые невозвратные потери. Через трое суток он прибыл в Беломорск. Штаб отряда разместился в городе, а его полевые отделения выехали на выполнение боевых заданий.

В октябре 40 МТО был передан в непосредственное подчинение топографической службе штаба Карельского фронта. С того времени его личный состав обеспечивал артиллерию исходными геодезическими данными, войска — топографическими картами и боевой графической документацией, проводил занятия по военной топографии с командирами частей и подразделений.

В 1942 г. объем работ значительно увеличился: стали выполняться маршрутные съемки важных оперативных направлений, тактическое дешифрирование\* позиций противника и уточнение его переднего края, крупномасштабные топографические съемки городов, развитие опорной геодезической сети (ОГС)\*\* и составление каталогов координат пунктов. В созданной своими силами фотолитографии отряда начали издавать многокрасочные карты, с помощью сконструированного фотоуменьшителя — оперативно и точно переносить тактические объекты с фотосхем на карты, составлять схемы расположения узлов обороны противника и др. В этот период авторитет военных топографов поднялся на небывалую высоту. Их стали заслуженно называть «глазами армии», облегчавшими решение боевых задач и существенно снижавшими потери.

В начале мая 1942 г. войска Карельского фронта осуществили прорыв обороны противника на правом фланге Кестеньгского направления. Для топографического обеспечения боевых действий войска из 40 МТО была выделена отдельная группа. В ее задачу входило следовать непосредственно за пехотой и обеспечивать артиллерию исходными геодезическими данными для привязки огневых позиций батарей. Кроме того, ими выполнялись определения координат батарей противника и координат геодезических пунктов соответственно по засечкам огневых вспышек и трассирующим пулям. Работать приходилось при постоянном артиллерийском и огневом воздействии противника, в том числе и на минных полях. Несмотря на это координаты опорных точек были переданы артиллеристам своевременно и служили им хорошим подспорьем в бою.

Успехи личного состава 40 МТО были по достоинству оценены командованием фронта. 19 командиров и бойцов были награждены боевыми орденами и медалями.

\* Тактическое дешифрирование — метод исследования территории по ее аэрофотографическим изображениям, заключающийся в обнаружении и распознавании объектов, определении их качественных и количественных характеристик и отображении их условными знаками.

\*\*Опорная геодезическая сеть — сеть или система определенным образом выбранных и закрепленных на местности точек (реперов), служащих опорными пунктами при топографической съемке и геодезических измерениях на местности. Опорная геодезическая сеть имеет большое практическое значение для составления топографических карт, определения формы и размеров Земли.

1943 год для Карельского фронта был годом стабильной обороны и подготовки к решительным боям. В этот период в полосе фронта была развита довольно плотная ОГС, проведена топографическая съемка местности на важнейших оперативных направлениях, изданы наиболее ходовые и пользующиеся в войсках повышенным спросом топографические карты, боевые графические документы, изготовлены рельефные карты\*\*\*.

Летом и осенью 1944 г. войсками Карельского фронта были проведены успешные наступательные операции по освобождению советской территории в Карелии и Заполярье. При подготовке и в ходе их проведения особо отличился 40 МТО, личный состав которого сумел в сокращенные сроки и с высоким качеством обновить топографическую карту значительной части территории Карелии. Это позволило войскам уверенно ориентироваться в лесисто-болотистой местности с очень похожими озерами и скалистыми вершинами гор, а штабам — надежно управлять ими.

В целом же только с января по октябрь 1944 г. производственными отделениями 40 МТО было изготовлено 22 фотосхемы, отдешифровано около 12 тыс. тактических объектов противника, развита фототриангуляция\*\*\*\* на площади 314 км<sup>2</sup>, получены координаты 470 опорных точек, изготовлено 18 фототриангуляционных и фоторепродукционных основ, составлено 18 картосхем городов, исправлено несколько листов трофейных карт, перенесено 7,5 тыс. объектов на разведсхемы. Кроме того, для всех оперативных направлений фронта отрядом во взаимодействии с топографическими службами армий были изготовлены в потребном количестве разведывательные, рельефные и кодированные карты, карты ОГС и др., разработаны военно-географические справочники на Кандалакшское, Кестеньгское и Ухтинское направления.

Большая и кропотливая работа скромных тружеников войны — геодезистов, топографов и картографов — снискала к ним большое уважение в войсках Карельского фронта, а Родина по достоинству оценила их труд. 20 сентября 1944 г. от имени Президиума Верховного Совета СССР отряду было вручено Боевое Красное Знамя, а его личный состав был награжден 74 боевыми орденами и медалями, в том числе 50 медалями «За оборону Ленинграда».

15 ноября 1944 г. в связи с выводом Финляндии из войны Карельский фронт был расформирован. 24 ноября отряд, которым командовал майор Л.З.Гуревич, был переведен в распоряжение Военно-топографического управления Генераль-

\*\*\* Рельефная карта — карта, на которой рельеф местности передан в объемной форме.

\*\*\*\* Фототриангуляция — метод определения координат точек местности по фотоснимкам. Предназначена для сгущения геодезической сети с целью обеспечения снимков опорными точками, необходимыми для составления топографической карты, и решения ряда инженерных задач.



ного штаба Советской армии для топографической съемки бывшей финской территории — района населенного пункта Петсамо (Печенга).

С начала 1945 г. командование отряда приступило к плановой подготовке личного состава к предстоящим полевым работам, изучению района работ по имеющимся материалам и данным рекогносцировок. В марте–апреле все подготовительные мероприятия были завершены. Однако серьезные трудности возникли при организации полевых баз, ибо заблаговременно завести продовольствие и имущество в удаленные от дорог районы в зимне-весенний период так и не удалось.

8 мая отряд во главе с новым его командиром подполковником В.П.Родюковым был переброшен по железной дороге из Петрозаводска в Мурманск. Дальнейший маршрут лежал морем до пристани Титовка, а далее на автомобилях — до пос.Луостари. В пути отряд настигла радостная и долгожданная весть — Победа! Это известие было встречено восторженными криками «ура», импровизированным салютом из штатного оружия и слезами на глазах.

В 1969 г., спустя почти четверть века после окончания войны, отряд был переведен на новые штаты, в его состав было введено два геодезических отделения, он стал именоваться 40-м топогеодезическим. В том же году в отряд прибыли молодые офицеры-геодезисты, выпускники Ленинградского высшего военно-топографического командного училища. Среди них был и автор настоящей статьи лейтенант В.В.Глушков. Тогда в отряде еще служи-

ли ветераны Великой Отечественной войны, среди которых были легендарные фронтовики: подполковник Н.Д.Архипов, майоры Б.Н.Виноградов, В.Г.Рыбников, капитаны В.И.Кузьмин, П.С.Бондарев и др. Они успели передать свой богатый опыт топографического обеспечения боевых действий войск новому поколению и уволились в запас. Прощание их с Боевым Красным Знаменем отряда, с молодыми офицерами и сверхсрочнослужащими было трогательным и запоминающимся.

Вскоре 40 ТГО участвовал в тактико-специальных учениях в составе войск Ленинградского военного округа. Его личный состав подняли ночью по тревоге и загрузили в эшелон. Через сутки прибыли на станцию Кола, что на севере Кольского п-ова. Также ночью разгрузились и маршем на машинах с имуществом и топографо-геодезическими приборами выехали в район выполнения работ по развитию ОГС для гвардейской ракетной бригады.

Две с лишним недели «войны» в снегах Заполярья, где в годы Великой Отечественной советские войска противостояли отборным егерям немецкой армии «Норвегия», стали хорошей школой для офицеров и солдат отряда. «Воевать» пришлось в местах, где когда-то шли реальные бои. Об этом свидетельствовали неплохо сохранившиеся немецкие дзоты, покореженная боевая техника, минные поля с табличками «Мин нет!», позеленевшие гильзы от боеприпасов, ржавые куски колючей проволоки, одинокие неухоженные могилы с касками вместо крестов... ■



Над номером работали

Ответственный секретарь  
**Е.А.КУДРЯШОВА**

Научные редакторы  
**О.О.АСТАХОВА**  
**Л.П.БЕЛЯНОВА**  
**Е.Е.БУШУЕВА**  
**Г.В.КОРОТКЕВИЧ**  
**К.Л.СОРОКИНА**  
**Н.В.УЛЬЯНОВА**  
**Н.В.УСПЕНСКАЯ**  
**О.И.ШУТОВА**  
**С.В.ЧУДОВ**

Литературный редактор  
**Е.Е.ЖУКОВА**

Художественный редактор  
**Т.К.ТАКТАШОВА**

Заведующая редакцией  
**И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА**

Младший редактор  
**Г.С.ДОРОХОВА**

Перевод:  
**С.В.ЧУДОВ**

Набор:  
**Е.Е.ЖУКОВА**

Корректоры:  
**М.В.КУТКИНА**  
**Л.М.ФЕДОРОВА**

Графика, верстка:  
**А.В.АЛЕКСАНДРОВА**

Свидетельство о регистрации  
№1202 от 13.12.90

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

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

Подписано в печать 20.04.2011  
Формат 60×88 1/8  
Офсетная печать, усл. печ. л. 10,32,  
усл. кр.-отт. 67,8 тыс., уч.-изд. л. 12,2  
Заказ 1300  
Набрано и сверстано в редакции

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