

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

В.А. Кошелева, А.Н. Павлов

ПРОСТРАНСТВО-ВРЕМЯ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

Монография



Санкт-Петербург
2015

УДК 55:115.4

Рецензент: Ю.С. Великанов, д-р техн. наук, канд. геол.-минерал. наук, директор СЗ НИИ «Наследие».

Кошелева В.А., Павлов А.Н. Пространство-время в науках о Земле. Монография. — СПб.: РГГМУ, 2015. — 204 с.

ISBN 978-5-86813-415-9

Рассматривается проблема пространства-времени в современных науках о Земле, трансфинитность развития, трансфинитность времени и его материальность, принципы целостности и неопределённости, квантовая парадигма, вопросы био-стратиграфии в масштабе МСШ и новые взгляды на прошлое, настоящее и будущее.

Книга предназначена для государственных университетов, где изучаются науки о Земле, а также для всех, интересующихся базовыми проблемами геологии и географии.

ISBN 978-5-86813-415-9

© Кошелева В.А., Павлов А.Н., 2015

© Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2015

Ministry of Education and Science of Russian Federation

FEDERAL AGENCY FOR EDUCATION STATE EDUCATION ESTABLISHMENT
FOR HIGHER PROFESSIONAL EDUCATION
RUSSIAN STATE HYDROMETEOROLOGICAL UNIVERSITY

V.A. Kosheleva, A.N. Pavlov

SPACE-TIME IN EARTH SCIENCES

Monograph



St. Petersburg
2015

UDC 55:115.4

Reviewer: Yu.S. Velikanov, Doctor of technics, Director of NW Research Institute «Heritage».

Kosheleva V.A., Pavlov A.N. Space-time in Earth sciences. Monograph. — St. Petersburg, RSHU Publishers, 2015. — 204 pp.

ISBN 978-5-86813-415-9

The monograph focuses on the problem of space-time in modern earth sciences, trans-finitude of evolution, transfinitude of time and its materiality, principles of integrity and uncertainty, quantum paradigm, biostratigraphy and new views on past, present and future.

This comprehensive book is suitable for State Universities, where earth sciences are studied and also for all readers who have interest in basic problems of geology and geography.

ISBN 978-5-86813-415-9

© Kosheleva V.A., Pavlov A.N., 2015

© Russian State Hydrometeorological University (RSHU), 2015

Введение

*... я тихо выпал из пространства,
обозначенного временем и расстоянием.
Кэндзабуро Оэ*

В любой области науки проблема пространства-времени всегда является центральной. И в зависимости от того, как она решается, определяется наше видение мира и подход к решению конкретных задач теории и практики. К сожалению, немногие задумываются над этим вопросом, особенно в геологии, и мало кто пытается в этом направлении работать. По нашему же глубокому убеждению, только пространственно-временные разработки позволят геологии выйти на новые современные рубежи науки. Подкрепим это утверждение несколькими примерами. И начнем с живописи, потому что живопись по своей сути поразительно близка к геологии, особенно в области картирования, при котором трехмерные объекты евклидова пространства мы изображаем на плоскости. При этом мы понимаем, что всякая карта есть лишь модель реального мира. Она, так же как картина, отражает *«индивидуальные перцептивные гипотезы художника... в одно и то же время это и обычный кусок бумаги или холста, покрытый красками, и нечто совсем иное – отображение предметов, существующих в ином пространстве и времени или даже вовсе несуществующих»* [7].

Обычное естественное для восприятия человека трёхмерное пространство, обычная перспектива – уменьшение размеров предметов в направлении от наблюдателя. Продуктом этих представлений является то, что называют классической живописью. Но вот мы любуемся иконами. И вдруг начинаем понимать, что не мы смотрим на икону, а икона смотрит на нас, что не мы разглядываем, а нас разглядывают. И вот мы уже смещены в пространстве, стрела наблюдателя повернулась на 2π , мир стал другим. Мы осознаем, что не только мир существует относительно нас, но и мы существуем относительно мира и, таким образом, наше видение это еще не все.

Мы видим картину, находясь по отношению к ней в другом высшем измерении, из своей мерности мира мы смотрим на иллюзию этого мира в плоскости (в двухмерном измерении) и не можем в эту иллюзию войти.

Так, одномерный отрезок может находиться в двухмерной плоскости, но плоскость не может быть частью отрезка. Так, грань может быть частью куба, а куб не может быть частью грани. Так и мы со своей природной трёхмерностью можем попасть лишь в пространство n -мерное, где $n > 3$. И как трёхмерное существо, мы не можем, в принципе, поместиться в пространстве той же размерности, мы можем с трёхмерным пространством только слиться, исчезнуть в нем, как одна плоскость может быть поглощена другой. Вмещающее нас пространство может быть только n -мерным при $n > 3$.

Геология все еще видит окружающий человека мир трехмерным, находясь тем самым, по выражению К.И. Валькова [1984 г.], в области научных суеверий. Однако, пытаясь сравнить между собой трёхмерные объекты, пытаюсь воссоздать единую их структуру в рамках трёхмерной планеты, геолог вынужден эти объекты мысленно совмещать, чтобы установить их сходство или различие. А такое совмещение возможно только при условии, что объект будет вынесен за пределы трехмерного пространства. Например, чтобы измерить длину отрезка на плоскости, необходимо наложить на него некоторый эталонный отрезок (линейку), который из этой плоскости следует предварительно изъять и перенести. Таким образом, в своей работе геолог вынужден использовать четырёхмерный мир, то есть еще одну пространственную координату. И роль такой координаты для него выполняет геохронологическая шкала. Заметим, однако, что до сих пор операции взаимосвязи пространственной и временной шкал совершаются почти интуитивно. За ними не стоит никакой физической базы и даже их логические основания весьма смутны. В частности, не ясно, как связана геохронологическая шкала с координатами трёхмерного пространства и вообще существует ли реально такая связь, как следует соотносить начала этих шкал, одномерна ли шкала времени и т.д.

Геология сформировалась на классических представлениях о категориях пространства-времени, то есть на тех, что были за-

ложены ещё эллипами и оформлены И. Ньютоном. Согласно этим представлениям во всех инерциальных системах отсчёта пространство является однородным и изотропным, а время – однородным. Причем и то и другое – абсолютны, то есть независимы не только друг от друга, но и от чего бы то ни было.

«Абсолютное, истинное математическое время само по себе и по своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно и иначе называется длительностью... Абсолютное пространство по самой своей сущности, безотносительно к чему бы то ни было внешнему, остается всегда одинаковым и неподвижным» [И. Ньютон].

Глава 1.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗОМОРФИЗМ

В XIII в. рудокоп, работавший в Фалунских рудниках (Швеция), провалился в глубочайшую пропасть.

Тело несчастного было найдено через 60 лет.

Оно состояло из кристалликов FS_2 .

И.И. Шафрановский (по М.С. Шаскольская, 1956).

1.1. Пространственно-временное тождество Н. Стенона

В середине XVIII в. Н. Стенон сформулировал главный принцип стратиграфического расчленения.

выше/ниже \equiv позже/раньше,

Это тождество легло в основу современной стратиграфии, геохронологии и картирования. Смысл его прост и понятен. Если в геологическом разрезе вы наблюдаете чередование слоёв и уверены, что они каким-то образом не были перевернуты и смещены, а залегают, как принято говорить в геологии, нормально, то можно утверждать, что каждый нижний слой образовался раньше верхнего. **Принцип Н. Стенона декларирует пространственно-временной изоморфизм, то есть правомерность подмены временных и пространственных терминов.**

Привычные временные категории, в соответствии с принципом Н. Стенона, заменяются пространственными или событийными.

На этом построены все геологические реконструкции. Различные разрезы, даже находящиеся на разных континентах, сравниваются между собой по *событиям-меткам*, точнее по следам одинаковых событий, называемых руководящими.

В геологии построены специальные опорные разрезы, выполняющие роль эталонов и позволяющие воссоздавать геологическую историю отдельных регионов и Земли в целом. Но эта история «нанизана» на временную шкалу последовательности событий. В обычном понимании времени, как протяженности, геологические шкалы можно назвать *псевдовременными*. Ведь совпадение событий не гарантирует их одновременности. Скажем, на разных территориях в каких-то слоях зафиксировано исчезновение одних

и тех же форм фауны и появление других, но тоже одинаковых для этих разных территорий. События – одинаковые, одни и те же. Но у нас нет никаких гарантий, что произошли они одновременно. *Одинаковость событий не означает их совпадения во времени.*

Общий вывод:

- можно констатировать, что события-часы пишут свой циферблат в пространстве;
- время как бы «вмораживается» в него, материализуясь в горных породах, минералах, остатках животных и растений, в древних храмах, городах и т.п.;
- становясь прошлым, события-часы останавливаются, перестают «тикать».

1.2. Событийная геохронология

Общие положения

В основе относительной геохронологической шкалы лежит первая часть тождества Н. Стенона, по существу, развитая в работах английского геодезиста и геолога У. Смита (1769–1839 гг.) как принцип суперпозиции. Эта простая идея определила для трёхмерного пространства, занимаемого геологическими телами, положение общепринятой стрелы времени, совместив её с координатой Z , направленной по радиусу Земли к центру. При этом если поверхность Земли в какой-либо точке принять за нуль временной шкалы, то есть за настоящее, то в направлении к центру Земли стрела времени будет повернута в прошлое, а по радиусу от центра – из прошлого в будущее. В дальнейших наших построениях положение нуля как настоящего, разделяющего прошлое и будущее, и направление вектора времени окажется принципиальным. Пока лишь заметим, что в геологии все стратиграфические описания разрезов принято производить снизу вверх, имея в виду общую концепцию о единой и необратимой стреле времени из прошлого в будущее.

Известная стратиграфическая шкала – это шкала событийная, но построена она на событиях уникальных. Это означает, что шкала времени, которую она олицетворяет через тождество Н. Стенона, принципиально ничего общего не имеет с обычной шкалой физического времени, основанной на таких повторяющихся и перио-

дических событиях, как вращение Земли, движение её вокруг Солнца, как ход маятника и т. д. Это шкала, в которой время не имеет размерности и числового выражения, это шкала последовательности событий, сменяющих друг друга в направлении от прошлого к будущему.

Поэтому хронология, которую эта шкала фиксирует через некоторые событийные датировки, по существу, является условной, поскольку геология не располагает никакими гарантиями, что одни и те же события-даты, устанавливаемые в разных разрезах, являются одновременными на обычной шкале физического времени.

Известно, что на протяжении геологической истории происходило развитие животного и растительного мира. Этот факт позволяет декларировать пространственно-временную связь между ходом развития живой и неживой материи. По существу, речь идет о постулировании идеи, что процессы биологические, физические и химические как различные часы имеют одинаковый ход. К этому вопросу мы ещё вернемся, а теперь настало время привести и кратко прокомментировать стратиграфическую и связываемую с ней геохронологическую шкалы (табл. 1.1), которые приводятся здесь в планетарном, или, как иначе говорят, международном масштабе (МСШ).

Стратиграфическая и геохронологическая шкалы (МСШ)

В шапке таблицы даны стратиграфические названия; эонотема, эратема, система, отдел, а ниже в скобках и названия соответствующих их элементов геохронологической шкалы. В региональных (РСШ) и местных шкалах используют и более дробное расчленение: ярус, подъярус, пачка, слои и т. д. Теперь дадим некоторые комментарии о названиях.

- Эон – длительный промежуток времени (от греч. *aion* – век, эпоха), объединяющий несколько эр.

- Эонотема – биостратиграфический эквивалент толщи пород (литомы), образующей некий структурный этаж. В современной геологии широко используются термины «фанерозой» и «криптозой», обозначающие два очень длительных временных интервала в геологической истории Земли. Первый переводится как «явная жизнь», второй – «скрытая жизнь» (выделены в 1930 г.). Фанерозой отождествляется с эоном.

Таблица 1.1

**Стратиграфическая и геохронологическая шкалы
с датировками в астрономической шкале**

Эонотема (эон)**	Эратема (эра)	Система (период)	Отдел (эпоха)	Возраст (начало эпох), млн лет*
1	2	3	4	5
Фанерозой	KZ	Q	Q_{IV}	1-2
			Q_{III}	
			Q_{II}	
			Q_I	
		N	N_3	5
			N_1	24
	P	P	P_3	36
			P_2	55
			P_1	62
	MZ	K	K_2	96
			K_1	138
		J	J_3	166
			J_2	184
			J_1	209
		T	T_3	231
			T_2	240
			T_1	246
	PZ	P	P_2	257
			P_1	287
C		C_3	301	
		C_2	317	
		C_1	354	
D		D_3	371	
		D_2	381	
		D_1	410	
S		S_2	419	
		S_1	438	
O		O_3	450	
		O_2	474	
		O_1	504	
E		E_3	518	
		E_2	542	
	E_1	571		

Окончание табл. 1.1

1	2	3	4	5
PR_2	R	V		680±50
PR PR_1				1600±50
				2600±100
AR AR_2 AR_1				~≥3600

Примечания: * Начала эпох округлены до целых чисел и от N_2 до PR даны по работе (Афанасьев, 1987). Для криптозоы – по работе (Якушева и др., 1988); ** AR+PR – криптозой (или докембрий).

- KZ – кайнозойская эра (эра новой жизни).
- MZ – мезозойская эра (эра средней жизни).
- PZ – палеозойская эра (эра древней жизни).
- PR – протерозойский эон (первичная жизнь).
- AR – архейский эон (древнейшая жизнь).

Стратиграфическим синонимом эратемы является понятие группы. Например, чаще говорят «мезозойская группа отложений».

1. Эратемы (группы) делятся на системы, а соответствующие им эры – на периоды. Названия систем и эр складывались исторически. Чаще всего своими корнями они привязаны к регионам, в которых соответствующие толщи пород были впервые выделены и изучены. Исключения составляют, пожалуй, лишь самые древние отложения криптозоы и самые молодые, относящиеся к четвертичному периоду (Q). Архейский (AR) и протерозойский (PR) эоны до сих пор еще не имеют сложившейся и общепринятой таксономической структуры.

В табл. 1.1 протерозой (как эон) разделен на две части: нижний протерозой (PR_1) и верхний (PR_2). В верхнем выделяют эру – рифей (R) (по древнему названию Урала – Ripheus) и период под названием венд (V) – по имени древнего славянского племени «венды», или «венеды».

2. C – кембрийская система (по древнему названию провинции Уэльс в Англии – Cambria).

3. O, S – ордовикская и силурийская системы (по названию древнеуэльских племен — «ордовиков» и «силуров»).

4. D – девонская система (по названию графства Девоншир в Англии).

5. C – каменноугольная система (по широкому развитию в этих отложениях залежей каменного угля).

6. P – пермская система (по названию Пермской губернии в России).

7. T – триасовая система (по делению системы на три части).

8. J – юрская система (по названию Юрских гор в Швейцарии и Франции).

9. K – меловая система (по широкому развитию в отложениях этой системы писчего мела).

10. P – палеогеновая система (древнее происхождение – нижняя, наиболее древняя часть кайнозойской группы).

11. N – неогеновая система (новое происхождение).

12. Q – четвертичная система, именуемая иногда антропогенном A_p (периодом появления человека) – название предложено академиком А. А. Павловым в 1922 г.

Большинство систем делятся на три отдела, называемых нижним, средним и верхним. Например, C_1 – нижний отдел каменноугольной системы. Соответствующие им эпохи называют ранними, средними и поздними. Например, C_1 – раннекаменноугольная эпоха. Если отдела не три, а два, то они называются соответственно нижним и верхним отделами с временными эквивалентами – ранняя и поздняя эпохи.

Стратиграфические и геохронологические таксоны кайнозойской группы и эры имеют, кроме того, и специальные названия: P_1 – палеоцен, P_2 – эоцен, P_3 – олигоцен; N_1 – миоцен, N_2 – плиоцен; Q_I , Q_{II} , Q_{III} – эпохи ранне-, средне- и позднечетвертичная вместе называют еще плейстоценом, а Q_{IV} – голоценом. Таким образом, можно говорить, что четвертичный период делится на плейстоцен и голоцен. Специальные названия имеют и отделы некоторых других систем, но в последние годы ими довольно редко пользуются.

Стратиграфические и соответственно геохронологические шкалы являются классификационной и метрической базой геологии. Однако эта база постоянно развивается и совершенствуется. Так, ранние классификации содержали три основных подразделения: первичную, вторичную и третичную эры, значительно позже к ним по аналогии прибавилась четвертичная эра. Названия первичной и вторичной эр просуществовали недолго и позже трансформировались в AR, PR, PZ, MZ. Кайнозойская же эра до-

вольно долго делилась на третичный и четвертичный периоды. Третичный обозначался Tg и состоял как бы из двух полупериодов – Ng и Pg, отложения которых не всегда можно было выделить в соответствующих толщах третичной системы. Но с 1960 г. от этого термина геология отказалась.

Произошли и другие изменения: бывший нижний отдел силурийской системы выделился в самостоятельную ордовикскую систему, поменялись многие индексы, например, Ng на N, Pg на P, Cг на K, Cm на ϵ и т. д., особенно в региональных и местных шкалах на уровне ярусов, подъярусов, пачек, слоев и др.

Приведенная шкала имеет статус международной, однако даже в этом ранге у нее есть варианты, в частности, вместо каменноугольного периода в европейской шкале, в США выделяют два периода: миссисипский, сразу следующий за девонским, и пенсильванский, предшествующий пермскому.

Каждая эра, период, эпоха и так далее характеризуются своим набором живших организмов, эволюцию которых многие геологи считают одним из критериев построения стратиграфической шкалы и событийной (относительной) геохронологии*.

И здесь мы вновь возвращаемся к принципам проведения стратиграфических границ, среди которых особое место занимает вопрос об их естественности. Подробно с этим важнейшим вопросом можно познакомиться, обратившись к работам С.А. Мороза и В.И. Оноприенко, а также других авторов, особенно С.В. Мейена и В.Л. Егояна.

Суть же его уходит корнями в общефизическую проблему устойчивости и изменчивости, в непримиримость дискретного и непрерывного. Не обсуждая здесь разнообразие подходов, можно сказать, что под *естественностью стратиграфических шкал понимается их соответствие определенным этапам развития разномасштабных экосистем, выражающееся в корреляции палеонтологических, литологических, тектонических и других признаков, характеризующих разрезы и регионы.*

* Правильнее, вероятно, считать, что теория эволюции в значительной мере выросла на базе стратиграфии и стала ее объяснением, так как первая стратиграфическая схема У. Смита оформилась в 1799 г., то есть за десять лет до рождения Ч. Дарвина.

Иными словами, речь идет о том, что, например, в масштабе МСШ тектонические перестройки охватывали всю планету.

Они сопровождались перераспределением суши и моря, изменением климата и приводили к изменениям ландшафтным. Те же, в свою очередь, повлияли на состав осадков и характер фауны и флоры.

В отдельных регионах изменения происходили на фоне общепланетарных катаклизмов, и потому корреляции событий там более сложны и запутаны. Однако, если принимается концепция естественности шкал, мы вынуждены эту запутанность рассматривать как различного рода флуктуации, вводить большое число допущений, сильно упрощать и сглаживать частные различия. Из всего этого возникает задача поисков (открытия) неких *естественных эталонов как стратиграфического, так и геохронологического толка*, появляется необходимость определения таких эталонов и т. д. Но все это, хотя и принципиальные, но все-таки как бы технологические трудности, они вторичны и вытекают из идеологии естественности шкал, то есть из принятия *существования природной дискретности разных порядков*, дискретности, которую человек лишь обнаруживает. Сама же дискретность задана как природная объективная закономерность.

Как *альтернатива природной дискретности*, а значит, и естественности стратиграфической и геохронологической шкал, существует концепция их устойчивости, основанная на эволюционных идеях чистого дарвинизма, одно из главных положений которого гласит – «природа не делает скачков и перерывов». При такой позиции таксономические категории стратиграфии и относительной геохронологии могут быть только искусственными, создаваемыми по критериям удобства изучения. Утверждение искусственности шкал привело к «принципу приоритета», в соответствии с которым прав тот, кто первый опубликовал свою стратиграфическую схему. В настоящее время этот принцип трансформировался в «*концепцию стратотипа*» – *типового разреза*.

Эта концепция, по существу, разрешает любой произвольно выбранный разрез рассматривать в качестве овеществленного многопараметрического эталона геологического пространства-времени. Иначе говоря, эталон утверждается как некая случайная

мера. Такая позиция вполне правомерна, если опирается на идеологию детерминизма, исключаящую всякую устойчивость. В последние годы в геологии происходит возрождение идей катастрофизма в виде так называемой «этапной» парадигмы, на основе которой концепция естественности стратиграфической и относительной геохронологической шкал получает новое развитие.

Общий вывод:

В основе событийной геохронологии лежит принцип суперпозиции, оформленный Н. Стеноном в виде тождества, определяющего изоморфизм пространства и времени.

1.3. Прошлое, настоящее и будущее

Общая постановка вопроса

В предыдущих разделах мы пришли к очень важным выводам:

1. В геологии всякие датировки неотделимы от событий.
2. Евклидово пространство, которое использует геология, и шкала геологического времени не являются абсолютными.
3. Нельзя измерить ход часов без измерения пространства.
4. Наши временные представления складываются из понятий прошлого, настоящего и будущего. И от того, каким образом мы эти понятия оформляем и связываем, зависит наш подход к решению и теоретических и, в конечном счёте, прикладных задач.

В основе всех этих измерений лежит понятие времени. Одно из известных определений звучит приблизительно так:

время – это то, что меняется, когда уже не меняется ничего.

Нетрудно понять, что по этому определению время и процессы разделены. Они как бы сами по себе. Время рассматривается как длительность, каким-то образом вмещающая процессы, которые на этой длительности сохраняют свои метки.

Такое понимание времени соответствует базовым представлениям классической физики И. Ньютона, опирающейся на геометрию Евклида, то есть на представления об инерциальных системах. В соответствии с ними пространство является однородным и изотропным, а время – однородным. Причём, и то и другое – абсолютны, то есть независимы не только друг от друга, но и от чего бы то ни было.

Связь времени с пространством была научно оформлена лишь в начале XX в. Теория относительности, используя четырёхмерный мир Германа Минковского, стала рассматривать пространство и время в форме связного многообразия, событие в котором определяется как точка.

Г. Минковский первый понял, что чувственно воспринимаемое пространство Евклида может рассматриваться как форма проявления геометрических свойств реального мирового пространства.

Заметим, что в четырёхмерном мире Г. Минковского могут наблюдаться только события уже совершившиеся, то есть только прошлое. Информация же о будущем отсутствует, ибо нечего видеть там, где ещё ничего не произошло, где точки-события еще не сформировались.

Закрытость будущего для наблюдателя выглядит вполне естественной. Эту естественность прекрасно сформулировал Л.Н. Гумилев [1990 г.]:

... настоящее только момент, мгновенно становящийся прошлым. Будущего нет, ибо не совершены поступки, определяющие те или иные последствия, и неизвестно – будут ли они совершены. Грядущее можно рассчитать только статистически, с допуском, лишаящим расчёты практической ценности. А прошлое существует; и все, что существует, – прошлое, так как любое совершение тут же становится прошлым. Вот почему наука история изучает единственную реальность, существующую вне нас и помимо нас.

Получается, что прошлое – это время, связанное с пространством. Можно предположить, что оно имеет градиентную размерность, фиксируя то, что можно назвать временной напряжённостью. Обозначим её через E_t . По существу, такая напряжённость и есть циферблат (с/м):

$$E_t = \text{grad } t. \quad (1.1)$$

В соответствии с основными понятиями теории поля напряжённость – это сила, действующая на источник. Она направлена по этой силе и является величиной векторной. Напомним, что если эта сила действует по радиусу от источника, напряжённость

считается положительной, если по радиусу к источнику – отрицательной.

В нашем случае «остановившееся» время t выполняет функции потенциала поля.

Величина $\mathbf{grad} t$ показывает ту «силу», с которой *пространство поглощало время.*

Она направлена по радиусу к источнику времени и потому является величиной отрицательной (рис. 1.1). Следуя базовым представлениям теории поля, мы можем записать:

$$\tau = -\mathbf{D} \mathbf{grad} t. \quad (1.2)$$

В этой фундаментальной формуле τ – время без пространства («поток» времени из будущего, с); \mathbf{D} – пространство без времени – настоящее, м; $\mathbf{grad} t$ – прошлое, с/м.

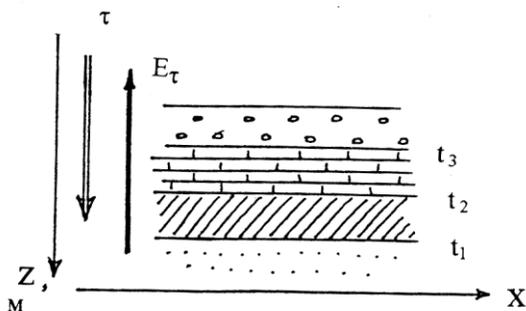


Рис. 1.1. Схема взаимоотношения прошлого и будущего.

Z – глубина слоев; $t_{1,2,3}$ – датировки подошвы каждого слоя. По Н. Стенону, $t_1 < t_2 < t_3$, если даты отсчитываются снизу вверх, то есть по порядку напластования.

$E_\tau = -\mathbf{grad} t$. Например, $E_{1-2} = (t_1 - t_2) / \Delta Z_{1-2}$; τ – «поток» времени из будущего

Таким образом, приходим к совершенно необычной схеме:

1. Время без пространства неосязаемо, оно находится вне сферы чувственного восприятия и принадлежит будущему. Это и есть некое дление. Дление вне нас, в запредельном.

2. Пространство осязаемо, мы чувственно воспринимаем его в рамках геометрии Евклида, мы его часть.

3. Время становится осязаемым только в пространстве. Пространство связывает время и останавливает его ход. От этого взаимодействия остаются различные **события-метки (следы собы-**

тий), которые формируют различные событийные шкалы, иначе – циферблаты.

В такой постановке становится понятной мгновенность настоящего, скрытость будущего и реальность прошлого. Заметим, что в нашей схеме **стрела времени направлена из будущего в прошлое.**

Похоже, что древние греки ещё воспринимали именно такую картину прошлого, настоящего и будущего. Во всяком случае, в их мифах могучий и коварный Крон, представляя всепоглощающее время (хронос – время; Крон – дитя Земли; у римлян Крон назывался Сатурном), пожирал своих детей. А ведь дети и есть будущее. Позже эта несколько запутанная идея потерялась, поскольку будущее воспринималось как цель, к которой движется всё. Время стало осознаваться как стрела, направленная из прошлого.

Я думаю, что это заблуждение теперь пора исправить.

*Из прошлого направлен вектор временной
напряжённости пространства,*

который показывает его «аппетит» к пожиранию времени, к превращению потенциальных возможностей будущего в реальность прошлого, «аппетит», без которого невозможны процессы и события.

Выражение (1.1) – это дифференциальное уравнение в частных производных, в котором

$$\mathbf{grad} t = \partial t / \partial x + \partial t / \partial y + \partial t / \partial z.$$

Формально оно имеет смысл только для математической точки. Именно это обстоятельство и определяет теоретическую мгновенность настоящего, его нуль-протяженность, его отсутствие где бы то ни было. Однако решения этого уравнения, называемые интегральными следствиями, всегда связаны с реально воспринимаемым пространством: отрезком, площадью, объемом. Они-то и насыщаются временем в виде событий, которые их материально оплодотворяют.

Поэтому если забыть о математической точке, то настоящее **Д**, помимо линейной размерности, приобретает конкретные очертания. Мгновение перестает быть нулем: точка размазывается, становится областью. Это уже квантовый мир.

Для этого мира М. Планк вычислил значения минимальной длины (Δl) и минимального времени (Δt), как величин, не поддающихся делению:

$$\Delta l = 1,6 \cdot 10^{-35} \text{ м}, \Delta t = 5,3 \cdot 10^{-44} \text{ с.}$$

Очевидно, что в такой постановке величину Δl следует рассматривать как *минимальную порцию пространства*, которая способна *поглотить минимальную порцию будущего* (Δt).

Тогда для простой одномерной задачи квантового мира можно вычислить временной градиент в минимальном настоящем:

$$\tau / D = \Delta t / \Delta l = 5,3 \cdot 10^{-44} / 1,6 \cdot 10^{-35} \approx 3,3 \cdot 10^{-9} \text{ с/м.}$$

Это градиент в некоей переходной зоне, когда настоящее это не точка, разделяющая прошлое и будущее, а уже область:

- временной поток из будущего вошел в настоящее, но ещё не трансформировался в прошлое, ещё не материализовался в пространстве, а только «знакомится» с ним, адаптируется в новых условиях, когда часы «тикают», но начинают «осознавать», что должны будут остановиться.

Как удивительно просто и одинаково устроен мир:

- будущее – временная субстанция, отражающая жизненную потенцию мира,
- настоящее – это своеобразный родильный дом, это место адаптации потенциальной вечности, это место, где
- часы начинают громко тикать, чтобы потом остановиться в прошлом.

Временной же градиент прошлого можно достаточно надёжно оценить по геологическим данным. Конечно, в истории Земли он не был постоянным и, наверное, менялся достаточно сильно, однако осреднённое его значение, скажем, за последние 600 млн лет (фанерозой) получить можно и оно даст представление о порядке этой величины.

По данным геологии мощность осадочного чехла на континентах составляет около 3 км. В основном это толща пород относящихся к фанерозою. Тогда временной градиент по координате Z (радиусу Земли) составит:

$$\mathbf{grad} t = 6 \cdot 10^8 \cdot 3 \cdot 10^7 \text{ с} / 3 \cdot 10^3 \text{ м} = 6 \cdot 10^{12} \text{ с/м.}$$

Нетрудно увидеть, что временной градиент в настоящем (переходной зоне) и градиент в прошлом существенно отличаются. В прошлом остановившееся время как бы уплотнено длительностью (**секунды была меньше**). Это «уплотнение» можно оценить через безразмерный коэффициент $P(t)$:

$$\tau = D P(t) \text{ grad } t; \quad (1.3)$$

$$P(t) = \tau / D \text{ grad } t = 3,3 \cdot 10^{-9} / 6 \cdot 10^{12} \approx 5,5 \cdot 10^{-22}.$$

Это число показывает, во сколько раз жизнь короче смерти. Оно позволяет понять, что *смерть – это овеществлённая жизнь, что смерть, как и жизнь, тоже должна иметь начало и конец*. Если пространство поглощает время через настоящее, то оно где-то и через чего-то должно от него освободиться.

В связи с такой гипотезой обратимся к известной космологической модели А. Эйнштейна, построенной им в 1917 г. Исходя из господствовавших тогда представлений о стационарности Вселенной, Эйнштейн поставил естественный вопрос о существовании в ней наряду с силами тяготения уравновешивающих сил отталкивания. Природу этих отталкивающих сил он связывал с так называемым гравитационным вакуумом, иначе с пространством Вселенной не занятым веществом. (А с чем еще их можно было связать?)

Здесь же только приведём две формулы, по которым можно оценить ускорение тяготения (a_τ) и ускорение отталкивания (a_0):

$$a_\tau = G M / R^2; \quad (1.4)$$

$$a_0 = 3 \cdot 10^{-36} R. \quad (1.5)$$

Первая получена из известной записи закона всемирного тяготения И. Ньютона: $G = 0,667 \cdot 10^{-10} \text{ м}^3 / (\text{с}^2 \text{ кг})$ – постоянная тяготения; M – масса; R – расстояние. Вторая является продуктом построений А. Эйнштейна.

Наши пространственно-временные соотношения прошлого и настоящего, в частности, величина $P(t)$ были получены на «земных материалах», по крайней мере, в отношении прошлого (**grad t**). Поэтому резонно провести сравнение сил тяготения и отталкивания как функций соответственно материального и пространственного, в рамках Солнечной системы.

Солнце в области Земли создает гравитационное ускорение, вычисляемое по формуле (1.4), в которой $M = 1,98 \cdot 10^{30}$ кг (масса Солнца), а $R \approx 1,5 \cdot 10^{11}$ м (среднее расстояние от Земли до Солнца).

$$a_{\tau} = 0,667 \cdot 10^{-10} \cdot 1,98 \cdot 10^{30} / 2,25 \cdot 10^{22} \approx 0,59 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}^2.$$

Ускорение, создаваемое силами отталкивания, генерируемые пространством в этой же области, составит:

$$a_0 = 3 \cdot 10^{-36} \cdot 1,5 \cdot 10^{11} = 4,5 \cdot 10^{-25} \text{ м/с}^2.$$

Тогда

$$a_0/a_{\tau} = 4,5 \cdot 10^{-25} / 0,59 \cdot 10^{-2} = 7,63 \cdot 10^{-23}.$$

От нашего коэффициента $P(t) = 5,5 \cdot 10^{-22}$ эта величина отличается всего на один порядок, что составляет ничтожные доли процента.

Таким образом, наше понимание прошлого как продукта взаимодействия времени с пространством (материализация времени) хорошо согласуется с понятием *массы как источника гравитации* и «пустоты Вселенной» как *гравитационного вакуума*.

Выражение «пустота Вселенной» поставлено в кавычки потому, что оно обозначает наше незнание этой пустоты. При этом имеется в виду не только чувственное незнание, но и инструментальное, незнание того, в чём находятся звезды, галактики, межзвёздная пыль, газ и даже электромагнитное излучение, рассматриваемое современной наукой как вид материи.

Известно, что работы А. Фридмана о нестационарности Вселенной привели А. Эйнштейна к отказу от своей космологической постоянной отталкивания. Он стал считать её «самой грубой ошибкой своей жизни». Открытие Э. Хабблом расширения Вселенной и последующая разработка теории Большого взрыва как будто бы вообще поставили точку на этих разработках великого ученого.

Но вероятно, такие гении, как А. Эйнштейн, не ошибаются, даже когда думают, что ошиблись. Ведь стационарность или нестационарность и лямбда-член в уравнениях А. Эйнштейна, оценивающий отталкивания гравитационного вакуума, это разные вещи. По существу, условия стационарности, рассматриваемые А. Эйнштейном, это всего лишь условие, помогшее увидеть свой-

ства «пустого пространства». А разбегание галактик это наложенный процесс. Таким образом, условие стационарности Вселенной позволили А. Эйнштейну заглянуть в *мир за пределами*, в мир, состоящий из *чувственного ничего*. Вероятно, *это ничего и есть время*. Там, где оно взаимодействует с пространством, появляется чувственная материя (масса и поля), в которой часы останавливаются (время срывается с пространством).

Общие выводы:

- Будущее – это время без пространства (чувственное ничто).
- Настоящее – пространство без времени (чувственная пустота).
- Прошлое – единое пространство-время (материя).
- Пространство поглощает время, материализуя его в прошлое.
- Не исключена дехронизация прошлого, то есть его разрушение с образованием абсолютного времени и абсолютного пространства.
- Смерть прошлого рождает новое будущее.

Мы живём в прошлом, в том времени, которое материализовали для нас наши предки и наши современники. Мы читаем книги, которые уже написаны, живём в домах, которые уже построены, создаем по технологиям, которые кем-то уже разработаны, верим в идеи, которые возникли в умах предшественников и т.д.

ЭТО НАША СУДЬБА!

Сами мы создаем прошлое для наших потомков.

И ЭТО ИХ СУДЬБА!

Глава 2. ДРЕВНЕЙШЕЕ НАРУШЕНИЕ ЭВОЛЮЦИИ

О сколько нам открытий чудных
Готовят просвещения дух
И опыт, сын ошибок трудных,
И гений, парадоксов друг,
И случай, бог изобретатель.

А.С. Пушкин

2.1. Эволюционный этап

Катархей – интервал геологического времени, предшествовавший архею, время, из которого осадочные породы не известны. Катархей охватывает первые полмиллиарда лет существования Земли, появившейся ~ 4,6 млрд лет назад. Тогда существовали пустынные суровые и холодные ландшафты без морей, с чёрным небом (вследствие очень разреженной атмосферы), слабо греющим Солнцем (его светимость была ниже современной на ~ 30 %) и большим диском Луны (она находилась на расстоянии ~17 тыс. км от Земли, а сейчас – 384 400 км). Рельеф Земли был аналогичен лунному, но без гор и метеоритных кратеров, сглажен из-за непрерывных приливных землетрясений. Поверхность нашей планеты сложена тёмно-серым первичным веществом, покрытым толстым слоем реголита – грунта, состоящего из собственного разнозернистого обломочно-пылевого материала и фрагментов метеоритов. Вулканов, фонтанов газов и паров воды не существовало.

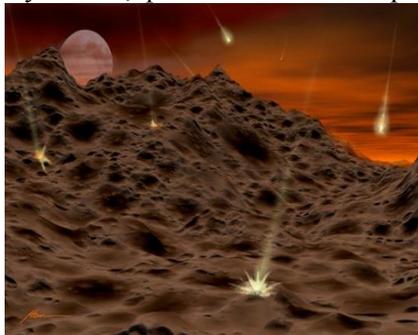


Рис. 2.1. Катархей. allgeology.ru Катархей.
http://www.floridafrontier.com/Origins_4_Earth_1.html

Небольшие количества газов и паров воды, выделяющиеся при падении на Землю планетезималей мелких твёрдых частиц, образующих планеты) и осколков Протолуны, поглощались пористым реголитом. Сутки, в начале катархея, длились 6 часов и равнялись ~ периоду обращения Луны, который быстро возростал. Жизни на Земле в катархее не было.

Архей охватывает период от 4,0–3,8 до 2,5 млрд лет назад. В это время на Земле ещё не было кислородной атмосферы, но *появились первые анаэробные бактерии*, которые сформировали многие ныне существующие залежи полезных ископаемых: серы, графита, железа и никеля. Возможно, появились и прокариоты (доядерные), организмы, не обладающие клеточным ядром и хромосомным аппаратом. Это бактерии, сине-зелёные водоросли, риккетсии и микоплазмы (виды бактерий) и др. Архей представлен древнейшими геологическими породами. Первичная атмосфера Земли формировалась в архее в результате дегазации мантии и носила восстановительный характер. Основу её составляли газы: CO_2 , H_2S , NH_3 , CH_4 , на что указывают не окисленные отложения, образовавшиеся на поверхности (например, речная галька из нестойкого к O_2 пирита FeS_2); отсутствие значимых источников O_2 и других окислителей; изучение потенциальных источников первичной атмосферы (вулканических газов и состава других небесных тел). Органические остатки в архейских отложениях не встречаются. Но в конце архея, на Земле обитали одноклеточные, возможно, и многоклеточные организмы, не имевшие минерального скелета, который мог сохраниться до наших дней.

Важнейший этап эволюции жизни на Земле связан с *возникновением фотосинтеза, на границе архея и протерозоя*, обусловившим разделение органического мира на растительный и животный. Первыми фотосинтезирующими организмами были прокариотические (доядерные) цианобактерии и сине-зелёные водоросли. Появившиеся позже эукариотические зелёные водоросли уже выделяли свободный O_2 , что способствовало возникновению бактерий, способных жить в кислородной среде. В это же время *на границе архея и протерозоя* произошло ещё два крупных эволюционных события – *появились половой процесс и многоклеточность*. Гаплоидные организмы (бактерии и сине-зелёные) имеют один набор

хромосом. Каждая новая мутация проявляется у них в фенотипе. Если мутация полезна, она сохраняется отбором, если вредна, устраняется. Гаплоидные организмы непрерывно приспосабливаются к среде, но принципиально новых свойств у них не возникает. Половой процесс резко повышает возможность приспособления к условиям среды, вследствие создания бесчисленных комбинаций в хромосомах. Диплоидность, возникшая одновременно с оформленным ядром, позволяет сохранить мутации в гетерозиготном состоянии и использовать их как резерв наследственной изменчивости для дальнейших эволюций. Возникновение диплоидности и генетического разнообразия одноклеточных эукариот, с одной стороны, обусловили неоднородность строения клеток и их объединение в колонии, с другой – возможность "разделения труда" между клетками колонии, то есть образование многочисленных организмов. Разделение функций клеток у первых колониальных многоклеточных организмов привело к образованию первичных тканей – эктодермы и энтодермы, что дало возможность для возникновения сложных органов и систем органов. Совершенствование взаимодействия между клетками сначала контактного, а затем с помощью нервной и эндокринной систем обеспечило существование многоклеточного организма как единого целого. Пути эволюций первых многоклеточных были различны. Одни перешли к сидячему образу жизни, превратились в организмы типа губок. От них произошли плоские черви.

Другие сохранили плавающий образ жизни, приобрели рот и дали начало кишечнополостным.



Рис. 2.2. Архей. Продолжительность архея более 3,6 млрд лет.

Протерозой является самым длительным эоном в истории Земли, охватывая временной интервал от 2500 до $542,0 \pm 1,0$ млн лет назад. Ранний протерозой был временем железорудного накопления (Кривой Рог, Курская магнитная аномалия и др.). На юге Африки в это же время образовывались золото-урано-пиритовые конгломераты. Поздний протерозой известен железными рудами (Урал и др.), медно-полиметаллическими рудами (Австралия и др.), а также урановыми, кобальтовыми, медными и оловянными рудами.

В протерозое происходит образование кислородной атмосферы и озонового слоя планеты. Около 2,4 млрд лет назад содержание O_2 в атмосфере достигло ~10 % от современного, что привело к *кислородной катастрофе* (кислородной революции) – глобальному изменению состава атмосферы Земли. *Её результатом стало появление в атмосфере свободного O_2 и изменение атмосферы с восстановительной на окислительную*, на что указывает резкое изменение характера осадконакопления. В протерозое происходит: формирование современного объёма Мирового океана; длительное в истории Земли гуронское оледенение (2,4–2,1 млрд лет назад); несколько эпох глобального оледенения (поздний неопротерозой); появление многоклеточных организмов: губок и грибов. И ныне существуют слизевики или миксомицеты. Они похожи на комки слизи, ползущие по земле или коре деревьев. Клеточные слизевики, например, большую часть жизни проводят в виде отдельных клеток в почве, где питаются бактериями. Но когда пища иссякает, каждая клетка вырабатывает особое вещество, которое привлекает другие клетки слизевика. Миллионы клеток собираются вместе и образуют огромную клеточную массу, сходную с многоклеточным организмом. Эта масса передвигается и реагирует на свет и химические вещества, как единое животное. В итоге слизевик предстает в виде плодоносящего тела, похожего на спорангий гриба. У него имеется высокая ножка с защитной оболочкой, а сверху – мешочек со спорами.

Археоциаты – вымершие одиночные и колониальные животные. Размеры – от нескольких мм до 40 см в высоту и от 3–4 мм до 25 см в диаметре. Скелет известковый, кубковой (часто, у одиночных форм), цилиндрической или округлой формы. Кубковый скелет состоит из двух конических бокалов, вставленных друг в друга. Между ними имеются перегородки, днища, стерженьки. Стенки

пронизаны порами. Бывают и одностенные археоциаты. В отличие от губок скелет археоциат монолитный, не состоит из отдельных игл. Считается, что археоциаты появились в протерозое, расцвета достигли в раннем кембрии; в среднем кембрии – вымерли. Археоциаты были прикреплены к дну, иногда – свободно лежали на грунте (в мелководной зоне теплых морей). Приняли участие в образовании толщ археоциатовых известняков. По последним данным, их относят к губкам. *Они считались вымершими в середине кембрия, но недавно в Тихом океане была найдена странная глубоководная губка *Vakletia*, оказавшаяся дожившим до наших дней археоциатом.*



Рис. 2.3. Археоциаты в шлифе № фото: Arh-1 Размер фото: рх. Кубок археоциата в шлифе. Поле зрения 15×20. Т.Н. Титоренко petrographica.ru/fossils/foto/9...



Рис. 2.4. Кубки археоциат № фото: Arh-2. Размер фото: рх Кубки археоциат в поперечном срезе. Шлиф 16×24. Т.Н. Титоренко. petrographica.ru/fossils/foto/9...



Рис. 2.5. Археоцианитовый известняк. Номер фото: Arh-5.
Размер фото: рх Археоцианитовый известняк. Поле зрения 30×45.
Из коллекции Т.Н. Титоренко petrographica.ru/fossils/foto/9...

Конец протерозоя (вент) является «веком медуз». Результатом жизнедеятельности прокариотов (бактерий и одноклеточных водорослей, живших и на периодически затапливаемых участках суши) стало *образование почвы*. Основным источником O_2 является биосфера (фотосинтезирующие организмы). Фотосинтезирующие археобактерии вырабатывали O_2 , который расходовался на окисление горных пород, растворённых соединений и газов атмосферы. Его высокая концентрация создавалась локально, в пределах бактериальных матов. В результате окисления поверхностных пород и газов атмосферы O_2 начал накапливаться и в атмосфере. Возможно, на смену микробных сообществ, повлияло изменение химического состава океана, вызванное угасанием вулканической активности. *В протерозойских отложениях органические остатки встречаются намного чаще, чем в архейских. Они представлены известковыми выделениями сине-зелёных водорослей, скелетами радиолярий и фораминифер, спикулами губок, ходами червей, остатками кишечнорастных и членистоногих организмов, раковинами брахиопод.* В отложениях протерозоя обнаружены скопления графито-углистого вещества (продукта разложения *Corycium enigmaticum*). В кремнистых сланцах железорудной формации протерозоя Канады найдены нитевидные водоросли, грибные нити

и формы, близкие современным кокколитофоридам. В железистых кварцитах Северной Америки и Сибири обнаружены железистые бактерии.

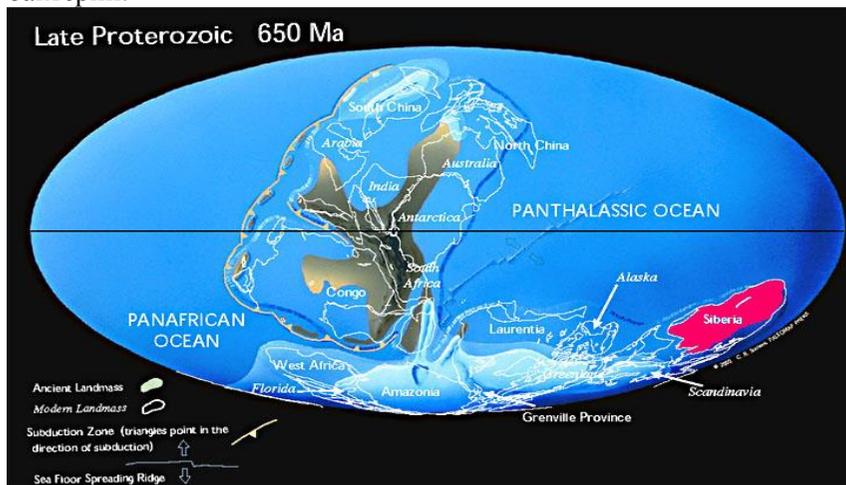


Рис. 2.6. Поздний протерозой (докембрий, 650 млн лет назад) и суперконтинент Родина. <http://my-paleo-world.ucoz.com...>

Геодинамические циклы Уилсона. По материалам сайта garshin.ru/evolution/geology/ge..., основой учения о дрейфе континентов являются, геодинамические циклы Уилсона, описывающие эволюцию литосферы от разлома континентальной коры (рифтинга), появления и расширения (спрединга) океана до столкновения плит (коллизии) и закрытия океана. Коллизия континентов приводит к их укрупнению, рифтинг порождает новые и меньшие континенты. Скорости дрейфа – 2–15 см/год. *В настоящее время все мы ползем на запад.* Поскольку Земля вращается в восточном направлении, а Луна в этом отстает, то её гравитация немного "задерживает" перемещение внешней оболочки Земли, что заставляет кору медленно скользить на запад (и однажды Россия с США поменяются местами).

Суперматерики Земли. Земля пережила существование нескольких суперматерики. Ваальбара существовал ~2,8–3,6 млрд лет назад. Возможно, были суперконтиненты Ура (~3,0 млрд лет назад) и Кенорленд (2,1–2,7 млрд лет назад); сверхматерик Моногея. Суперконтинент Нуна (он же – Колумбия или Хадсонленд; Ме-

гагей) существовал ~1,5–1,8 млрд лет назад. Суперконтинент Родиния (он же – Мезогей; Мировия) существовал ~0,7–1,0 млрд лет назад. Раздробление суперконтинента Паннотия (600 млн лет назад) породило фрагменты, которые соединились с образованием суперконтинента Пангеи (200~360 млн лет назад). Протоконтинент Пангея в эпоху мезозоя распался на Лавразию – северный континент и южный – Гондвану. Составными частями Лавразии были современные Евразия и Северная Америка. Гондвана включала в себя всю сушу, в наше время расположенную в южном полушарии (Африка, Южная Америка, Антарктида, Австралия), а также тектонические блоки Индостана и Аравии, ставшие частью Евразийского материка. Разделял Гондвану и Лавразию океан Тетрис. Около 65 млн лет назад Гондвана и Лавразия тоже раскололись, а некоторые их части, соединились. В месте современных Гималаев Индия сомкнулась с Азией, а Южная Америка соединилась с Северной. Очертания материков приняли современный вид.

*Движение сверхматериков происходит с периодом в ~645 млн лет. Образуются новые суперконтиненты, которые распадаются за 100–200 млн лет. Через каждые ~800 млн лет (приблизительно 4 оборота Галактики), блоки континентальной коры Земли собираются в единый сверхконтинент. Через 200–300 млн лет на Земле сформируется следующий суперматерик на месте Атлантического (как древняя Пангея) или Тихого океана. Грядущий сверхматерик – Пангея УльTIMA (Пангея Последняя), по мнению *Роя Ливермора* (Кембриджский университет), возникнет при соединении Австралии и Азии (Новопангея). По *Россу Митчеллу* (Йельский институт) будущий суперконтинент Амазия возникнет из Северной Америки и Евразии.*

Климат Земли. Обширным лапландским оледенением в нижнем протерозое были охвачены Европа, Азия, Западная Африка, Гренландия, Австралия и Северная Америка; в *верхнем рифее* – Африка и Австралия, в *венде* – Европа, Азия и Северная Америка. В *верхнем протерозое* большие пространства Европы и Северной Америки были охвачены оледенением. Ледниковые отложения известны на Урале, Тянь-Шане, на Русской платформе (Белоруссия), в Скандинавии (Норвегия), в Гренландии и Скалистых горах. Протерозойские морены хорошо сохранились. Их «штрихован-

ные» валуны и галька, несмотря на интенсивный метаморфизм, легко узнаваемы.

В палеозое оледенения были широко развиты на территории современных тропиков. Верхнепалеозойские тиллиты известны в Южной Америке, Африке, Индии и Австралии. От этих оледенений на Земле, кроме морен, остались ленточные глины, отполированные ледниками бараньи лбы и т. п. В *ордовике* Австралия располагалась близ Южного полюса, а северо-западная Африка – в районе полюса, что подтверждается признаками оледенения в осадочных породах Южной Австралии, Китае, Норвегии, Южной Африке, юге Европы и в Южной Америке. В Колорадо в *ордовикских* песчаниках обнаружены фрагменты самых примитивных позвоночных – бесчелюстных (остракодерм). В *ордовике* ископаемые организмы и органогенные известняки, указывают на распространение теплых мелководных морей в то время. На территории Гондваны в *ордовике* климат, наоборот, был приполярным. В Южной Африке и в южной части Бразилии встречаются тиллиты – древние метаморфизованные морены. В *девоне* экватор располагался под углом в $\sim 65^\circ$ к современному и проходил через Кавказ, Русскую платформу и южную Скандинавию. Северный полюс находился в районе Японии. Климат на Русской платформе и Северной Азии был приэкваториальным – сухим и жарким, с разнообразным органическим миром. Часть Сибири занимали теплые моря ($t^\circ > 25^\circ\text{C}$). Тропический (гумидный) пояс простирался от современной Западно-Сибирской равнины до юго-западного края Русской платформы. В палеозое Северная Америка располагалась также в экваториальной зоне. В *верхнем карбоне* и начале *перми* на материке Гондвана развилось обширное оледенение в Центральной и Южной Африке, юге Южной Америки, в Индии и Австралии. Органический мир этого пояса отличался бедным составом. В *карбоне* и в *перми* на материке Гондвана развивалась флора умеренного и холодного пояса, с обилием папоротников и хвощей. В палеозое оледенение охватывало временами Бразилию, Южную Африку, Индию и Австралию.

В мезозое крупных ледниковых эпох не было.

В *четвертичном периоде* оледенения были значительными, при общем похолодании климата. Один центр оледенения нахо-

дился на Скандинавском полуострове. Другой – в Альпах. В Азии, Африке, Южной Америке также были ледники. В Северной Америке существовали центры оледенения южнее Великих озер, но северная часть материка была свободна ото льда. Самым древним четвертичным оледенением было миндельское (Альпы, Русская платформа). Оно охватывало Северную Европу, Кавказ и другие области; распространялось до Карпат. При отступании Миндельского ледника, в миндельрисское межледниковье, климат потеплел, и многие теплолюбивые растения и животные проникли на север. *Рисское* оледенение было наиболее крупным, что отразилось на флоре и фауне. В Европе далеко на юг проникли холодолюбивые животные (овцебыки, мамонты, северные олени и др.). В короткое (риссвюрмское или микулинское) межледниковье фауна содержит некоторые теплолюбивые виды (сайга, дикая лошадь, тушканчик и др.). Последнее *висленское* оледенение распространилось на север Германии и европейской части России. Его максимумы: калининское и валдайское, или осташковское – сопоставимы с вюрмским оледенением в Альпах. При отступании ледники этого оледенения оставили концентрические гряды конечных морен, озы (швед. *ås* – «хребет, гряда») или эскеры (ирл. *eiscir* – гряда или возвышенность) – линейно вытянутые, узкие валы высотой до нескольких десятков метров, шириной от 100–200 м до 1–2 км и длиной (с небольшими перерывами) до десятков–сотен километров, камы (нем. *Kamm* – гребень; ледниковые аккумулятивные холмистые формы рельефа, в виде округлых конусовидных куполов, часто с плоскими вершинами), друмлины (англ. *drumlin*; формы древнеледниковой аккумуляции в виде продолговатых холмов, вытянутых длинной осью в направлении движения льда. Высота 5–45 м, длина от сотен метров до >2,5 км, ширина 150–400 м), ледниковые озера и другие формы мореного ландшафта, распространенные в северных областях европейской части России.

Осадочные циклы геосинклинальных областей. История развития Земли, как планеты, отражена в развитии осадочных циклов геосинклинальных областей. Осадочный цикл геосинклинальных областей – это время, охватывающий процесс осадкообразования от зарождения геосинклинали до ее консолидации. По окончании осадочного цикла на Земле геосинклинальное развитие

может повториться, но часть геосинклинальных областей в конце цикла, всегда превращается в молодую платформу. В течение геологической истории площадь, занятая геосинклиналями – уменьшалась, а площадь платформ – увеличивалась. Геосинклинальные системы являлись местом нарастания континентальной коры с гранитным слоем. Периодические вертикальные движения тектонического цикла (опускание в начале и поднятие в конце) приводят к изменениям рельефа, к смене трансгрессий и регрессий моря.

Криогений (средний неопротерозой). В период криогения на мелководье морей начали появляться простейшие организмы (~750–550 млн лет назад), когда эти крошечные организмы (0,3–0,5 мм в длину) стали господствующими животными в древних океанах. По материалам сайта: newsf.ru/2011/11/28/zhizn-rascvela-podo-ldom.html от 28.11.2011, «Жизнь расцвела подо льдом»: Толчок развитию большинства современных форм животных дал самый холодный период в истории Земли – криогений. Об этом сообщил портал Live Science со ссылкой на статью учёных из Смитсоновского национального музея естественной истории (Smithsonian National Museum of Natural History), США, опубликованную в журнале Science за 2011 г.

Это самые старые животные, которые обнаружены на Земле, они предшествуют любым найденным окаменелостям на 100–150 миллионов лет. Организм был назван *Otavia antiqua*, его обнаружили в самых старых скалах в Намибии.



Рис. 2.7. Криогений. vokrugsveta.ru

Период «криогений» назван из-за резкого падения температуры на планете, вызвавшем обширнейшие оледенения. В этот период ледник покрывал планету, включая экватор, как считают ученые (гипотеза «Земля–снежок»). Окаменелости сохраняются до конца докембрия, где увеличивается количество сложных живых организмов. *Otavia antiqua* представляют собой простейшие организмы – губки. Они обладают свойствами, которыми наделены современные губки, без спикул. *Otavia antiqua* были яйцевидной или шаровидной формы с тремя «сегментами». Внешний слой был покрыт маленькими порами [(5–20)·10⁻⁶ м в диаметре], которые пропускали воду и засасывали пищу. Вторая «секция» отвечала за получение питательных веществ через потребление морских водорослей и бактерий, что делает *Otavia antiqua* хищником. Эта «секция» названа лабиринтом из-за множества извилистых каналов, которые увеличивали абсорбцию питательных веществ и обеспечивали газообмен. *Otavia antiqua* обитали в относительно теплых спокойных соленых водах, в лагунах – недалеко от берегов. Подробнее: <http://news.mail.ru/society/8036529/>

В молекулярной биологии давно было предсказано, что первые животные должны были появиться как раз в тот период, когда *Otavia antiqua* были доминирующей формой жизни. Используя процесс, известный как *молекулярные часы*, ученые сравнивали геномы различных организмов с целью поиска общностей и того, насколько различающиеся гены далеки друг от друга в структуре эволюционной цепочки.

Различия в генах возникают посредством развития, поэтому можно исследовать глубокое прошлое и предсказать, когда организмы делили последнего общего предка. Появление *Otavia* точно в то время, когда был предсказан последний живой общий предок всех метазоев, может свидетельствовать, что это предок всех животных.

Зарождение жизни и ранние этапы её эволюции происходили в весьма суровых условиях. Так, некоторые новейшие исследования указывают на то, что затормозить возникновение жизни на Земле могли вулканы, чьи извержения добавили в древние воды слишком много серы. Впрочем, согласно другой гипотезе, первые живые организмы появились как раз благодаря масштабному извержению грязевого вулкана в области Исуга (Isua) в юго-западной Гренландии, произошедшему 3,8 млрд лет назад.

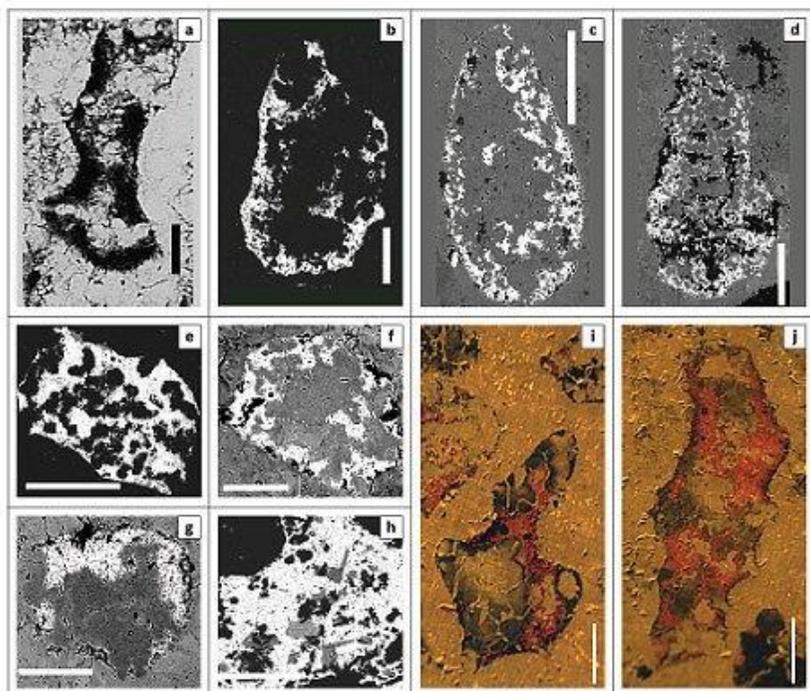


Рис. 2.8. Ученые исследовали более 1000 крошечных окаменелостей
<http://www.km.ru/news/>

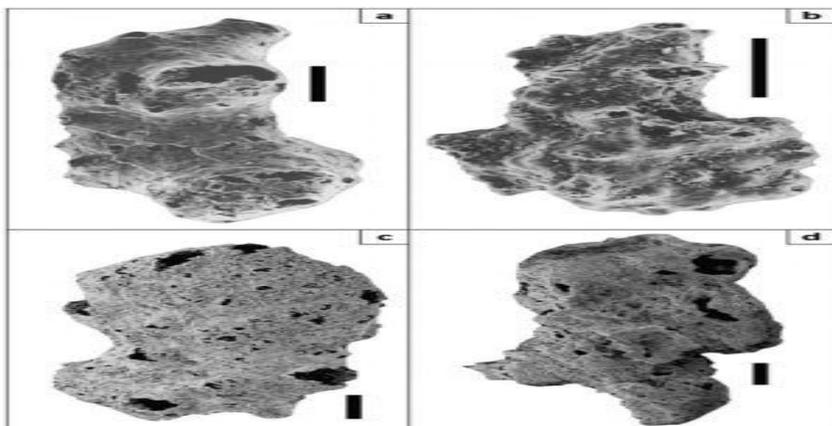


Рис. 2.9. Изображения *Otavia antiqua*, полученные с помощью
 мощного микроскопа <http://www.km.ru/news/>

Поздний докембрий ознаменовался грандиозными природными катаклизмами - извержениями вулканов, землетрясениями и процессами горообразования. Огромное количество вулканического пепла, выброшенного в атмосферу, привело к охлаждению климата; громадные массивы суши надвинулись на полюс, и по всему земному шару распозлись гигантские ледниковые покровы.

2.2. Эдиакарский «взрыв»

Ранние мягкотелые животные оставили в горных породах редкие отпечатки, возраст которых от >700 до 640 млн лет. К этому периоду закончилось оледенение позднего докембрия. Сформировались условия для нового грандиозного эволюционного взрыва. В Южной Австралии, в Эдиакарских горах, встречаются древние мелководные и береговые осадочные породы, возрастом ~ 640 млн лет, в которых сохранились останки животных докембрия – животные Эдиакар. Они жили на морском дне, кормились в слое органического вещества (детрита), который покрывал донный ил, образованный останками множества одноклеточных организмов, населявших толщу воды над ними. Плоские и кольчатые черви плавали над самым дном или ползали среди осадков. Хищников было очень мало. Морские перья отфильтровывали воду в поисках пищи. Трубочатые черви, примитивные иглокожие, проводили всю жизнь в иле. Крупные плоские животные в форме блина, похожие на медуз также обитали на илистом дне. А над ними проплывали медузы. В иле запечатлены парные V-образные отметины, оставленные парами крохотных ножек. Возможно, это следы примитивных членистоногих – отдаленных предков ископаемых трилобитов и современных насекомых – пауков и скорпионов. Эдиакарская фауна включает широкий диапазон особенностей морфологического строения. Однако происхождение и взаимосвязь этой группы животных с кембрийскими организмами остается загадкой. Окаменелости этих организмов разделяют на три группы: Авалонскую (575–565 млн лет), Беломорскую (560–550 млн лет) и Намибийскую (550–542 млн лет) группы. Все эти группы имеют широкий морфологический набор и не встречаются в летописи окаменелостей выше Эдиакарского периода.

Международная комиссия по стратиграфии (ICS) впервые за 120 лет (Lenta.ru. Прогресс от 18.05.2004) добавила в геохронологическую шкалу Земли новый геологический период, сообщает BBC News. Согласно решению ICS, Эдиакарский период является частью неопротерозойской эры и охватывает историю Земли от 600 до 542 млн лет назад.

Животные Эдиакара были мягкотелыми. Обитало множество медуз (1). Диксонии (2) и сприггины (3) были плоскими червеобразными существами. Сприггина имела вдоль боков множество крохотных плавательных пластинок, как у современных морских червей. Возможно, она – предок трилобитов. Харниодиск (4), ранге (5) и птеридиний, листообразные морские перья были колониями крохотных животных, похожих на гидр, которые отфильтровывали из воды частицы пищи. Трибрахийд (7) – загадка. У него был Y-образный центральный рот с щетинкообразными отростками. Он предок современных иглокожих? museum.stavsu.ru (Музей Ставропольского университета).



Рис. 2.10. Протерозой. elite-knowledge.narod.ru
Источник – wikipedia. Дикинсония из Эдиакарских отложений
(Dickinsonia costata)

По материалам сайта: JustMedia, 13.03.12 Останки самого древнего существа найдены в Австралии



Рис. 2.11. <http://www.justmedia.ru/news/russiaandworld/2012/03/13/105327>

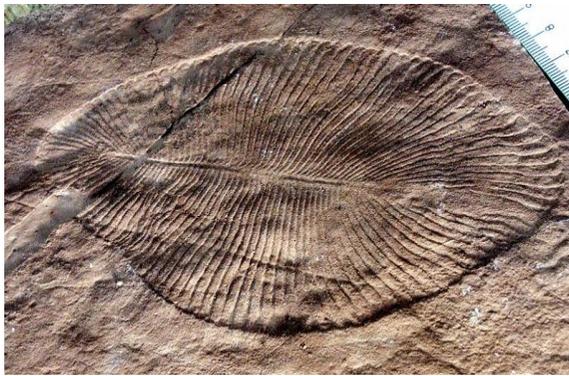


Рис. 2.12. *Coronacollina acula*.
<http://www.justmedia.ru/news/russiaandworld/2012/03/13/105327>

Палеонтологи установили, что древнейшим скелетом обладала губкоподобная *Coronacollina acula*, жившая 550–560 млн лет назад на дне Мирового океана (сайт Калифорнийского Университета или статья «Палеонтологи нашли древнейший скелет» в журнале *Geology*. В песчанике эдиакарийского периода Австралии обнаружены многочисленные останки *Coronacollina acula*. Обнаружен и полноценный скелет. Организм жил в период, когда Австралия была мелководьем. Его размер составляет 1,5–2 м. Отпечатки организма представляют собой углубления, от которых расходятся прямые радиальные лучи-бороздки. Отпечатки лучей – прямые, они имели опорный минерализованный (CaCO_3) скелет, подобный

современным губкам. Благодаря этим лучам *Coronacollina* закреплялась за поверхность субстрата. Размер его мягкого конусообразного тела достигал 5 см, лучей – 20–40 см. Передвигаться оно не могло, а пищу получало фильтрованием, как современные губки. У погибших *Coronacollina* тела теряли минерализованные лучи, которые создавали на окаменелостях множество беспорядочных прямых отпечатков. Первые скелеты не защищали, а помогали прикрепляться к поверхности. Остальные, известные живые существа были мягкотелыми. Найденный организм доказывает, что уже в эдиакаре жили переходные организмы между мягкотелыми организмами докембрия и губками кембрия. «Кембрийский взрыв», отчасти объясняется тем, что мягкотелые виды эдиакара сменились организмами с минерализованным скелетом. *Coronacollina acula* – связующее звено между организмами эдиакара и кембрия.

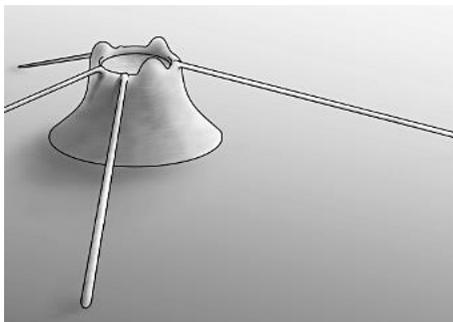


Рис. 2.13. Реконструкция внешнего вида *Coronacollina acula*.
Фото Daniel Garson/UC Riverside Lenta.ru., 11.03.2012.

Общие выводы:

1. На протяжении криптозооя развитие живого мира не противоречило принципам эволюции.
2. Эдиакарский период явился уникальным этапом жизни на Земле.
3. Жизнь из микроскопической стала макроскопической, исключительно разнообразной и оригинальной.
4. Известны предложения специалистов «выделить эдиакарскую жизнь в отдельное царство, отличающееся и от растений, и от животных и от всех остальных».

Глава 3.

ВЕЛИКИЕ ВЫМИРАНИЯ В ПАЛЕОЗОЕ

Летят за днями дни, и каждый час уносит
Частичку бытия, а мы с тобой вдвоем
Предполагаем жить, и глядь – как раз
умрем.

А. Пушкин

Великие вымирания. Дальнейшие крупные преобразования биосферы прослеживаются в периоды Великих массовых вымираний биоты. В рамках Международной программы геологической корреляции «Редкие события в геологии» отмечаются 5 (или 10) Великих вымираний, между которыми проходили более пятидесяти мелких вымираний с интервалами от 26 до 34 млн лет. Существует достаточно обоснованное мнение о 10 значительных вымираний на Земле. Остановимся на них. Первое, значительное, произошло в эдиакаре.

3.1. Первое великое вымирание (эдиакарское вымирание)



Рис. 3.1. Эдиакарский период great.az

В эдиакарской период бактерии развились в более сложные и эукариоты, некоторые из которых сгруппировались, для более успешной добычи пищи и не стать пищей для других. Большинство организмов были мягкими. Изредка ископаемые формы остались лежать на мягкой грязи, затвердели и оставили отпечаток. Они зависели от содержания O_2 . Уровень O_2 начал падать (почему? – неясно) и в мире *542 млн лет назад произошло* массовое вымирание. Более 50 % видов погибли. В настоящее время огромное количество мёртвых организмов разлагаются и образуют некоторые из ископаемых видов топлива. Причина снижения уровня O_2 неизвестна. Источник: <http://great.az/interesniye-fakti/12598-10-massovyh-vymiraniy-v-istorii-zemli.html>

«Теория великого вымирания» (трапповая гипотеза), по материалам сайта doomsday.in.ua/articles/96/?action=print.

В истории Земли наблюдаются периодические Великие Вымирания. Раз в ~60–70 млн лет на Земле за короткий срок (1–2 млн лет) вымирает 20–80 % живых организмов. В качестве основных причин ранее рассматривались внешние космические силы: падение крупных метеоритов, комет, взрывы недалеких сверхновых и т.д. Но есть много фактов, указывающих на то, что причиной вымирания являются эндогенные силы Земли. На границе мантии и ядра Земли непрерывно формируются области повышенной температуры и пониженной плотности. Сформировавшись, эти зоны начинают медленно всплывать, образуя (шапочки) плюмы. Концепция плюмов развивается уже свыше 20 лет. Она позволяет объяснить с единых позиций тысячи ранее непонятных геофизических и геохимических явлений. Всего за время существования Земли образовалось и всплыло ~ 100 плюмов. Средний промежуток времени между последовательными всплытиями как раз составляет 50–80 млн лет. При приближении к поверхности Земли плюмы образуют «горячие точки» – районы активного вулканизма.

При подъёме плюмы достигают твердой оболочки Земли, вызывая многочисленные разломы в земной коре – «рифты» (благодаря рифту появился, например, Байкал). Наконец, мантийные породы начинают выходить на поверхность, формируя гигантские по объёму и площади излияния магматических пород – «траппы».

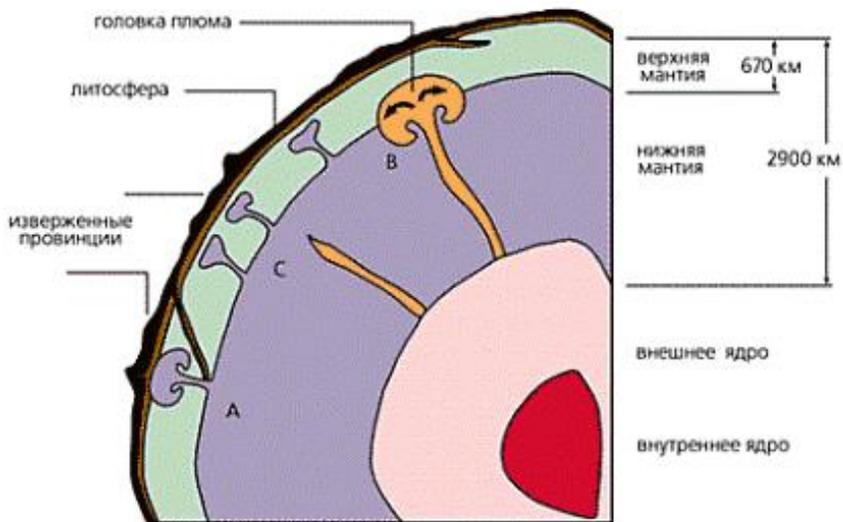


Рис. 3.2. Образование плюмов на Земле. doomsday.in.ua/articles/96/?action=print



Рис. 3.3. Трапповый магматизм

Трапповый магматизм (швед. *trappa* – лестница) – особый тип континентального магматизма, для которого характерен огромный объём излияния базальта за геологически короткое время (первые миллионы лет) на огромных территориях.

На океанической коре аналогом траппов являются океанические плато. Базальтовый слой эродируется плохо, осадочные породы разрушаются легко. В результате местность траппового магматизма приобретает вид обширных плоских равнин, расположенных на кровле базальтового покрова, разделённых уступами.

Изливаются траппы всего за 1–2 млн лет. При этом на огромной территории почти непрерывно извергаются вулканы, Землю постоянно трясет. В атмосферу выбрасываются огромные массы ядовитых веществ (мышьяк, сера), в Мировой океан высыпаются тучи пепла – меняется состав атмосферы и воды.

Оказалось, что все Великие Вымирания происходили в то же время, что и образование траппов. При формировании одного из самых больших в истории сибирского траппа, произошло самое страшное в истории Земли вымирание – Пермское, *разграничивающее Пермь и Триас и, соответственно, Палеозойскую и Мезозойскую эры.*

Совпадают по времени с Великими Вымираниями и последующие выходы плумов на поверхность – Тихоокеанский и Индийский траппы. Последний образовался 65 млн лет назад, во время последнего вымирания, когда исчезли с Земли динозавры. Пермское вымирание отличается тем, что было выделено не на Британских островах, а в России – во время Пермского моря исчезло 75 % наземных живых существ и 95 % обитателей моря, что даже для Великих Вымираний много. Именно в Пермское вымирание вымерли последние трилобиты, исчезли многие проторептилии. Все Великие Вымирания бывают раз в ~60–70 млн лет, а последнее было 65 млн лет назад. Формируются траппы за 1–2 млн лет, и вымирание тянется сотни тысяч лет.

Кембрийский период начался ~ 570 млн лет назад и продолжался ~70 млн лет. Начало периода положил **эволюционный взрыв**, в ходе которого на Земле появились основные группы животных. Граница между докембрием и кембрием проходит по породам, в которых обнаружены разнообразные окаменелости животных с минеральными скелетами.

Отметим. На Земле эдиакарский и кембрийский взрывы, произошли через 50 млн лет друг от друга. Каждый из них содержит огромное разнообразие строения видов, которые появляются

в осадочных породах практически мгновенно *без каких-либо распознаваемых предков*, что противоречит Дарвиновской эволюции, предполагающей, что сильно отличающиеся типы строения видов могут появиться только после длительной геологической истории. На сегодня нет объяснения этой быстрой эволюции. К тому же, Кембрийский и Эдиакарский взрывы не связаны между собой. *Следовательно, такого рода «эволюционный взрыв» должен был произойти дважды.* Один взрыв – сомнителен, но два? Внезапное появление разнообразной группы Эдиакарской биоты объясняются лишь креационисты. (Креационизм (лат. *creatio, creationis* – творение) – концепция, предполагающая, что основные формы органического мира (жизнь), человечество, планета Земля и Мир, в целом, созданы Творцом). По их мнению, эти организмы были накрыты Потопом и впоследствии окаменели.

В кембрии (*и в ордовике*), существовали только морские организмы, суша оставалась необитаемой. Мгновенно, по геологическому времени, вместо исчезнувшей докембрийской эдиакарской фауны возникло множество новых видов скелетных организмов. Скачок привёл биосферу от докембрийского однообразия живого мира к огромному разнообразию скелетных организмов. Одновременно появились почти все современные типы животных, что открыло путь к появлению в дальнейшем высших животных. *Произошёл внезапный качественный скачок, изменивший последующее развитие биосферы. Затем отмечено ещё четыре Великих вымирания, после которых наблюдалось последовательное усложнение всех форм земной жизни.*

В ту эпоху климат на Земле был теплее, чем сейчас. На Земле существовали громадные области, занятые материковыми отмелями, где создались идеальные условия для жизни: илистое дно и теплая вода. Тропические побережья материков окаймляли гигантские рифы из строматолитов, сходные с коралловыми рифами. Но рифы уменьшались, из-за многоклеточных животных поедавших их. На суше не было растительности и почвы, поэтому вода и ветер разрушали сушу быстрее, чем ныне. В море смывалось много осадков. В донном иле копошились черви, моллюски, брахиоподы (беззамковые), господствовали трилобиты (до 60 % всех известных палеонтологических остатков кембрия). Над дном колыхались леса

морских перьев, фильтрующих воду, в водах обитали стекловидные губки. К концу периода появилось множество иглокожих и

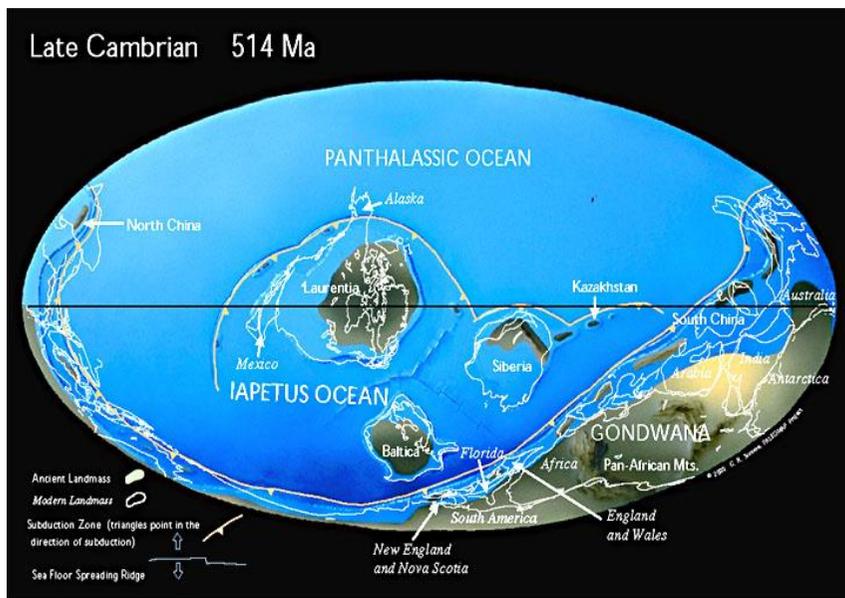


Рис. 3.4. Гондвана позднего кембрийского периода, ~514 млн лет назад. <http://my-paleo-world.ucoz.com...>

хищники – головоногие моллюски или примитивные панцирные рыбы. В организмах животных стали откладываться минералы, необходимые для скелета, при определённом количестве O_2 в атмосфере, в раннем кембрии. Первые скелеты состояли из $CaCO_3$ или были хитиново-фосфатными, позже появляются животные с кремнистым скелетом. Типичные животные для раннего кембрия – археоциаты. Они участвовали наряду с известковыми водорослями в образовании органогенных построек. По остаткам археоциат и трилобитов проводится расчленение отложений кембрия. Но *археоциаты* – примитивные губкообразные организмы, внезапно полностью вымерли в середине кембрия, в морях появились кораллы, пока не строившие рифы. В воде обитало много и других организмов. Они образовывали пищевую цепь, в основе которой находились миллионы плавающих водорослей и микроскопических животных. Некоторые из них (фораминиферы и примитивные

креветки), появившиеся в докембрии, выработали твердые покровы. В морях произрастали сине-зелёные и красные водоросли, большое развитие получил микрофитопланктон. В позднем кембрии появляются табуляты (коралловые полипы, жили от позднего кембрия до перми) и граптолиты. Кроме одноклеточных сине-зеленых водорослей, в кембрийских морях были и первые многоклеточные водоросли (зеленые, красные и бурые).

Суша была почти безжизненной, заселённой бактериями и грибами, но к концу кембрия, вероятно, появились первые черви и многоножки.

Конец кембрия ознаменовался новой ледниковой эпохой. Уровень моря резко понизился, что привело к уничтожению многих природных зон и вымиранию многих видов животных. При этом исчезли ~ 70 % существовавших видов. Археоциаты исчезли с Земли, появились хищники: аномалокарис и лаггания. Другие хищники относились к червям и заглатывали добычу целиком.

Кембрийский эволюционный взрыв – одна из величайших загадок в истории развития жизни на Земле. Понадобилось ~2,5 млрд лет, чтобы простейшие клетки развились в сложные эукариотные клетки, и еще ~700 млн лет для возникновения первых многоклеточных организмов. А затем, всего за ~100 млн лет, появилось невероятное разнообразие многоклеточных животных. С тех пор за >500 млн лет на Земле не появилось ни одного нового типа (принципиально иного строения тела) животных. Возможно, причина, как и сегодня: любую освободившуюся экологическую нишу заполняют существующие животные. *Эволюционный взрыв в кембрии был как бы природным экспериментом с огромным количеством разных видов. В кембрии возникло много типов животных, которые исчезли с планеты, были и те, что эволюционировали, живут и сейчас. Важнейшие из них – ископаемые трилобиты, членистоногие животные, похожие на современных мечехвостов. В кембрии появились первые хордовые животные, эволюция которых, может быть, привела к возникновению на Земле Человека.*

Некоторые виды организмов, живших в кембрии

Аномалокарис (Anomalocaris) «ненормальная креветка», загадочный хищник кембрийских морей. Долго находили лишь от-

дельные части тела этого гиганта и не представляли, кому они принадлежат. Поэтому части аномалокарисов описывали как отдельных животных: ротовой аппарат – как необычную медузу, антенны – кольчатые черви, пластинки панциря – трилобиты и т. п. Лишь в ~1980 г. был найден полный отпечаток аномалокариса в канадских сланцах Берджесс. Длинное и клиновидное тело аномалокариса (от 60 см до 2 м) было разбито на десятки сегментов, защищенных неплотными хитиновыми пластинками панциря, позволяющими организму изгибаться в разные стороны. По бокам тела имелись лопасти, в виде кольчатых червей, с помощью которых, аномалокарис плавал или ползал. На заднем конце тела имелся веерообразный «хвост» из нескольких тонких нитей. На голове помещалась пара мощных конечностей, в виде антенн ракообразных и два сетчатых глаза на тонких стебельках. Рот (округлое отверстие) обрамлял ряд хитиновых зубчиков, так, что вся конструкция походила на зажим канцового карандаша.



Рис. 3.5. [ca24.ca...iz...news/2010-08-31...stanleycaris-hirpex](#)

Хищник *Stanleycaris hirpex* назван в честь ледника Стэнли. Создатель модели Espen Horn. Википедия. Жан-Бернар Карон с палеонтологами обнаружили его останки в Британской Колумбии Канады. Новости Канады. 31.08.2010.



Рис. 3.6. Аномалокарис.
<http://chaos.in.ua/news/razoblachen-uzhas-kembriyskih-morey>



Рис. 3.7. Аномалокарис. dic.academic.ru

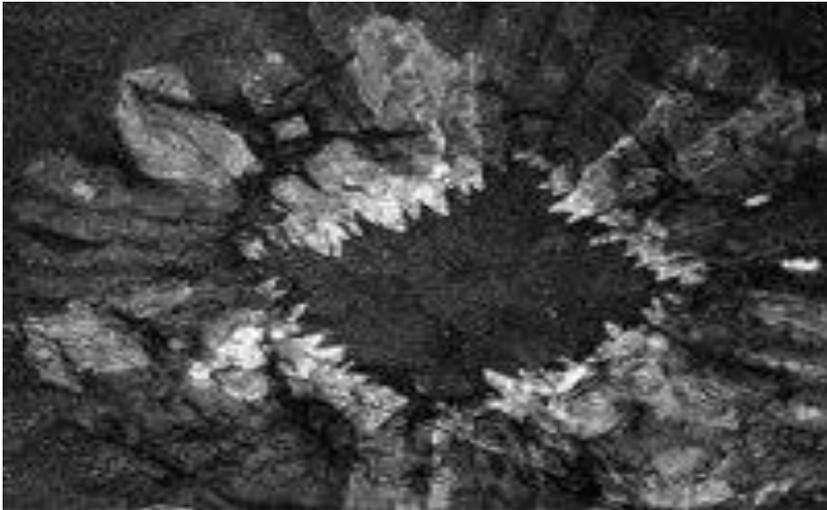


Рис. 3.8. Ротовое отверстие аномалокариса. <http://lostlab.ru/forum/topic413.html>

Подобный рот не встречается у членистоногих (*Arthropoda*). Сейчас аномалокарид включают в группу близких к артроподам существ под названием *Lobopodia*, к которой из современных животных относятся тихоходки (*Tardigrada*) и похожие на гигантских гусениц онихофоры (*Onychophora*).

В Бунденбахе (Германия) палеонтологи нашли существо, длиной 10 см (*Schinderhannes bartelsi*), аналогичное аномалокарисам, с дополнительной парой антенн в задней части головы; в девонских отложениях. Палеонтологи отнесли его к аномалокаридам. Согласно одной реконструкции, аномалокарисы носились как торпеды в толще воды и подхватывали антеннами со дна зазевавшихся трилобитов. По другой – они быстро ползали по дну, догоняя и пожирая добычу. Третья гипотеза объединяет первые две и предполагает, что аномалокариды были еще и засадными хищниками. Если она верна, то «неправильная креветка» была «абсолютным оружием», спастись от которого не мог никто (>крупных хищников в то время не было). Он был вершиной пищевой цепочки кембрийских морей. Однако, У. Хэгэдорн (США) заметил, что хитиновые зубы аномалокарисов не имеют повреждений. Если они были хищниками и ели трилобитов, то они должны были крошить зубами их панцири, что влияло бы на сохранность зубов.



Рис. 3.9. *Schinderhannes bartelsi*.

http://paleoworld.ucoz.ru/news/2009-02-16-176_paleoworld.ucoz.ru/photo/3-0-213

Schinderhannes bartelsi сочетает в себе признаки настоящих членистоногих и загадочных кембрийских аномалокарисов. Реконструкция из статьи в Science.

Другие обитатели кембрийских морей

В Канаде (© O'Brien, Carol-PLoS One, 2012) палеонтологи описали животное сифузактум *Siphusauctum gregarium*, которое обитало в кембрийских морях. Выглядел *Siphusauctum gregarium* в виде кабачка на длинной ножке, прикрепленной ко дну, с шестью продольными выступами и шестью небольшими отверстиями у основания. Похож на губку, но другой тип животных. В научном журнале PLoSOne: *Phylumuncertain*, тип неизвестен.

Сифузактумы отличаются от губок наличием примитивного пищеварительного тракта. С асцидиями они схожи по размерам (до 20 см в длину), но асцидии – хордовые! У сифузактума хорды нет. Вдоль центральной продольной оси у сифузактума располагался кишечник, а окружающее его тело представляло мешок, заполненный вроде стопки гибких пластин, с выделением 6 долек, подобно фруктам. Возможно, пластины были фильтром, собирающим пищу. Останки сифузактума похожи на сидячих животных. Возможно, это тупиковая ветвь? Губки, несмотря на «растительный» вид, – животные. Актинии и асцидии – малоподвижные или

сидячие животные, похожие на растения или грибы. Сифузактумы жили группами, но как самостоятельные организмы, а не колонии.

В 1995 г. были обнаружены *Symbion pandora* – организмы, выделенные в отдельную группу циклифор. Их размер – десятые доли миллиметров (три вида).

[mn.ru>blog_science/20120125/310363464.html](http://mn.ru/blog_science/20120125/310363464.html)



Рис. 3.10. Сифузактумы. yarcenter.ru>content/view/48237/86/

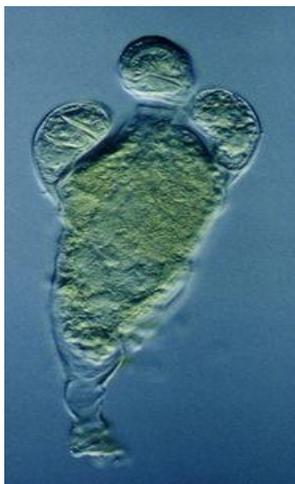
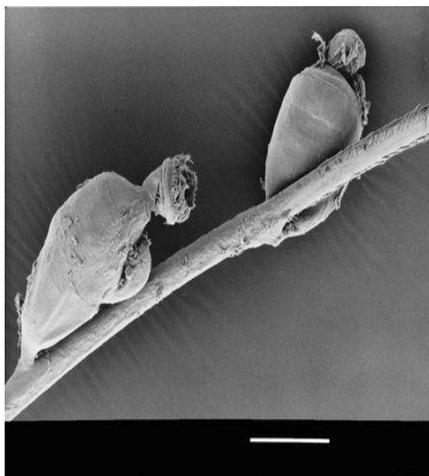


Рис. 3.11. *Cycliophora* *Symbion pandora* ... more [taxon associations](#)

© P. Funch and R.M. Kristensen

Supplier: EOL Rapid Response Team eol.org

Жизнь в кембрии, по сланцам Бёрджес (Канада). 515 млн лет назад. <http://hronoblog.blogspot.com/2010/02/515.html> Хроноблог от 24.02.2010. Сланцы Бёрджес/*Burgess Shale* – первое из известных крупных захоронений кембрия, открытое Уолкоттом в 1909 г.

Среди ископаемых в сланцах Бёрджес распространены членистоногие, но многие из них необычны и с трудом поддаются классификации:



Рис. 3.12. *Marrella*. <http://hronoblog.blogspot.com/2010/02/515.html>

Marrella – наиболее известная окаменелость, не относящаяся ни к одной из известных групп морских членистоногих.



Рис. 3.13. *Yohoia*. <http://hronoblog.blogspot.com/2010/02/515.html>

Yohoia – мелкое животное (длиной 7–23 мм). Организм плавал над дном. Имел длинные, с «локтями» отростки из-под головного панциря; с четырьмя шипами на конце, которые могли использоваться как «пальцы», чтобы вытаскивать из ила, либо ловить своих жертв. Возможно, относится к группе членистоногих.



Рис. 3.14. *Naraoia*. <http://hronoblog.blogspot.com/2010/02/515.html>

Naraoia – мягкотелое животное, относимое к трилобитам из-за сходства конечностей.

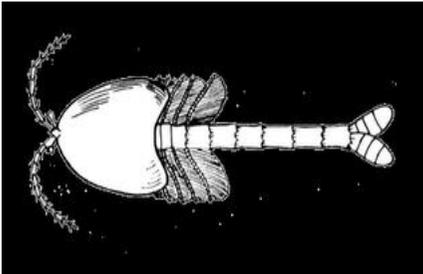


Рис. 3.15. *Waptia*, *Canadaspis* и *Plenocaris*.
<http://hronoblog.blogspot.com/2010/02/515.html>

Waptia, *Canadaspis* и *Plenocaris* имели щитки, подобно моллюскам. Возможно, эти животные приобрели схожие черты в ходе эволюции.

Кроме того, в захоронении представлены образцы экзотических организмов.



Рис. 3.16. *Opabinia*. <http://hronoblog.blogspot.com/2010/02/515.html>

Opabinia (первая презентация ее реконструкции Уттингтоном вызвала смех в аудитории). Это мягкотелое животное с узким, сегментированным телом, парой ластоподобных конечностей на каждом сегменте с ножками под плавниками, кроме трех сегментов, формировавших хвост. Имело 5 стебельковых глаз, рот под головой, длинный гибкий хобот, растущий из-под головы и заканчивающийся шипастым «когтем». *Opabinia* относят к лопастиногим (тип близкий к членистоногим, возможно, их ближайший предок).



Рис. 3.17. *Anomalocaris* и *Hallucigenia*.
<http://hronoblog.blogspot.com/2010/02/515.html>

Anomalocaris и *Hallucigenia* обнаружены в сланцах Бёрджес, но более ранние образцы найдены также в составе чэнцзянской фауны (Китай).

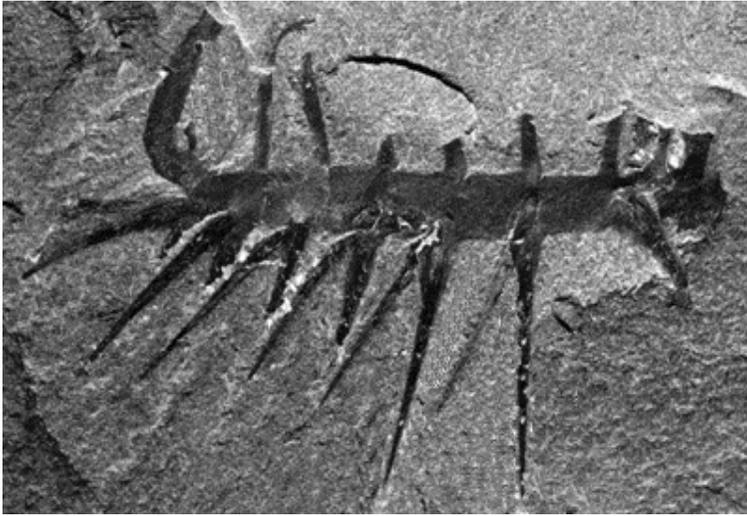


Рис. 3.18. *Hallucigenia* (она же – *Wiwaxia*)
paleobiology.si.edu/burgess/halluci...

Wiwaxia найдена в сланцах Бёрджес, имела хитиновый панцирь, состоящий из длинных вертикальных и коротких перекрывающих горизонтальных игл. Она обладала чем-то схожим с радулой/*radula* (хитиновым зубастым «языком»), ранее наблюдавшийся только у моллюсков. Возможно, такие особенности приближают *Wiwaxia* к кольчатым червям.

<http://hronoblog.blogspot.com/2010/02/515.html>



Рис. 3.19. *Wiwaxia*. <http://hronoblog.blogspot.com/2010/02/515.html>

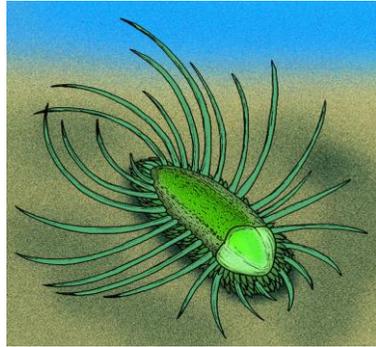
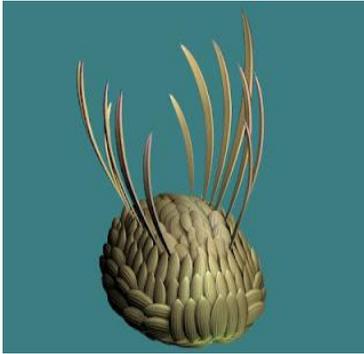


Рис. 3.20. *Orthrozanclus*.

<http://hronoblog.blogspot.com/2010/02/515.html> creationwiki.org

Orthrozanclus имел длинные иглы, небольшие пластинки брони и панцирь спереди.

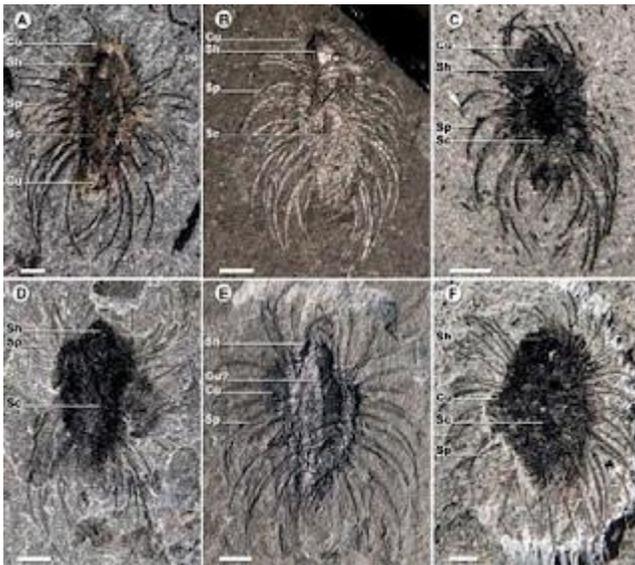


Рис. 3.21. *Halkieria*. <http://hronoblog.blogspot.com/2010/02/515.html>

Halkieria имели длинное тело с маленькими панцирными пластинками на каждом конце. Пластинки брони, покрывали оставшуюся часть верхней части тела. Панцирь и пластинки состоят из CaCO_3 . Их окаменелые останки найдены почти на всех континен-

тах в отложениях раннего и среднего Кембрия. В захоронениях фауны, представленной мелкими раковинками, обнаружено множество фрагментов – частей брони *Halkieria*. Возможно, они были предшественниками брахиопод и *Wiwaxia*; родственниками моллюсков.

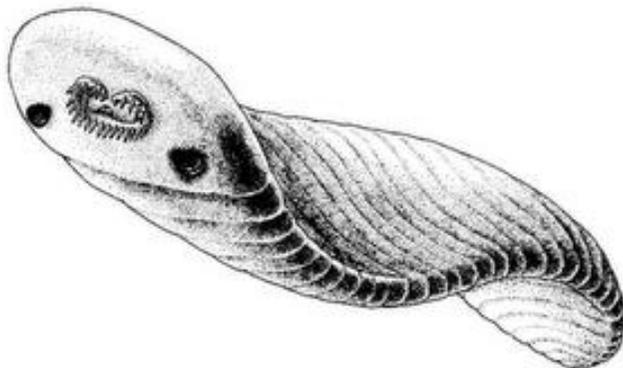


Рис. 3.22. *Odontogriphus* <http://hronoblog.blogspot.com/2010/02/515.html>

Odontogriphus известен по ~200 образцам из сланцев Бёрджес. Это плоское билатеральное животное до 12 см в длину, овальной формы, с брюшным U-образным ртом, окруженным мелкими выступами. В образцах иногда есть радула (тёрка), что позволяет отнести *Odontogriphus* к моллюскам.

Другие представители кембрия.

«Ходячий кактус» кембрийских морей.

Останки организма "ходячего кактуса" (Вид *Diania castiformis*) вероятно, предка современных членистоногих обнаружены на юго-западе Китая (Science NOW. Lenta.ru. Прогресс, 24.02.2011). Вид обладал мягким червеобразным телом и десятью парами ног, имеющими суставы. Они были покрыты выростами и прочной хитиновой броней. Длина тела составляла ~ 6 см. Животное могло питаться планктоном и мелкими организмами. Возможно, это предки современных членистоногих. Суставчатые конечности *D. castiformis* "связывают" их с членистоногими.



Рис. 3.23. Предположительный внешний вид "ходячего кактуса".
Изображение авторов исследования lenta.ru «Новости»2011/02/24/cactus

Ракоскорпионы (морские скорпионы; эвриптериды (лат. *Eurypterida*) – ископаемый отряд членистоногих. Отдельные виды достигали 2 м в длину, но, в основном, < 20 см. Существовали в течение всего палеозоя. Ранние формы обитали на мелководье в морях. В конце карбона многие виды перешли к жизни в пресной воде. На примере эволюции ракоскорпионов прослеживается переход от водного образа жизни к сухопутному.



Рис. 3.24. Предположительный внешний вид ракоскорпиона.
Изображение Ryan Somma с сайта wikipedia.org

Первый предок хордовых – Пикайя, маленькое рыбообразное животное (лат. *Pikaia gracilens*). Останки пикайи встречаются в среднекембрийских сланцах Бёрджесс (Канада). Вероятно, животное плавало, изгибая тело. Пикайя была фильтратором и процеживала воду через поры глотки. Длина тела достигала 1,5–6 см.

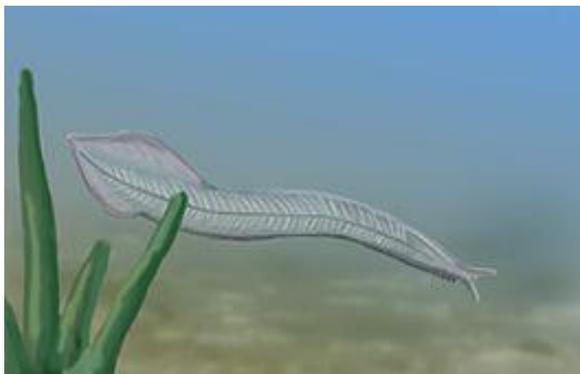


Рис. 3.25. Файл: Pikaia BW.jpg Материал из Википедии *Pikaia gracilens*, the earliest known vertebrate ancestor, from the Middle Cambrian of British Columbia, digital 8 декабря 2007. Автор Nobu Tamura (<http://spinops.blogspot.com>)



Рис. 3.26. Файл: Pikaia. J PG Reconstitution of a *Pikaia* from the Muséum national d'histoire naturelle. Из википедии

В кембрии появились практически все типы животных, обладающие скелетом. Американские учёные сравнили палеонтологические данные с результатом анализа ДНК современных животных. Вывод: генетические программы, реализация которых привела к «кембрийскому взрыву», появились у древнейших примитивных организмов ещё в криогении, когда Земля была покрыта льдом. Последующее таяние льдов привело к смыву в Мировой океан большого количества химических элементов, ставших питательным субстратом для бурного развития разных жизненных форм. Их взаимодействие по схемам «хищник–жертва» или «паразит–хозяин» подстегнуло этот процесс.

Отложения кембрия имеются на всех континентах. В кембрии преобладали процессы опускания, которые вызвали интенсивное осадконакопление в геосинклинальных поясах, где шло накопление многокилометровых вулканогенно-осадочных, терригенных и карбонатных формаций; на древних платформах, происходило образование карбонатных и терригенных осадков; в лагунах – с гипсами, ангидритами и каменными солями. В районе Петербурга мощность кембрийских отложений достигает 140 м, в бассейне Северной Двины – >500 м. В среднем кембрии морские бассейны резко сокращаются. Развитие получают лагунные красноцветные породы. Тектонические структуры возникли в докембрии и сохранялись до среднего кембрия. В среднем кембрии в геосинклинальных областях также формировались мощные толщи эффузивов, часто основного состава. Интрузивные породы – от ультраосновных до кислых.

Кембрийские отложения бедны полезными ископаемыми. В них встречаются месторождения фосфоритов - на территории Казахстана, Монголии, КНР и другие; нефти – в Иркутской области, Прибалтике и Алжире; каменной соли – в России (юг Сибирской платформы); в США, Пакистане, Индии; колчеданно-полиметаллических руд – в России (Саяно-Байкальская область); свинца – в Северной Африке; марганца в Кузнецком Алатау. Карбонатные породы кембрия во многих районах используются как цементное сырьё, для металлургической промышленности, мраморы – как облицовочный материал. Кембрийские отложения содержат месторождения сохранивших отпечатки мягких частей тел различных организмов. Это – раннекембрийские Маотяньшань в Чэнцзяне (Юньнань, Китай); Сириус Пассет (Гренландия); среднекембрийские Сланцы Бёрджесс (Британская Колумбия, Канада) и верхнекембрийское месторождение Орстен (Швеция).

Общие выводы:

1. После эдиакарского великого вымирания наступил нормальный эволюционный период развития биоты.

2. Однако уже в кембрии произошёл новый (второй после эдиакарского) кембрийский взрыв высокой активности развития живого.

3.2. Кембрийско-ордовикское великое вымирание

Жизнь в морях процветала, пока более 40 % видов внезапно не исчезли ~ 488 млн лет назад. Те, что остались – изменились, из-за перемен в окружающей среде. Возможно, из-за ледникового периода. Резкое падение температуры могли привести к гибели многих видов, что сопровождалось исчезновением границ между кембрием и ордовиком.

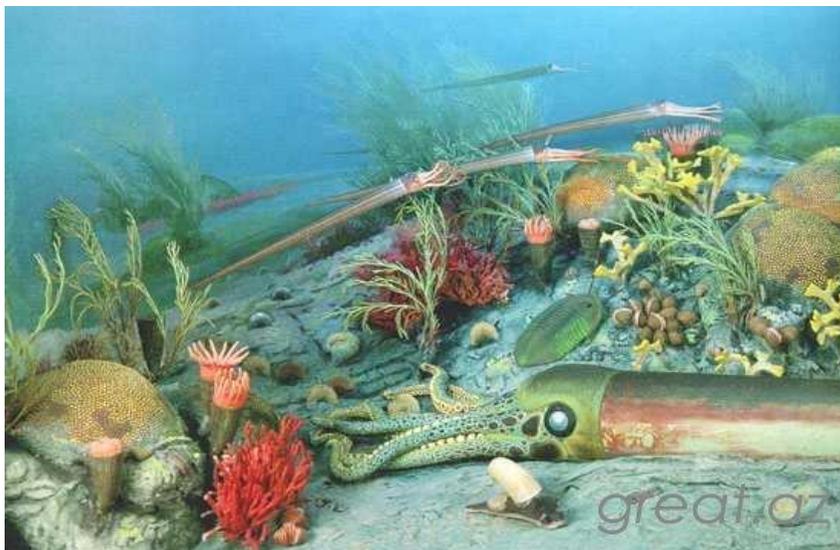


Рис. 3.27. Источник:

<http://great.az/interesniye-fakti/12598-10-massovyh-vymiraniy-v-istorii-zemli.html>

Ордовикский период. Начало ордовика, радиологическими методами, определяется 500 млн лет назад, длительность 45 (или 60) млн лет. *В начале ордовика* большая часть южного полушария была по-прежнему занята Гондваной; другие массивы суши сосредоточились у экватора. Европу и Северную Америку (Лаврентию) отодвинул друг от друга расширяющийся океан Япетус. Вначале океан достиг ширины ~2000 км, затем начал сужаться, пока массивы суши, образующие Европу, Северную Америку и Гренландию, не слились в целое. **Начало ордовика** совпало с повышением уровня моря, вызванным таянием кембрийских ледников. Поскольку значительная часть суши располагалась в тропических

широтах, животный мир мелководья и прибрежных рифов, бурно развивался и процветал.



Рис. 3.28. Жизнь в *ордовике* (иллюстрация noindex a target=blank href=<http://www.flickr.com/photos/quantumdriver/quantumdtell/a/noindex>) <http://science.compulenta.ru/582533/>

Ордовикские отложения встречаются на всех континентах, кроме Антарктиды. Они участвуют в строении чехла платформ, распространены в складчатых сооружениях. Иногда на границе кембрия и ордовика фиксируются перерывы в осадконакоплении, вызванные кратковременной регрессией моря.

Максимальная трансгрессия моря на платформах произошла в среднем ордовике, сменившаяся регрессией. В мелководных морях, покрывавших площади платформ Северного полушария, накапливались маломощные (~ до 500 м) известковистые или песчано-глинистые осадки. В переходных областях мощности ордовикских известняков и обломочных отложений возрастают до 3500 м. В геосинклинальных поясах мощности отложений достигают 10 тыс. м. В этих зонах извергались вулканы. Наряду с обломочными осадками накопились мощные толщи лав и туфов, кремнистых пород. Здесь распространены как мелководные, так и глубоководные осадки. В результате тектонических движений в каледонских геосинклиналях (лат. название Шотландии – Каледония)

к концу ордовика сформировались складчатые структуры и возникли горные сооружения. В палеозое, континенты Северной и Южной Америки были сближены с Европой и Африкой, Австралия примыкала к Африке и южной части Азии. Один из полюсов был расположен в северном секторе Тихого океана, другой – в Северной Африке или в прилегающей части Атлантического океана.

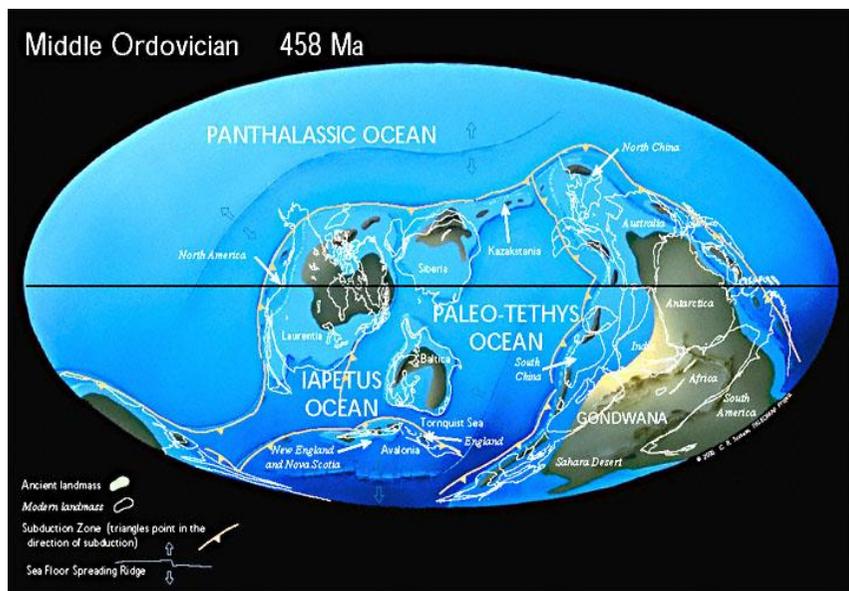


Рис. 3.29. Гондвана, Лаврентика, Балтика и Сибирь ордовикского периода <http://my-paleo-world.ucoz.com...>

В ордовике, как в кембрии, господствовали бактерии. Развивались сине-зелёные водоросли, расцвета достигли известковые зелёные и красные водоросли в тёплых морях на глубинах до 50 м. На существование наземной растительности указывают остатки спор и находки отпечатков стеблей, вероятно, принадлежавших сосудистым растениям. Из животных ордовика известны обитатели бассейнов – морей, океанов; пресных и солоноватых вод. Существовали почти все типы морских беспозвоночных. Появились и бесчелюстные рыбообразные – первые позвоночные. В толще вод океанов и морей обитали планктонные радиолярии и фораминиферы; достигли пышного расцвета граптолиты. На дне морей, в при-

брежных зонах и на отмелях жили разнообразные трилобиты, брахиоподы, иглокожие, мшанки, губки, пластинчато-жаберные, брюхоногие и головоногие моллюски. В морях обитали кораллы и другие кишечнополостные. *Ордовиком заканчивается крупный этап развития древне-палеозойского органического мира. В конце ордовика вымирают многие семейства среди граптолитов, брахиопод, кораллов, головоногих моллюсков и трилобитов, а также ряд своеобразных групп иглокожих, характерных только для ордовика.*

Примитивные рыбы, появившиеся в позднем кембрии, активно эволюционировали в ордовике. У них не было челюстей, они высасывали детрит из ила. Некоторые из них питались падалью или жили на других рыбах как паразиты. Впоследствии костные пластины бесчелюстных рыб развились в зубы и челюсти. У древних позвоночных не было костного скелета, но у многих головы были покрыты «бронёй» из костных пластин. Это остракодермы «костные щиты». *К началу силура* рыбы стали похожи на современных. Многие рыбы имели плавники, на смену костному панцирю пришли чешуйки. *В раннем девоне* в морях появилось уже несколько различных групп костных рыб.

В ордовике суша – это пустыни, вулканы, каменистые равнины, ураганные ветры и безжалостное солнце была малопригодной для жизни. Не было почвенного слоя, ни тени – наземных растений ещё не существовало. *Первые настоящие растения появились в конце ордовика.* Многие миллионы лет в мелких прибрежных морях произрастали красные, зеленые и коричневые морские водоросли. Постепенно сообщества водорослей, грибов и бактерий стали выбираться на береговой ил и разлагать его, образуя слой примитивной почвы, пригодной для первых наземных растений. Некоторые зеленые водоросли, из-за угрозы оказаться вне воды, выработали на поверхности слой воскообразного вещества – кутикулу, предохранявшую их от высыхания. В кутикуле имелись устьица, через которые поступал CO_2 – для фотосинтеза, и выходил O_2 .

Полезные ископаемые. В платформенных осадках на территории Ленинградской области разрабатываются горючие сланцы ордовика; там же, и на Сибирской платформе – фосфориты. К гео-

синклиналим вулканогенно-кремнистым осадкам приурочены месторождения железных и марганцевых руд в Северной Америке, Западной Европе, Казахстане, Китае и других странах. С интрузиями ордовика в Казахстане связаны месторождения золота и других металлов. В Северной Америке к ордовикским отложениям иногда приурочены месторождения нефти.

3.3. Ордовикско-силурийское вымирание

Эта массовая гибель Жизни произошла на границе ордовика и силура, ~ 450–440 млн лет назад. *Это второе по величине вымирание.* В то время вся жизнь происходила в морях и океанах. Погибло >60 % морских беспозвоночных, включая 2/3 брахиопод и мшанок. Пострадали двустворчатые моллюски, иглокожие и кораллы. Причиной вымирания явилось движение Гондваны к южному полюсу, что привело к глобальному похолоданию, оледенению и падению уровня Мирового океана. Отступление границ океана разрушило места обитания ордовикской фауны вдоль побережья, для которой был типичен парниковый климат. Образование ледников, по результатам исследования Североафриканских отложений Жюльеном Моро, происходило в пять этапов. Аналогичные слои были обнаружены в верхнеордовикских отложениях в Южной Африке и в северо-восточной части Южной Америки, которая находилась тогда в области Южного полюса. С каждым следующим оледенением утрачивалось биологическое разнообразие (Emiliani, 1992, p. 491). Выживали лишь виды, приспособленные к постоянно изменяющимся условиям. Происходило быстрое снижение уровня CO₂ и O₂ в атмосфере. В позднем ордовике выделение газов из основных вулканов было сбалансировано сильной эрозией поднимающихся гор Аппалачей, которые изолировали CO₂. На границе ордовика и силура проявления вулканизма прекращаются, и продолжение эрозии могло привести к быстрому и значительному сокращению количества CO₂. Эти события совпадают с *быстрым и коротким периодом оледенения.* Возможно, и всплеск гамма-излучения из космоса разрушил озоновый слой, ультрафиолетовое излучение Солнца уничтожило большинство растений. Однако некоторые виды выжили и жизнь продолжилась. Потребовалось более 300 млн лет, чтобы Земля оправилась от это-

го события. Источник: <http://great.az/interesniye-fakti/12598-10-massovyh-vymiraniy-v-istorii-zemli.html>

Силурийский период. В силуре (~440–408 млн лет назад), Сибирь «подплыла» к Европе, Африка столкнулась с южной частью Северной Америки, образовав суперматерик Лавразию. Когда льды растаяли, уровень Мирового океана повысился, море затопило обширные области суши, климат стал мягче. Впоследствии море вновь отступило из-за подвижек плит земной коры. Движение материков сопровождалось извержениями вулканов и землетрясениями, образованием горных хребтов.



Рис. 3.30. Ордовикско-силурийское вымирание
great.az/.../12598-10-massovyh-vymiraniy-v-istorii-zemli.h...

Их остатки – Урал, горы в Норвегии и Шотландии; Аппалачи (восточный край Северной Америки). **Подобные катастрофические изменения формы суши и океанов с переменой климата привели к массовому вымиранию многих видов животных.**

Ордовикские и силурийские моря были населены многочисленными животными, которые резко отличались от обитателей кембрийских морей. Формирование твердых покровов у многих животных, привело к приобретению ими способности приподниматься над дном и кормиться в водах. *Морские лилии* и их без стебельчатые родичи – *морские звезды*, существуют и сейчас. Моря

были населены *брахиоподами* – активными «фильтраторами». Появились кораллы; в *середине ордовика* – *кораллы-ругозы* – четырёхлучевые кораллы (*Tetracorallia*), существовавшие *до конца перми*. Колонии ругоз возводили огромные коралловые рифы, *особенно в девоне*.

В это время появились и мшанки (морские циновки или эктопрокты). Они образовывали на дне морей толстые корки и большие купола; другие – были хрупки и ветвисты, их обломочки часто цементировали трещины в рифах.

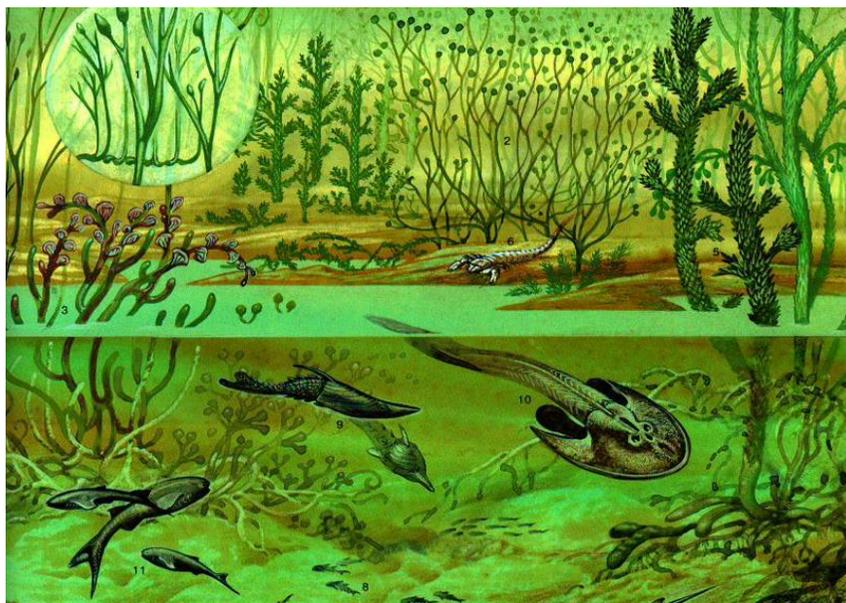


Рис. 3.31. Силурийское мелководье.

<http://www.wwlife.ru/index.files/Site.files/WWL/Eucaryota/Animalia3RisSilurAnimals4.html>

Стебли растений: риния (1), куксония (2) и зострофиллум (3) были гладкими, без листьев; у псилофитона (4) и аствроксилона (5) покрыты чешуйками. Первые наземные беспозвоночные – скорпионоподобные организмы: палеофоны (6), эвриптериды (7). Рыбы – акантоды (8), бесчелюстные панцирные рыбы – птераспис (9) и цефаласпис (10), телодонты (11).

Строматопороидеи также возводили рифы. Их известковые скелеты имели различную форму и размеры – от огромных круг-

лых глыб до изящных веточек. В поверхностных водах океана обитали и другие фильтраторы – *граптолиты* (животные, состоящие из многочисленных мелких особей, как мшанки и кораллы). *Граптолиты* появились в кембрии, достигли расцвета в силуре и вымерли в начале карбона. К началу ордовика археоциаты исчезли. Уцелели лишь древние строматолиты, возводившие холмики на дне. В водах плавали наutilusы. В ордовике появилось много хищников – наутилоидей (головоногих моллюсков), у которых в силуре стали развиваться изогнутые и закрученные раковины. Наутилоидеи являются предшественниками современных кальмаров и осьминогов.



Рис. 3.32. Колония рифостроящего четырехлучевого коралла (ругозы) *Lonsdaleia* sp 1034×836 paleostratmuseum.ru



Рис. 3.33. Мшанки в алевролите. Поле зрения 24×36. Кол. Т.Н. Титоренко <http://www.petrographica.ru/mineral/foto/110/317.html>



Рис. 3.34. Класс Разнолучевые и восьмилучевые губки – Reserticulida.
Группа Stromatoporoidea Строматопороидеи
<http://www.apus.ru/site.xp/055056051052124.html>



Рис. 3.35. Класс Граптолиты. Окаменелость *Tetragraptus fruticosus*, ордовик, Австралия. Файл: *TetragraptusfruticosusBendigonian.jpg* из Википедии

В раннем силуре возникла группа небольших рыб – акантод "колючих", которые стали первыми на Земле хищными рыбами. Плавники рыб крепились на жестких шипах, возможно, для того, чтобы хищникам было труднее их проглотить.



Рис. 3.36. Рыба акантод. evolution.powernet.ru

Растения, выбравшиеся на сушу **в силуре**, нуждались в новых источниках воды и минеральных веществ. Нити, удерживавшие их в осадке, постепенно превратились в корни. Из корней вода по трубочкам поступала в стебель, а другая система сосудов доставляла продукты фотосинтеза обратно к корням, чтобы они могли расти. Поскольку внутри этих растений имелись системы сосудов, их называли сосудистыми. Эти растения не были высокими: у них не было хорошей опоры. Чтобы размножаться, эти растениям нужна была водная среда. Вскоре некоторые из них стали иметь зародыши – споры. Ветер переносил их на расстояния и растения начали распространяться вглубь материков, в новые болотистые места. Часто споры – единственные ископаемые этих ранних растений. С началом силура жизнь оправилась от массового ордовикско-силурийского вымирания. Стали развиваться истинные акулы и костистые рыбы, большинство из которых – и современные. Некоторые членистоногие превратились в пауков и многоножек, приспособленных, к сухому воздуху. Они жили вместе с наземными растениями. Огромных скорпионов стало много, но трилобиты доминировали.

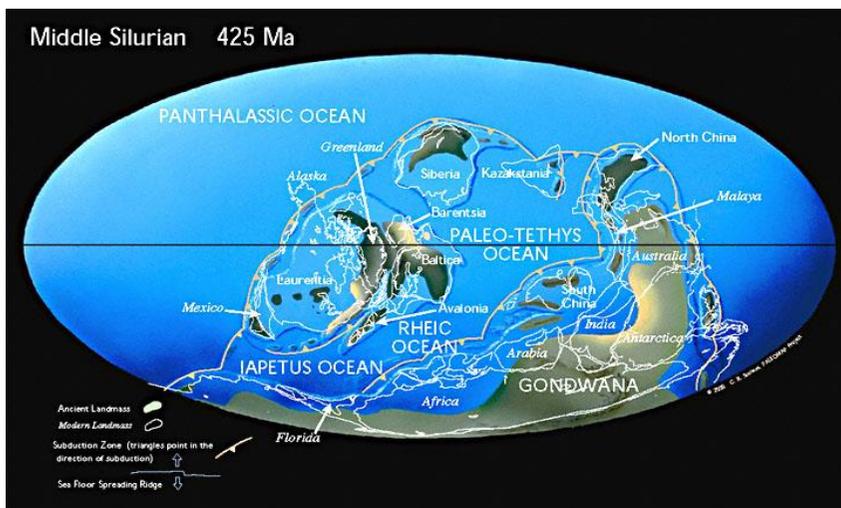


Рис. 3.37. Силурийский период. <http://my-paleo-world.ucoz.com...>

Лауское событие

На границе раннего и позднего силура (420 млн лет назад) произошло внезапное изменение климата, которое вызвало *вымирание* ~30 % всех видов (лауское событие). Атмосферные газы стали ядовитыми. Причины неизвестны. Различные организмы боролись за выживание до девона, когда эволюция произвела другую модель жизни, которая процветала. Источник: <http://great.az/interesniye-fakti/12598-10-massovyh-vymiraniy-v-istorii-zemli.html>

Общие выводы:

1. Ордовикско-силурийское вымирание не было катастрофическим.
2. Оно происходило в два этапа – вначале на границе ордовика и силура и вторично – на границе раннего и позднего силура.

3.4. Позднее девонское великое вымирание

Девонский период (~ 416 (408?) – 360 млн лет назад). Девон был временем величайших катаклизмов на планете. Европа, Северная Америка и Гренландия столкнулись, образовав северный

сверхматерик Лавразию. С океанского дна были подняты массивы осадочных пород, сформировавшие горные системы на востоке Северной Америки и на западе Европы. Их эрозия привела к образованию большого количества гальки и песка. Из них сформировались обширные отложения красного песчаника. Реки выносили в моря горы осадков. Образовывались широкие болотистые дельты, что создавало условия для животных, вышедших из воды на сушу.

Постепенно по пустыне начала распространяться зеленая растительность. К концу девона климат изменился. На Земле стало теплее, что привело к более частым и жестоким засухам, но и периоды сильнейших ливней стали продолжительнее. Уровень моря понизился, области материков стали пустынями. Реки и пруды высыхали, на дне оставались миллионы рыб, впоследствии – окаменелости.

В начале девона на Земле появилось множество разных рыб: в костном панцире и в чешуе: с челюстями и без; с хрящевым скелетом и с костным хребтом. Плавники у одних рыб состояли из жестких лучей, у других были мясистые и мускулистые.

Девонские бесчелюстные рыбы (агнаты) не имели настоящих челюстей и зубов. Их скелеты были не костные, а хрящевые, но многие были покрыты костным панцирем (остракодермы). Вероятно, кости возникли как защитный покров и затем трансформировались в опорный скелет. У многих остракодерм были сплошные костные головные щиты, но в девоне развились и виды, у которых панцирь состоял из костных полос, чередуемых с мелкими чешуйками, что обеспечивало рыбам большую гибкость и подвижность в воде. Чешуйки образовывались как зубы современных позвоночных: полость, наполненную мягкой пульпой, окружало твердое вещество – дентин (ткань зуба, состоящая из $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, CaCO_3 и CaF_2 , с макро- и микроэлементами).

В девоне некоторые рыбы эволюционировали, приобрели крепкие плавники, которые позволяли им выползать на сушу. В морях появились обширные коралловые рифы, рыбы и акулы, некоторые из которых ели трилобитов.



Рис. 3.38. **Devonian+period+environment.**
<http://kipstroy.terra-investia.com/devonian-period-environment>

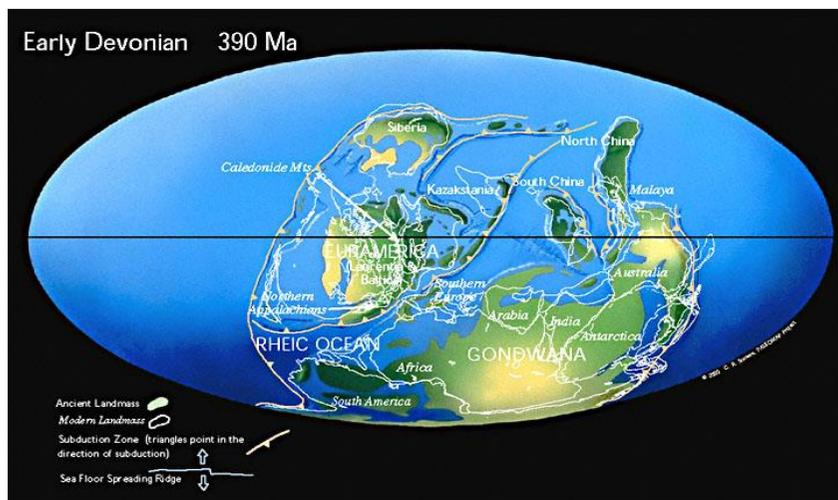


Рис. 3.39. Девонский период. <http://my-paleo-world.ucoz.com...>

Первые костные рыбы в результате эволюции разделились на лучеперых (актинонтеригии) и кистеперых (саркоптеригии) рыб. От кистеперых, на сегодня сохранились лишь двоякодышащие ры-

бы и редкие целаканты. Большинство современных костных рыб относится к лучеперым рыбам: их плавники "надеваются" на ряды жестких стержней, или лучей, состоящих из костного или хрящевого вещества. Такие плавники приводятся в движение боковыми мышцами туловища. У кистеперых рыб плавники опираются на костную основу и приводятся в движение мускулами, воздействующими на скелетную ось.

Дунклеостей (лат. *Dunkleosteus*) – род вымерших (когда? – неизвестно) панцирных рыб класса плакодерм, живших в девоне. Достигали 8–10 м в длину и были крупнейшими морскими хищниками.

В конце девона многие группы рыб вымерли, как и многих кораллов, плеченогих и аммонитов. Их места заняли новые виды животных, появившиеся уже в карбоне.



Рис. 3.40. *Dunkleosteus «intermedius»* (D. Terrelli) Из википедии

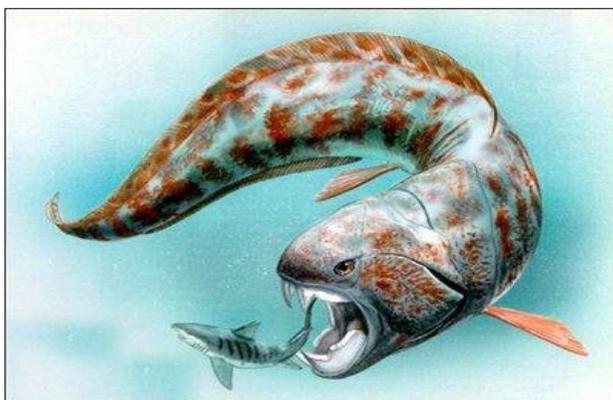


Рис. 3.41. Плакодерма (панцирная рыба) evolutsia.com

Сведения о растительности получены из раннедевонских отложений, развитых вблизи города Райни в Шотландии, где обнаружено много ископаемых растений. Они произрастали в болотистой местности у края небольшого озера. Их останки оказались в толще кремнистого сланца и сохранились до мельчайших деталей. Тогда уже существовало несколько групп сосудистых растений. Распространены были ринии (в честь г. Райни). В толще ила размещался ползучий корень ринии, от которого ответвлялось несколько коротких (до 17 см) стеблей. На стеблях не было листьев, но на их кончиках имелись круглые спорангии со спорами. Эта группа растений (*риниофиты*) – предшественница папоротников, хвощей и цветковых растений.

Другая группа ранних растений дала начало плауновидным растениям, от которых произошли современные плауны. Их стебли были покрыты тонкими переплетающимися зелеными чешуйками. На протяжении девона они становились крупнее и многочисленнее, и превратились в огромные (до 38 м) деревья каменноугольных болот. Окаменевшие стволы плауновидных растений часто имеют ромбоидальный узор из отметин, оставленных листьями, поэтому их поверхность похожа на змеиную кожу.

Постепенно растения, чтобы получать больше света, стали тянуться кверху, обгоняя в росте соседей. Появилась необходимость в прочной опоре. Растения начали вырабатывать древесную ткань, возникли первые деревья. Они быстро росли и требовали больше света. У них развились листья. Деревья стояли на корнях, ветвишихся над слоем почвы. Их стволы покрывала блестящая чешуя, как у рептилий. Мертвая древесина и листья разлагались грибами. Корни растений разрыхляли землю. Бактерии перерабатывали все отмершее. Формировался почвенный слой. Затем на сушу двинулись животные. В глинистых сланцах у Райни обнаружены останки артроподов (членистоногих беспозвоночных).

Клещи длиной <0,5 мм питались соком растений. А на клещей охотились паукообразные животные (до 3 мм). Прimitивные бескрылые насекомые, похожие на чешуйниц, поедали останки мертвых растений. В мелкой воде сновали креветки, охотясь за микроорганизмами, которых было в изобилии из-за питательных веществ, содержащихся в гниющих растительных останках, смыва-

емых в водоемы. Вскоре за этой мелочью последовали на сушу более грозные хищники – предшественники скорпионов. Вероятно, предками скорпионов были *эвриптериды ракоскорпионы*, известные с ордовика.



Рис. 3.42. Эвриптериды

Они имели щитообразные головы и сегментированные тела сужающиеся к хвосту и заканчивающиеся длинным и узким шипом. Они жили на морском дне, у многих были ноги для ходьбы и веслообразные конечности для плавания. Передние конечности иногда заканчивались мощными клешнями, которые они держали перед собой как скорпионы. Эвриптериды имели большие сложные глаза. К началу девона появились эвриптериды длиной до 2 м. Они были наиболее крупными морских хищниками той эпохи и крупнейшими из всех известных членистоногих.

В обширных болотах, возникших к концу девона, вода была тёплая, с меньшим содержанием O_2 , чем холодная. Многим организмам в мелкой воде скоро перестало хватать O_2 . У первых костных рыб развились легкие и ноздри. У большинства костных рыб легкие преобразовались в плавательный пузырь, но для многих обитателей болот они оставались в качестве кислородного резервуара. В наши дни двоякодышащие (кистеперые) рыбы, встречаются в Африке, Австралии и Южной Америке – на материках, которые в девоне были сверхматериком Гондвана. У кистеперых рыб имелись пары плавников за головой и перед хвостом. Они плавали

(как и нынешние целаканты), изгибаясь всем телом из стороны в сторону. Земноводные произошли от одной из групп хищных кистеперых рыб – *рипидистий*. Они вели преимущественно водный образ жизни, питаясь рыбой и беспозвоночными. Бурное развитие насекомых открывало для их питания новые перспективы, к тому же крупных хищников на суше еще не было. Современным земноводным по-прежнему приходится возвращаться в водную среду, чтобы отложить икринки, из которых затем вылупятся рыбоподобные головастики. Самое раннее из известных четвероногих наземных животных, или тетраподов, от которого сохранились ископаемые останки, – *ихтиостега*.

В течение девона растительный мир становился все сложнее и многообразнее. Появились папоротники, плауны и хвощи, к середине девона многие растения начали отодвигаться от кромки воды. Но эти растения еще нуждались в воде для оплодотворения. К концу девона появились первые семеносные растения – семенные папоротники. К крупным женским спорам семенных папоротников ветер приносил крохотные мужские споры. После оплодотворения вокруг зародыша образовывался покров, возникали настоящие семена. Саговники размножаются так по сей день. К позднему Девону суша была заселена растениями, насекомыми и земноводными, моря и океаны полны рыбой. Существовали гигантские рифы, сформированные кораллами и строматопороидами.

Позднее девонское великое вымирание началось ~ 374 млн лет назад, за короткий срок в морях вымерло ~85 % видов. Вероятно, вымирание в основном затронуло морскую жизнь. Рифообразующие организмы были почти полностью уничтожены; коралловые рифы возродились только с развитием современных кораллов в мезозое. Брахиоподы (плеченогие), трилобиты и другие семейства тоже активно вымирали. Причины вымирания неясны. Возможно, изменения в уровне океана и обеднение океанических вод O₂; или изменения в составе атмосферных газов из-за вулканической активности или метеорита. Источник:

<http://great.az/interesniye-fakti/12598-10-massovyh-vymiraniy-v-istorii-zemli.html>

Американские ученые: Метеорит уничтожил жизнь на Земле 380 миллионов лет назад (девон). Lenta.ru. 17.06.2003, 16:10:48.



Рис. 3.43. Иллюстрация с сайта NASA

Ученые из США и Марокко, изучив девонские отложения на месте падения метеорита - в западной части Сахары, пришли к выводу, что массовое вымирание живых организмов, происшедшее ~ 380 млн лет назад, объясняется столкновением Земли с огромным (~ 10 км) метеоритом (сайт журнала Nature). В среднедевонских отложениях обнаружены кристаллы кварца, подвергшиеся мощному удару. Зафиксировано и резкое изменение магнитных свойств у скальных пород. Анализ окаменелостей указывает, что столкновение метеорита с Землей привело к гибели ~ 40% моллюсков и других морских живых организмов.

Общие выводы:

1. В девоне не было взрывов развития Жизни. Эволюция шла в спокойном режиме.
2. Если представить её в графическом виде, то временной градиент был бы заметно больше, чем в предшествующие периоды.
3. Но позднедевонское вымирание было очень мощным. Его можно назвать великим.

3.5. Вымирание в каменноугольный период

Каменноугольный период, карбон (360–286 млн лет назад). В начале карбона существовали два суперматерика: Лавразия на севере и Гондвана на юге. В раннем карбоне климат на суше, в основном, был почти тропическим.

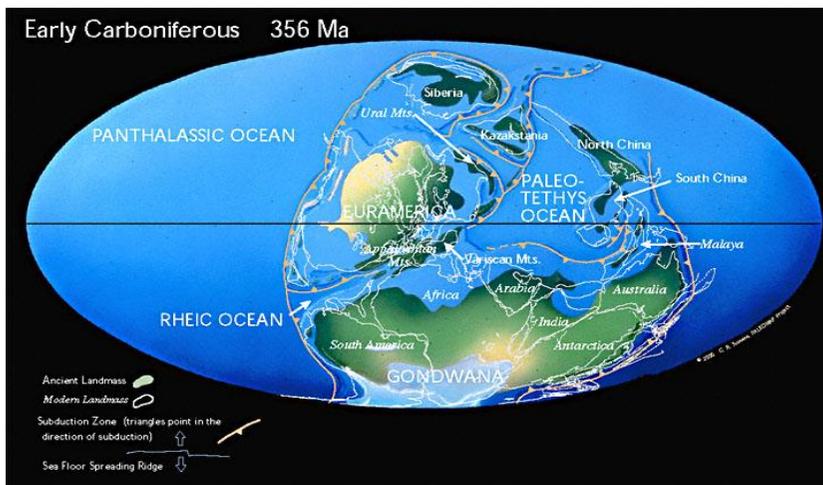


Рис. 3.44. Ранний карбон – формирование Пангеи
<http://my-paleo-world.ucoz.com...>

Громадные площади были заняты мелководными прибрежными морями, которые постоянно заливали низменные береговые равнины, образуя обширные болота. В теплом и влажном климате широко распространились девственные леса из гигантских древовидных папоротников и ранних семенных растений. Они выделяли O_2 , и к концу карбона его содержание в атмосфере почти достигло современного уровня.

В позднем карбоне суперматерик сблизился друг с другом, что привело к образованию новых горных цепей по краям плит земной коры, а кромки материков были затоплены потоками лавы. Климат охладился. Пока Гондвана «переплывала» через Южный полюс, планета пережила две (?) эпохи оледенения.

В карбоне появились среди беспозвоночных новые отряды фораминифер, переднежаберные и легочные гастроподы, среди позвоночных – рептилии (котилозавры и звероподобные), среди

высших растений – голосеменные: хвойные, кордаитовые и цикадовые. Массовых вымираний не было. Вымерли лишь некоторые головоногие моллюски, иглокожие (текоидеи) и граптолиты (стереостолонаты). Процветали фораминиферы (фузулиниды), кораллы (табулятоидеи), хететиды (вымершие беспозвоночные типа кишечнополостных; жили с ордовика до эоцена) и ругозы (четырёхлучевые кораллы). Процветали гастроподы, наутилоидеи, аммоноидеи (гониятиты), мшанки, замковые брахиоподы, морские лилии и морские ежи. Расцвела испытала земноводные (стегоцефалы), членистоногие (особенно насекомые) и высшие растения (плауны и хвощи). В морях царили разнообразные хрящевые рыбы (акулы и брадиодонты). Некоторые акулы могли достигать длины 13 м. Сохранялись пресноводные кистеперые, в том числе и рипидистии. Обитавшие в болотах рипидистии-ризадонты были высшими хищниками, достигали 8 м в длину. Жили разнообразные амфибии. Эогиринус – до 4,5 м длиной, земноводное, возможно, охотился как аллигатор. У бранхиозавра, похожего на головастика, были жабры. Зауроплевра и сцинкозавр напоминали тритонов. Возникшие в нижнем карбоне примитивные рептилии, заселяли более сухие пространства. Сначала рептилии обитали вблизи воды, позже они удалялись от неё всё дальше, пока не стали сухопутными животными.

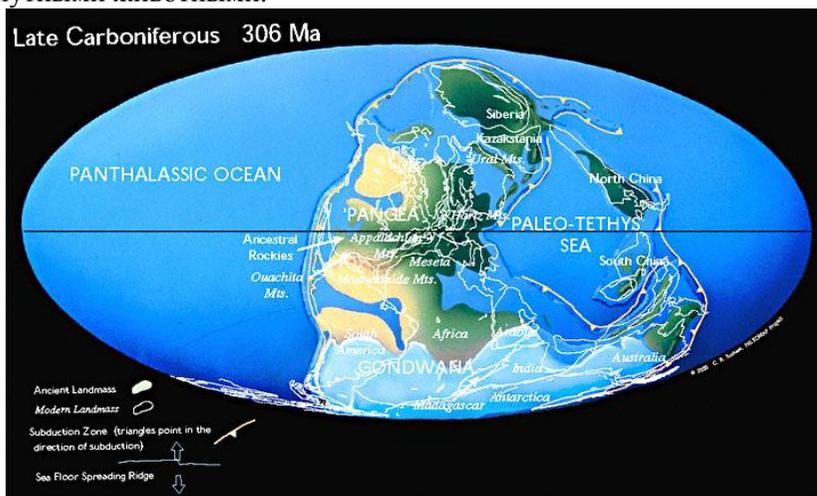


Рис. 3.45. Поздний карбон. <http://my-paleo-world.ucoz.com...>

В карбоне дальнейшее распространение получили споровые растения: сигиллярии, лепидодендрон (плауновидные), каламиты (хвоцевидные), ставроптерисы, ужовниковые (папоротниковидные), семенные хвощи, кордаиты (голосеменные). Возникшие семенные растения могли поселяться в более сухих местах обитания, так как особенности их размножения не связаны с наличием воды. Карбон был временем расцвета древних лесов из гигантских плаунов, хвощей, гинкго, хвойных деревьев, саговников и папоротников, в которых обитали бурно развивающиеся насекомые. Иногда деревья достигали 45 м в высоту. Огромные тропические леса увеличивали содержание O_2 в воздухе до 35 %. Хвойные деревья из каменноугольного периода остаются неизменными и сегодня. Растительная масса увеличивалась быстро, беспозвоночные не успевали её поедать и разлагать, формировались залежи торфа. В болотах торф уходил под воду и под осадки. Со временем торфяные слои превращались в угленосные толщи. Тёплые болота изобиловали насекомыми и земноводными. Среди деревьев порхали гигантские тараканы, стрекозы и поденки. В гниющей растительности пиروвали артроплеуры – дальние родичи многоножек. В подлеске встречались многочисленные арахниды: различные пауки и далёкие предки клещей.

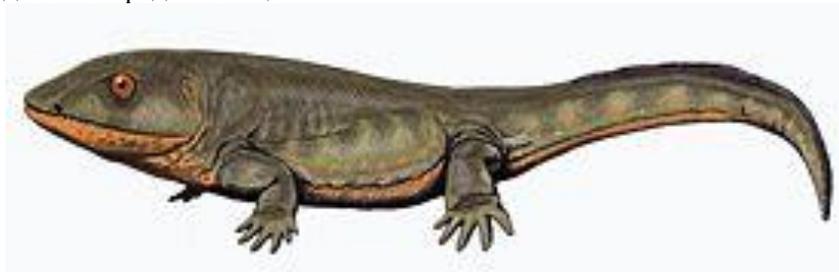


Рис. 3.46. Педерпес

Педерпес (*Pederpes finneyae*, *Pederpes finneyi*) – единственное примитивное четвероногое (земноводное) животное начала карбона, известное по полному скелету. Педерпес, вероятно, жил в позднем девоне – раннем карбоне. Его скелет найден в турнейских отложениях (~354–344 млн лет назад) в Шотландии в 1971 г., изучен в 2002 г. доктором Дж. Клак и ее сотрудниками из Кембриджа. Они обнаружили, что остатки принадлежат четве-

роногому. Педерпес достигал в длину ~1 м (длина скелета – 65 см, хвост утрачен). Он обладал массивным высоким и узким черепом с мощными зубами. Борозды боковой линии погружены в кость, как у кистеперых рыб. Конечности массивные, короткие, стопа пятипалая. Строение конечностей указывает на его способность передвигаться по суше. В отличие от девонских терапод (звероногих или хищных динозавров) он обладал ногами. По сути, это первое из известных животных с настоящими ногами. Его нельзя отнести ни к одной из групп «земноводных», он находится где-то в основании ствола настоящих тетрапод.



Рис. 3.47. Карбон. Darwin.museum.ru

В позднем карбоне (~305 млн лет назад) лет назад внезапный короткий ледниковый период вызвал повышение уровня CO_2 . Леса вымерли, а вместе с ними и многие из наземных животных. Почти 10 % всех видов на Земле исчезло в то время

Общие выводы:

1. В целом в карбоне эволюция Жизни происходила без каких-либо потрясений.

2. В конце каменноугольного периода произошло существенное вымирание живых организмов, хотя нельзя сказать, чтобы оно носило катастрофический характер.

3.6. Массовое пермское вымирание

Пермский период



Рис. 3.48

Весь пермский период (286–248 млн лет назад) суперматерики Гондвана и Лавразия постепенно приближались друг к другу. Азия столкнулась с Европой, образовав Уральские горы. Индия «наехала» на Азию – возникли Гималаи. В Северной Америке выросли Аппалачи. К концу перми формирование гигантского суперматерика Пангеи полностью завершилось.

Очертания морей и материков менялись, существенно изменялся и климат Земли. Начало перми ознаменовалось оледенением на южных материках и, как следствие, понижением уровня моря на планете. Но с продвижением Гондваны к северу суша прогревалась, и льды постепенно растаяли. В то же время, на части Лавразии стало очень жарко и сухо, и там возникли обширные пустыни.

В начале перми земноводные господствовали на суше и в пресных водоемах. Один из самых грозных хищников той эпохи, эриопс, имел >2 м в длину. Охотился эриопс на менее крупных земноводных и рептилий, возможно, и на рыб. Странными хищниками были диплокол и диплоцераспис – сплюснутые животные с громадными головами в форме бумеранга и глазами, направлен-

ными сверху. Вероятно, они прятались на дне водоёмов, дожидаясь, когда добыча проплывет над головой.



Рис. 3.49. images.yandex.ru» диплоклад

Климат становился все суше, и земноводным приходилось укрываться в немногих влажных оазисах, среди пустынь. Многие вымерли. По планете стали распространяться животные, приспособленные к засухе – рептилии. Первые рептилии были невелики и похожи на ящериц. Питались они членистоногими и червями. Но вскоре появились и крупные рептилии, охотившиеся на мелких. Вскоре хищники и их жертвы обзавелись крупными и мощными челюстями, чтобы сражаться с врагами, и зубами, аналогичными современным млекопитающим и крокодилам. Некоторые рептилии, в том числе мезозавры, вернулись в водную среду. У мезозавров были иглообразные зубы, которые при смыкании челюсти, вставлялись в межзубные промежутки, исполняя роль сита. Мезозавр набирал в пасть маленьких беспозвоночных или рыб, сжимал челюсти, выцеживал через зубы воду и проглатывал все, что осталось в пасти.



Рис. 3.50. images.yandex.ru» мезозавр

К концу перми возникли подвижные зверообразные рептилии – горгонопсы. У ранних рептилий ноги располагались по бокам

туловища, как у многих современных ящериц. Передвигались они вразвалку, тела их при ходьбе изгибались из стороны в сторону. А у горгонопсов ноги росли под туловищем. Это позволяло им делать длинные шаги и быстрее бегать. Многие горгонопсы были вооружены клыками, способными пропарывать шкуры панцирных рептилий.

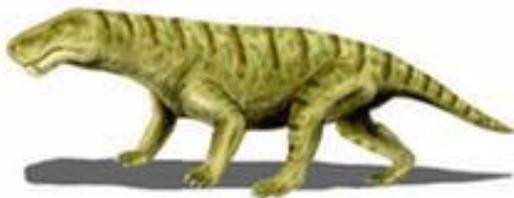


Рис. 3.51. images.yandex.ru> горгонопсы

Зверообразные рептилии (синапсиды) появились на Земле к концу карбона, расцвели в перми. Пеликозавры, развились в различные виды и стали самыми крупными и распространенными рептилиями той эпохи. У пеликозавров часто имелись большие зубы. Они охотились на крупную дичь. Некоторые виды перешли на растительный корм и увеличились в размерах. Скоро и плотоядные рептилии стали крупнее.

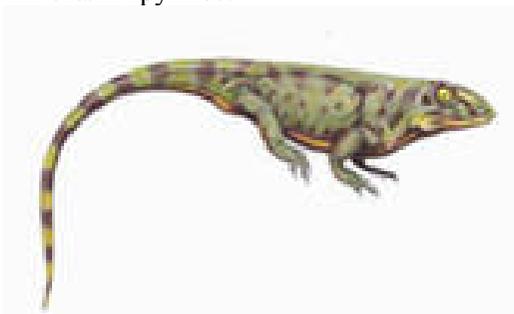
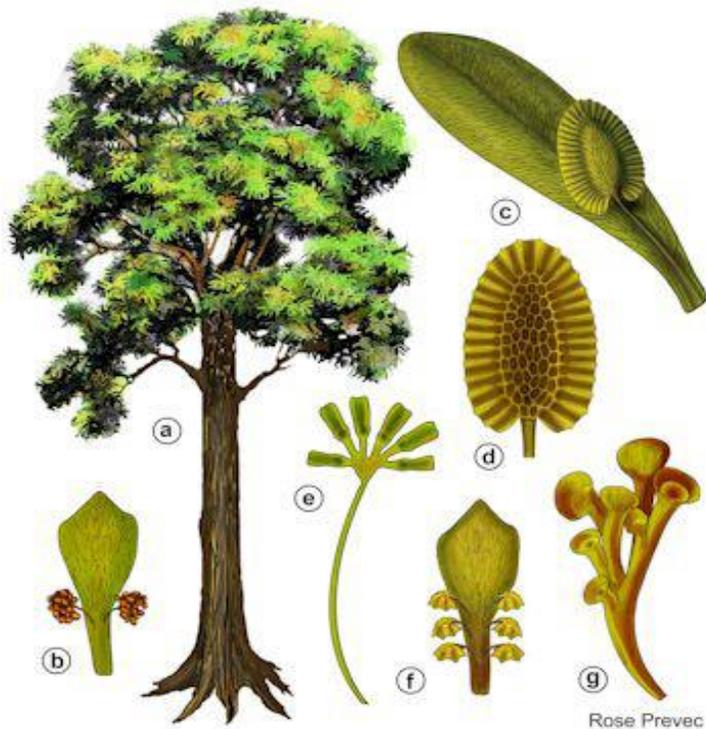


Рис. 3.52. images.yandex.ru> синапсиды

В поздней перми возникли и другие зверообразные рептилии, например дицинодонты. Одни из видов были менее крысы, другие достигали размера коровы. Одни обитали на суше, другие жили в воде. Зубы дицинодонтов сидели в ячейках, у большинства сохранилась лишь пара крупных клыков для перекусывания растений.

К концу перми на север суши пришла засуха. Края болот и озер окружало изобилие хвойных растений, древовидных и обычных папоротников, плаунов и хвощей. Южный суперматерик был ещё отделен от северного полосой океана, и климат там был не очень сухим. Недавние оледенения погубили множество видов прежней растительности, и их место заняли обширные леса глоссоптерисов. Это семеноносное растение, возможно, было предшественником современных цветковых растений.



Reconstruction of a Glossopteris plant:

- a) A Glossopteris tree;
- b) the pollen producing organ (Eretmorhiza);
- c) a seed-bearing organ attached to a Glossopteris leaf;
- d-g) examples of different types of Glossopteris fructification.

Retrieved 1/18/2008

<http://www.scienceinAfrica.co.za/2006/february/coal.htm>

Dr. Rosemary Prevec.

Рис. 3.53. «Глоссоптерис» в картинках Яндекс

К концу перми некоторые *рептилии стали теплокровными*. Это зверообразные цинодонты. Они могли дольше быть активными, не зависели от солнечного тепла по утрам после холодной ночи. У них выработался шерстяной покров. У цинодонтов развились различные зубы: острые передние резцы – для откусывания пищи. Клыки – для разрыва добычи, коренные зубы – для жевания. Они были похожи на млекопитающих.

Одновременно с цинодонтами по планете, появилась более грозная группа рептилий – динозавры, перед которыми смогли уцелеть лишь немногие виды маленьких теплокровных цинодонтов. А выжили они потому, что вели активный образ жизни даже на холоде, добывали себе пищу по ночам, когда громадные динозавры были малоподвижны. Большинство цинодонтов вымерло в конце перми, но некоторым удалось дожить до начала триаса. Их потомкам суждено было пережить эпоху динозавров и положить начало новой, высокоорганизованной группе животных – млекопитающим.

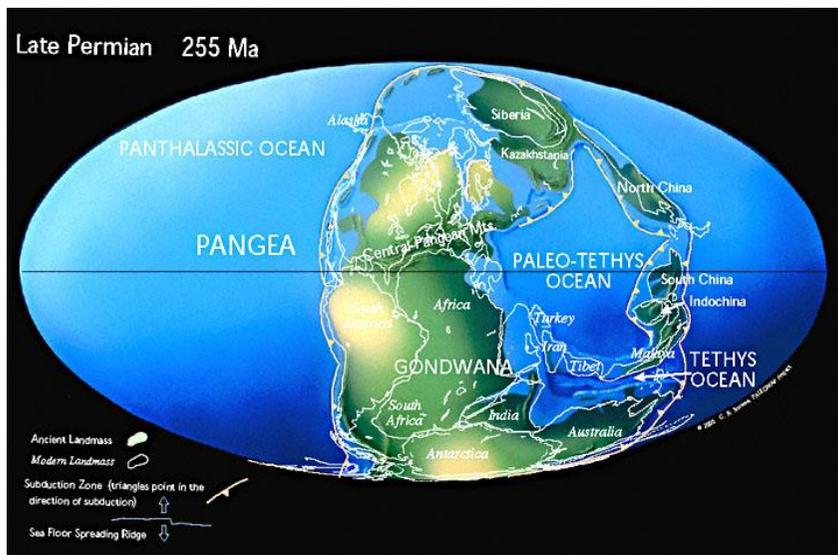


Рис. 3.54. Пермский период. <http://my-paleo-world.ucoz.com...>

Вымирание

В конце перми сталкивались материка, вздымались горные хребты, чередовались трансгрессивные и регрессивные подвижки морей, климат часто и резко менялся. Возможно, всё это и привело к массовому позднепермскому вымиранию (~252 млн лет назад). На сегодня, причиной пермского вымирания считается «всплытие» магмы на поверхность Земли в районе Восточной Сибири, что вызвало выброс гигантского количества CO_2 и H_2S в атмосферу. *Это была крупнейшая катастрофа биосферы в истории Земли. Катастрофа привела к вымиранию 96 % всех морских видов и 70 % наземных видов позвоночных; массовому вымиранию насекомых (вымерло ~57 % родов и 83 % видов насекомых).* В результате вымирания исчезло множество видов, отрядов и даже классов; большая часть отряда парарептилий (кроме предков черепах), многие виды рыб и членистоногих (в том числе трилобиты). Из видов, обитавших на мелководье, вымерло >90 %, включая > 0,5 земноводных и большую часть аммонитов. Древние морщинистые кораллы исчезли, их сменили рифообразующие кораллы. Мир микроорганизмов также резко сократился. Большие потери понесли животные и пресных водоемов. Чем засушливее становился климат, тем больше воды испарялось из рек и озер, они становились солеными. В пермских отложениях обнаружены солевые слои. Вероятно, содержание солей в воде неоднократно менялось, и многие морские животные не смогли приспособиться к подобным колебаниям.

По материалам журнала Nature Geoscience (обзор РИА Новости, Москва, 28 мая 2012): Крупнейшие экологические катастрофы в конце перми (~250 млн лет назад) привели к гибели 90% организмов на планете. *Для восстановления биоразнообразия потребовалось ~10 млн лет. Жизнь на Земле восстанавливается и после ужасных катаклизмов.* Просто катастрофы перезапускают процесс эволюции. (Michael Benton, университет Бристоля, Великобритания). Крупнейшее вымирание 90 % организмов, в конце перми, произошло из-за экологических катастроф: глобального потепления, кислотных дождей, повышения кислотности вод океана и недостатка в них O_2 . Уже в первые 5 млн лет после глобального климатического кризиса, хотя условия для жизни оставались тяжелы-

ми, некоторые экосистемы, сформированные адаптированными организмами, начали восстанавливаться. Когда условия стали мягче, начали появляться новые виды, экосистемы стали усложняться, достигнув "докризисного" уровня. Глобальное вымирание видов необратимо только для отдельных видов. (Сейчас начинаются процессы, аналогичные первопричинам того вымирания – глобальное потепление, кислотные дожди, и повышение кислотности океана.)

Возможно и следующее объяснение: На границе перми и триаса ~ 251 млн лет назад метеорит убил 90 % жизни на Земле (Lenta.ru В мире 23.11.2003, 17:09:59)



Рис. 3.55. Графитовый хребет в Антарктиде. Фото с сайта planetary.org

К такому выводу пришли исследователи из Рочестерского университета, США *найдя на Графитовом хребте* в Антарктиде химические следы этого катаклизма. Асиш Базу обнаружил, что в составе до пермско-триасовых отложений, соотношение химических элементов такое же, как в метеоритах (журнал Science). Это

свидетельствует о том, что 251 млн лет назад в материк Пангею, объединявший тогда Антарктиду, Африку, Южную Америку, Индию и Австралию, врезалось гигантское космическое тело. От удара, пришедшегося ~ на место нынешней южной Австралии, началось длившееся тысячи лет истечение базальтовой лавы и выброс в атмосферу миллионов тонн пыли, на несколько месяцев заслонивших солнечный свет. В это время и вымерло 90 % биосферы Земли, в первую очередь гигантские папоротники, навсегда исчезнувшие с лица Земли. Сообщение Базу принято в науке скептически (CNN). Обнаруженные им образцы принадлежат метеориту, но непонятно, как они могли сохраниться. Базу признает, что это пока ему непонятно, и обещает продолжить изыскания.

Общие выводы:

1. Развитие Жизни в пермский период протекало почти по стандарту эволюционной схемы. Относительно плавно, с некоторыми небольшими флуктуациями.

2. К концу же пермского периода, когда система биоты стала катастрофически усложняться, наступил кризис – массовое вымирание живого.

Глава 4.

ВЕЛИКИЕ ВЫМИРАНИЯ В МЕЗОЗОЕ

В этой жизни умирать не ново,
Но и жить, конечно, не новей.

С. Есенин

4.1. Триасово-юрское вымирание

Триасовый период

Триасом (248–213 млн лет назад) начинается мезозойская эра – «эра средней жизни». До триаса сформировался единый суперматерик Пангея.

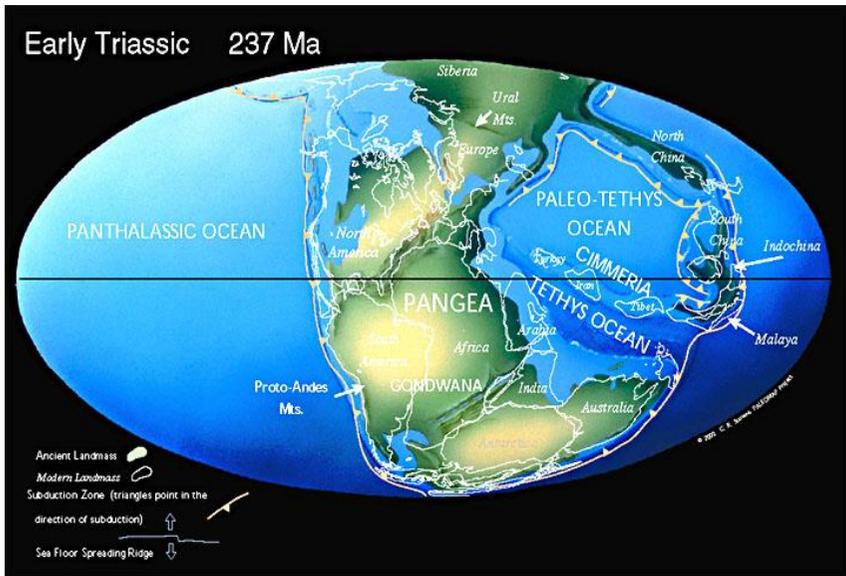


Рис. 4.1. Триас. Ещё – Пангея. <http://my-paleo-world.ucoz.com...>

С наступлением триаса он стал постепенно раскалываться и началось медленное движение его осколков. Климат по планете был довольно ровным. К концу же триаса климат стал суше. Озера и реки начали пересыхать, во внутренних областях материков образовались обширные пустыни. В триасе внутри материков было

жарко и сухо. Возникло много обширных пустынь. Однако вблизи побережий попадались плодородные участки земли, богатые растительностью.

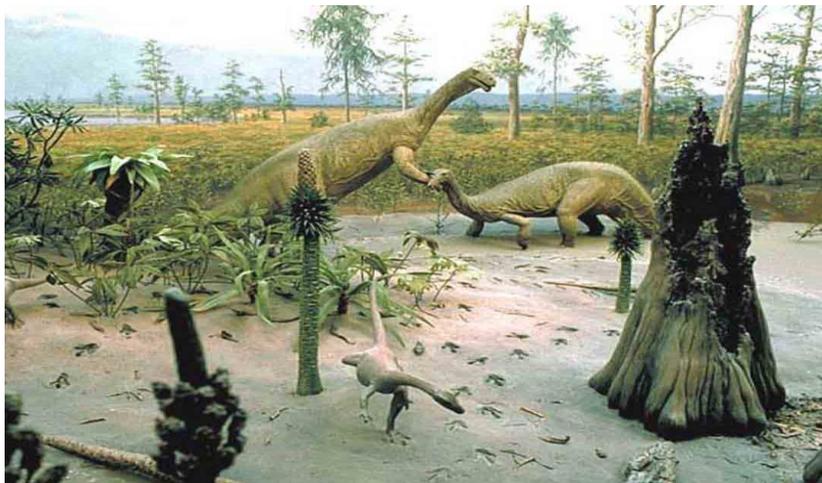


Рис. 4.2. Триас. <http://www.texas-geology>

Термин «триас» введён Ф. Альберти в 1834 г., назван по составу континентальных отложений Западной Европы, состоящих из трёх слоев: пёстрого песчаника, раковинного известняка и пестроцветных континентальных и лагунных отложений (кейпера).

В триасе широкое распространение получают текодонты – быстро передвигающиеся сухопутные рептилии, предки динозавров. Триас – это начало века динозавров (наземных вымерших рептилий). В триасе появляются черепахи, крокодилы, первые млекопитающие, настоящие костистые рыбы.

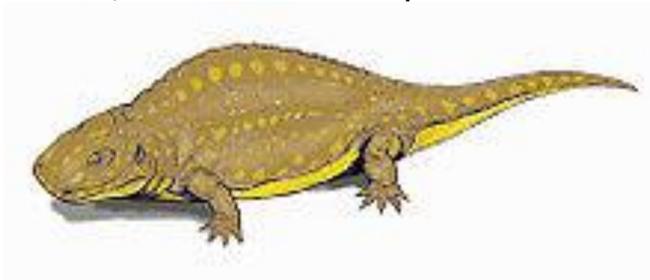


Рис. 4.3. Склероторакс – раннетриасовый лабиринтодонт. Из википедии



Рис. 4.4. Мастодонзавр – гигантский среднетриасовый лабиринтодонт.
Из википедии

В триасовых морях крупнейшими хищниками становятся водные животные – акулы и костные рыбы. Со временем у них развились челюсти, способные разгрызать панцири крабов и раковины моллюсков. Крупнейшими хищниками в морях были недавно возникшие водные рептилии. Ящерицеобразные нотозавры ловили рыбу при помощи острых зубов. Дельфиноподобные ихтиозавры догоняли добычу благодаря высокой скорости. Крупные плакодонты (похожи на тритонов) ползали по дну, выискивали раковины и раздавливали их мощными зубами. Появляются новые виды моллюсков (улитки, устрицы). С понижением уровня воды в мелких морях их скалистые берега все более обнажались. Здесь находили себе пристанище новые виды моллюсков – блюдечки и литорины. Встречались новые разновидности кораллов, креветок и омаров. Появились первые морские ежи, похожие на современных. В морях по-прежнему обитали аммониты. В конце триаса они почти все вымерли, а выжившие – в юре достигают своего нового расцвета.

Происходит значительное падение разнообразия позвоночных. На суше развиваются рептилии. Это цинодонты (собакозубые) – быстроногие хищные рептилии, нападавшие на медлительных растительноядных животных. Появились архозавры или «праващие рептилии». Вначале они были маленькими зверьками, охотились за мелкой дичью по берегам озер и рек. Впоследствии из них развились крупные животные. В середине триаса возникли и

растительноядные ринхозавры «клюворылые рептилии». Текодонты (ячеистозубые) возникли ~ 225 млн лет назад. Они передвигались по суше на четырех ногах, но умели бегать и на задних. За 20 млн лет текодонты развились в первых на Земле динозавров. Появляются первые теплокровные – яйцекладущие млекопитающие, а также прямые предки птиц (протоавис).

В триасе происходит вымирание семенных папоротников. На суше начали преобладать голосеменные, цикадовые, гинкго и хвойные растения. В триасе возникают изменения насекомых. Увеличилось видовое разнообразие сетчатокрылых. В раннем триасе не было наземных жуков, хотя в перми они были распространены. В среднем триасе расцветают полужесткокрылые, жесткокрылые, стрекозы и подёнки. В позднем триасе появляются двукрылые, а также перепончатокрылые насекомые. Например, ксиелиды ~150 видов, длина до 4,5 мм. В триасе – средней юре, они питались хвойными растениями. В конце триаса существовали прямокрылые. В конце триаса вымерло одно из 8 семейств стрекоз.



Рис. 4.5. File:Xyelapusilla.jpg. Из википедии

Юрский период

Начался 199? – 213 млн лет назад, продолжался до 144 млн лет назад. К началу юры суперматерик Пангея находился в процессе активного распада. К югу от экватора ещё существовал единый материк Гондвана. В дальнейшем он тоже раскололся на части, образовавшие сегодняшние Австралию, Индию, Африку и Южную Америку. Наземные животные северного полушария уже не могли свободно перемещаться с одного материка на другой, однако они по-прежнему распространялись по южному супермате-

рику – Гондване. Вначале юры климат на Земле был теплым и сухим. Затем, когда обильные дожди начали пропитывать влагой пустыни, суша вновь стала зеленой, с пышной растительностью. Росли хвощи и плауны, уцелевшие с триаса. Было множество грибов. Обширные леса из семенных, обычных и древовидных папоротников, а также папоротникообразных саговников распространились от водоемов вглубь суши. По-прежнему были распространены хвойные леса. Кроме гинкго и араукарий, в них произрастали предки современных кипарисов, сосен и мамонтовых деревьев.

Когда Пангея начала раскалываться, возникли новые мелководные моря и проливы, в которых нашли прибежище новые типы животных и водорослей. Постепенно на морском дне накапливались свежие осадочные отложения. Первые отложения были описаны в Юре (горы в Швейцарии и Франции). Отложения представлены известняками, обломочными породами, сланцами, магматическими породами, глинами, песками и конгломератами, сформировавшимися в разнообразнейших условиях. Климат в юре был влажным и тёплым; к концу периода – засушливым в области экватора.

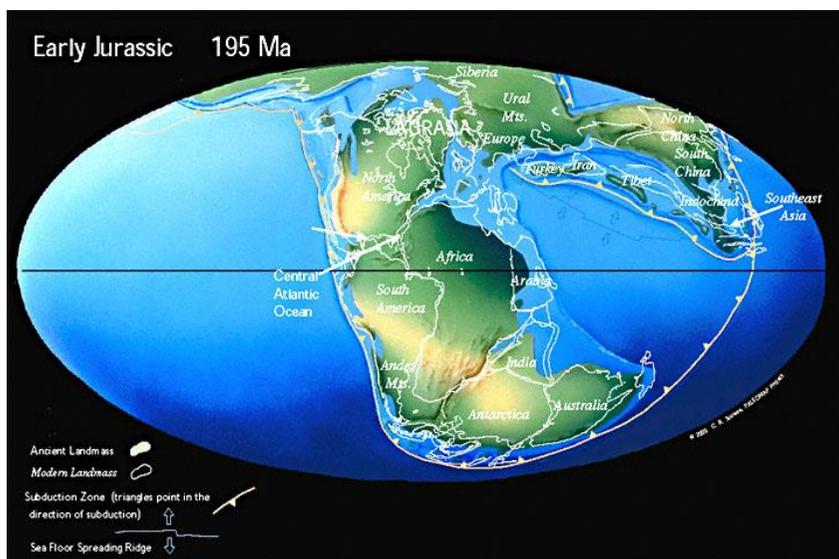


Рис. 4.6. Ранняя юра. <http://my-paleo-world.ucoz.com...>

Пангея разделилась на две части: Западная Гондвана начала отходить от Восточной (поздний юрский период).

В юре огромные территории суши были покрыты лесами из папоротников и голосеменных растений. Преобладали саговники (класс голосеменных). Ныне они встречаются в тропиках и субтропиках. Под тенью этих деревьев бродили динозавры. Внешне саговники похожи на невысокие (до 10–18 м) пальмы, поэтому Карл Линней поместил их в своей системе растений среди пальм. В юре рощи гингковых деревьев росли по всему умеренному поясу. Гингго – листопадные (хотя и голосеменные) деревья с кроной, похожей на дуб, и с небольшими веерообразными листьями. До нас сохранился один вид – гингго двулопастный. Разнообразны были хвойные, похожие на современные сосны и кипарисы, которые тогда процветали в тропиках и в умеренном поясе. Папоротники постепенно исчезали.

Изменилось население морского дна. Двустворчатые моллюски вытеснили с мелководий брахиопод. Двустворчатые моллюски заполнили все жизненные ниши морского дна. Многие перестали собирать пищу с грунта и стали прокачивать воду с помощью жабр. В морях обосновались беспозвоночные: губки и мшанки (морские циновки). В теплых и мелких морях образовались гигантские коралловые рифы с многочисленными аммонитами и белемнитами (родичами осьминогов и кальмаров).

Одним из ископаемых организмов, с признаками птиц и рептилий был археоптерикс (первоптица). Его скелет обнаружили в сланцах в Германии. Летал археоптерикс плохо (планировал с дерева на дерево), размером был ~ с ворону. Вместо клюва имел пару зубастых, но слабых челюстей. На крыльях были свободные пальцы (из современных птиц они сохранились лишь у птенцов гоацинов). В воздух поднялись целые полчища птерозавров. Это были первые и крупные летающие позвоночные животные. Хотя первые птерозавры появились в конце триаса, их "взлет" пришелся на юру.

В юре на Земле обитали мелкие, покрытые шерстью теплокровные животные – млекопитающие. Они жили рядом с динозаврами и были почти незаметны. *В юрский период произошло разделение млекопитающих на однопроходных, сумчатых и плацентарных.*

Однопроходные млекопитающие. Подкласс яйцекладущие млекопитающие представлен отрядом однопроходных. Он объединяет семейства: утконосовые и ехидновые. Яйцекладущие млекопитающие произошли от рептилиеподобных предков, образовав обособленную ветвь. Утконосы – более древние животные, чем ехидны, произошедшие от утконосов, видоизменились и приспособились к наземному образу жизни. Однопроходные – млекопитающие, которые размножаются, откладывая яйца, и вскармливают детенышей молоком. Встречаются в Австралии, Тасмании, Новой Гвинее. Питаются насекомыми, мелкими водными животными. Длина их тела 30–80 см. Они теплокровны, но температура их тела ниже 36 °С. Ехидны и утконосы безголосые и беззубые. Живут ехидны до 30 лет, утконосы – до 10 лет. Обитают в лесах, степях, поросших кустарником, в горах на высоте до 2500 м.

Подкласс млекопитающие плацентарные, или высшие звери (лат. *Placentalia* – лепёшка) – это млекопитающие, рожающие детей в развитой стадии, что возможно при наличии плаценты. Подкласс делится на два надотряда: сумчатые и плацентарные.

Сумчатые млекопитающие (лат. *Metatheria, Marsupialia*) были распространены в мезозое, но впоследствии их, как и однопроходных, вытеснили плацентарные. Сумчатые появились ~186–193 млн лет назад (юра). Большинство сумчатых Южной Америки вымерли после возникновения моста между Южной и Северной Америкой. Лишь опоссумы распространились на север. Австралийские сумчатые из-за изоляции сохранились до наших дней, но после появления человека претерпели изменения. Крупные сумчатые были уничтожены. На сегодня в мире ~250 видов сумчатых. Настоящая плацента у всех сумчатых, кроме сумчатых барсуков, отсутствует. Детёныши рождаются недоразвитыми, до 3 см и растут в сумке из кожной складки, где находятся молочные железы. Головной мозг примитивен. В остальном сумчатые схожи с настоящими зверями. Длина их тела ~4 см (сумчатые мыши) ~ 160 см (серый кенгуру). Это лазающие, прыгающие, бегающие, роющие и планирующие формы. Питаются животной и растительной пищей; всеядны. Многие сумчатые сходны с плацентарными млекопитающими. Наиболее примитивные из них – опоссумы; в мелу от них

произошли все остальные семейства. Сумчатые млекопитающие обитают в Австралии, Новой Гвинее и Америке.

Плацентарные млекопитающие наиболее распространены, делятся на четыре надотряда. Надотряд Афротерии (*Afrotheria*; *африканские звери*) сформировались в Африке, при её изоляции от Гондваны. К надотряду *Euarchontoglires* относятся все плацентарные млекопитающие, кроме *Afrotheria*, в том числе и человек. Появление *Euarchontoglires* датируется генетиками в 105–110 млн лет назад (мел), когда от плацентарных отделились *Afrotheria*. Надотряд Лавразиотерии (*Laurasiatheria*) объединяет млекопитающих, возникших на протоконтиненте Лавразия (?). Надотряд *Euarchontoglires* не имеет русского названия; он состоит из подгрупп: грызунообразных, зайцеобразных и «истинных прашуров» – тупаеобразных, шерстокрылов и приматов. Существуют также вымершие роды млекопитающих. Это †*Acristatherium* – (мел, Китай); †*Deccanolestes* (мел, Индия); †*Carodnia* и †*Ctalecarodnia* – (палеоцен, Аргентина).

Динозавры (англ. *Dinosauria*, др.-греч. *δεινός* – страшный, ужасный; *σαύρα* – ящер, ящерица) обитали в лесах, озёрах, болотах. Диапазон их различий велик. Известны динозавры размерами от кошки до кита. Разные виды динозавров могли передвигаться на двух или четырёх конечностях. Это были хищники и травоядные животные.

Первые ихтиозавры появились в триасе. Эти рептилии достигали в длину ~8 м, но многие были < 2 м. Эти рептилии были пловцы, питавшиеся рыбой, кальмарами и наутилоидеями. Другая группа хищных рептилий – плезиозавры обитали у поверхности моря, где охотились за косяками рыб. Плиоизавры жили на глубинах; питались аммонитами и другими моллюсками. Некоторые крупные плеоизавры охотились на плезиозавров и ихтиозавров.



Рис. 4.7. Ихтиозавр

Ихтиозавры выглядели как копии дельфинов, за исключением формы хвоста и лишней пары плавников. Их позвоночник имел изогнутую форму и на его конце располагался вертикальный хвостовой плавник (в отличие от горизонтальных плавников дельфинов и китов) (*из википедии*).

В юре ускорилась эволюция насекомых. Ландшафт наполнился жужжанием и потрескиванием от множества новых насекомых. Среди них были предшественники современных муравьев, пчел, уховерток, мух и ос.

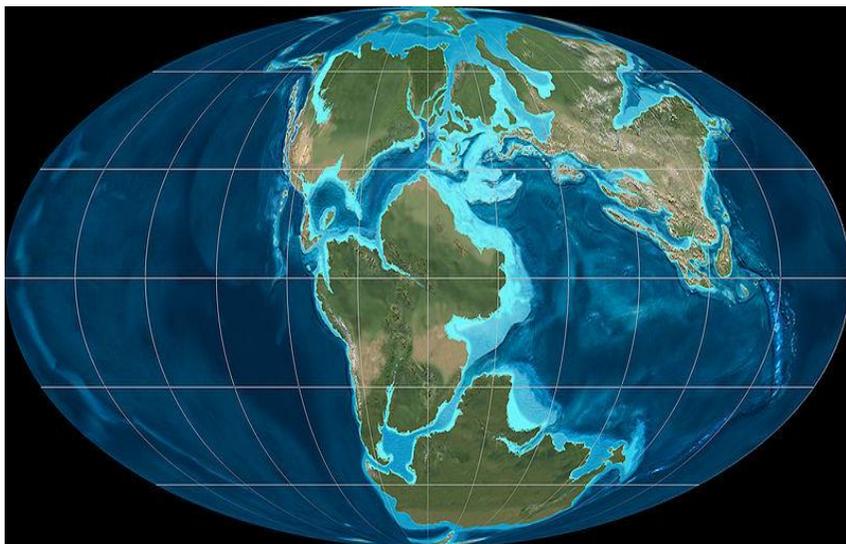


Рис. 4.8. Палеогеографическая реконструкция Земли в конце Юры, 150 млн лет назад. File: LateJurassicGlobal.jpg.
Источник: <http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/mollglobe.html> Автор Dr. Ron Blakey – <http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/> 23 апреля 2008

Триасово-юрское великое вымирание

Триасовое вымирание произошло ~ 199,6 млн лет назад и является одним из крупнейших в мезозое, глубоко затронувших жизнь на Земле и в океанах, за период менее 10 000 лет, в начале распада Пангеи на части. Исчезло ~70 % существовавших видов: многие сухопутные и морские животные и растения. Многие земноводные также полностью исчезли. Это освободило экологиче-

ские ниши, позволив динозаврам доминировать, начиная с юры. Многие динозавры были спасены из-за малого размера. Большинство рептилий продолжали господствовать. Произошло падение разнообразия насекомых. Возможно, это было вызвано массовыми извержениями вулканов, сопровождавшимися выбросами CO_2 и SO_2 и приведшими к изменению климата. По материалам сайта: mk.ru/science/article/2012/08/1... от 13 августа 2012 г. «Названа причина триасово-юрского вымирания, породившего динозавров» (Источник: РИА Новости; Алексей Дмитриев): Одной из причин массового вымирания является насыщение вод Мирового океана H_2S . Обнаружены следы серных бактерий в осадочных породах на границе триаса и юры.



Рис. 4.9. Триасово-юрское вымирание. Great.az



Рис. 4.10. Триасово-юрское вымирание. mk.ru/science/article/2012/08/1...

Бас ван де Схотбрюге с коллегами (Германия) изучали серные бактерии в морских триасово-юрских осадочных породах Германии. Такие бактерии питаются H_2S и не выносят присутствия O_2 в воде. Оказалось, что осадочные породы, сформировавшиеся до вымирания, не содержали H_2S в воде. Концентрация серных бактерий резко повышается к границе триаса и юры, что сопровождается снижением окаменелых останков моллюсков, беспозвоночных и планктона. Вероятно, воды океана были насыщены H_2S и содержали мало O_2 , что вызвало вымирание большинства живых существ. На это указывает и высокий уровень органического азота в осадочных породах (молекулы белков из тканей мертвых животных не успевали разлагаться из-за низкого уровня O_2 в воде). Доминирующие в триасе динофлагелляты были вытеснены в юре водорослями – хлорофитами, существующими в воде с низким содержанием O_2 . Состав морской воды во время триасово-юрского и пермско-триасового вымирания был очень похож на модель Бас ванн де Схотбрюге.

Общие выводы:

1. На протяжении триасового и юрского периодов развитие Жизни на нашей планете происходило очень интенсивно и сопровождалось появлением принципиально новых видов биоты.

2. В целом это происходило по «стандартным» законам эволюции с довольно сильными внутренними флуктуациями. В целом они привели к исчезновению многих видов крупных животных, которое можно назвать великим вымиранием.

4.2. Позднемеловое великое вымирание

Южная Америка и Африка удалялись друг от друга; Атлантический океан становился шире. Африка, Индия и Австралия расходятся в разные и к югу от экватора образовались гигантские острова. Современная Европа находилась под водой.

До мела споры и пыльца растений распространялись ветром или просто падали на Землю. В мелу некоторые растения выработали другие методы распространения пыльцы. Так, цветковые (покрытосеменные) растения опыляются насекомыми. Насекомые собирают и переносят пыльцу, а цветы привлекают их яркими лепестками, ароматом, сладким нектаром и самой пыльцой – пищей.

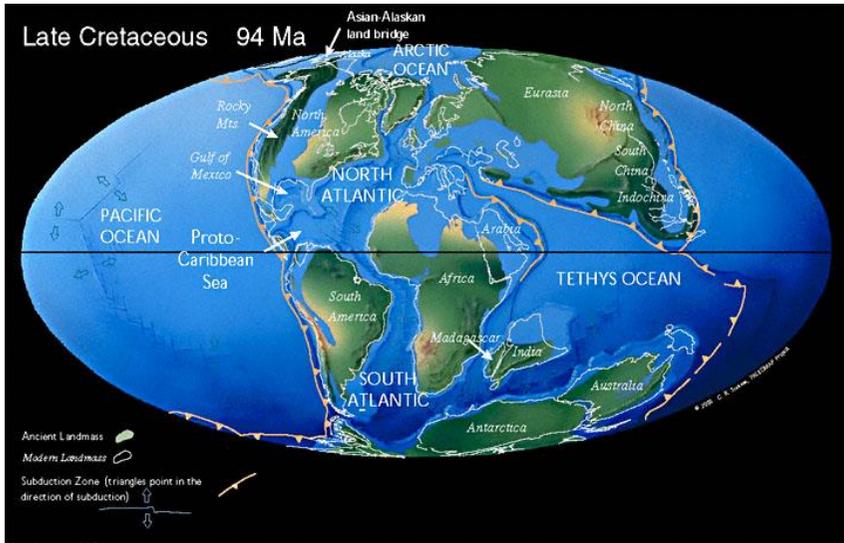


Рис. 4.11. Меловой период, 94 млн лет назад <http://my-paleo-world.ucoz.com...>

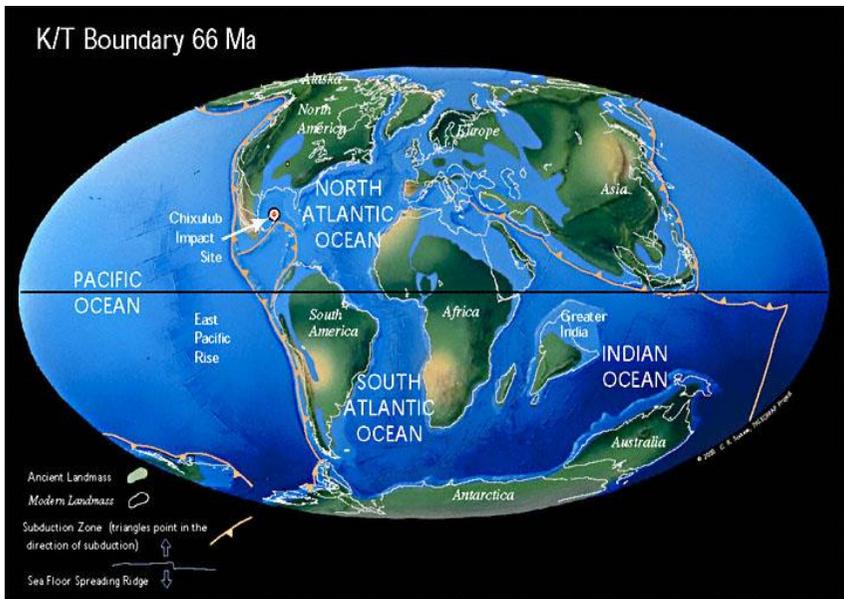


Рис. 4.12. Мел. 65 млн лет назад. <http://my-paleo-world.ucoz.com...>

На Земле в наши дни обитает >250 000 видов цветковых растений, остальных зеленых растений – 50 000 видов. Возникновение плодов и семян происходило одновременно с развитием птиц и млекопитающих. Семена и плоды для них были пищей.

Первые зверообразные животные, появившиеся в триасе (маленькие робкие зверьки, типа землероек, питавшихся насекомыми), в последующие ~100 млн лет, мало эволюционировали. Но в мелу в их среде стали происходить активные эволюционные процессы. Появились однопроходные сумчатые и плацентарные млекопитающие, сменившие динозавров в конце мела и ставшие господствующей формой жизни на Земле.

Обширные территории Земли занимали теплые мелкие моря. В начале мела в них появилось множество новых моллюсков – двустворчатые моллюски типа мидий и брюхоногие моллюски типа улиток. Аммониты встречались реже, чем прежде, белемнитов было много. На мелководье, вблизи побережья, появились новые виды хищных ракообразных – мелкие креветки, крабы и омары. В открытом море, начинались владения быстроходных хищных рептилий. Встречались ещё некоторые виды юрских плезиозавров и ихтиозавров, но расцвета достигли свирепые плезиозавры мела, вроде эласмозавров, а также ящерицеобразные мозазавры. Они охотились на новые разновидности костных и хрящевых рыб типа скатов. В мелу в Мировом океане плавали гигантские морские черепахи архелоны, достигающие в длину 4 м.

На суше, от ящерицеобразных предков развились настоящие змеи. Появились новые виды морских птиц. Гесперорнисы были похожи на гагар; ихтиорнис – маленькая птичка, типа крачки, первой обзавелась настоящей грудиной. Повсюду порхали пчелы, мотыльки и другие насекомые, в листве обитали многочисленные пауки.

Заселяя сушу, растения образовывали обширные леса, обеспечивающие пищей наземных травоядных животных. Динозавры продолжали бурно эволюционировать, новые виды возникали на протяжении мела. Из растительноядных динозавров преобладали утконосые гадрозавры. Они жили стадами, как современные антилопы. Появились новые стегозавры и анкилозавры. В конце мела по Североамериканскому матерiku разгуливали трицератопсы –

крупнейшие из цератопсов (травоядных динозавров) и одни из последних динозавров, обитавших на Земле. Дейнозух был самым большим крокодилем; достигал в длину 12 м. Тираннозавр был самым крупным плотоядным животным. Ископаемые останки тираннозавров обнаружены в Северной Америке и Центральной Азии. В 1990 г. группа палеонтологов (Джек Хорнер и др.) откопала скелет тираннозавра рекса. Они установили, что прежде размеры тираннозавра рекса завывшались и его вес составлял всего ~ 4 т; при интеллекте на уровне страуса эму; вероятно, он был охотником и падальщиком. Небо в мелу по-прежнему принадлежало птерозаврам. С триаса среди них возникло множество новых форм. Гигантская бесхвостая рептилия птеранодон летала над океаном и питалась рыбой. Его крылья достигали размаха до 8 м. Он свободно парил над океаном.

С 1986 г. в Антарктиде геологи нашли окаменевшие останки скелетов динозавров. Окаменелости принадлежат различным видам морских ископаемых, в том числе предку крокодила – мозазавру и плезиозавру, сходным с «лохнесским чудовищем». (По материалам: travelfilm.ru1362261166 и по википедии). Из-за того, что ~98 % Антарктиды покрыто льдом, большинство останков являются фрагментарными. На о-ве Росса обнаружены останки анкилозавров и динозавра из группы гипсилофодонтид; на о-ве Вега – останки динозавра из группы гадрозавров. В 1991 г. в Антарктиде на склоне горы Килпатрик нашли останки прозавропода и теропода криолофозавра, достигающего 7 м в длину и обладающего гребнем на голове шириной 20 см.

Великое вымирание (мел – палеогеновое вымирание)

В конце мела, 65 млн лет назад, в морях и океанах вдруг исчезли многие моллюски, в том числе аммониты, белемниты и множество мелких водорослей. На суше внезапно вымерли все динозавры, в небе не осталось птерозавров. Вымерли и морские рептилии (мозазавры и плезиозавры); летающие ящеры. Всего погибло 16 % семейств морских животных (47 % родов морских животных) и 18 % семейств сухопутных позвоночных. Однако большая часть растений и животных пережила этот период. Не вымерли

сухопутные пресмыкающиеся – змеи, черепахи, ящерицы и водные пресмыкающиеся – крокодилы. Выжили ближайшие родственники аммонитов – наутилусы; птицы, млекопитающие, кораллы и наземные растения. По исчезновению динозавров в конце мела, маленьким млекопитающим открылись новые пространства и экологические ниши. Сумчатые в Южной Америке и Австралии и плацентарные млекопитающие, на других континентах, широко распространились. Развилось большое количество их видов.

Существует много теорий данного вымирания:

1. Изменение климата Земли, вызванное общим понижением температуры.

2. Столкновение Земли с гигантским астероидом, при котором в воздух должно было подняться громадное облако пыли, поглощавшее солнечный свет, необходимый для всех живых существ.

3. Нескончаемые кислотные дожди, которые обрушились на Землю после ее столкновения с астероидом.

4. Млекопитающие, размножившись, поедали в большом количестве яйца динозавров.

5. Самые большие динозавры страдали от смещения межпозвоночных дисков, вызванного их громадным весом.

6. Внезапный грандиозный всплеск вулканической активности.

7. Геологические подвижки с изменением климата планеты и др.

Астероидная теория. Горные породы, сформировавшиеся в конце мела, могут служить подтверждением «астероидной» теории гибели динозавров. В них содержится тонкий слой иридия Ir – металла платиновой группы, редкого на Земле (в земной коре его содержание – 10^{-7} масс. %), но типичного для астероидов. Подобный астероид должен быть свыше 10 км в диаметре и весить более 4 млн т. В 1992 г. Дэвид Крилл и Уильям Бойнтон (университет штата Аризона, США), обнаружили на полуострове Юкатан в Мексике гигантский подземный кратер, диаметром 180 км, образованный именно 65 млн лет назад. Этот кратер, возможно, позволит раскрыть тайну исчезновения динозавров.



Рис. 4.13.

<http://great.az/interesniye-fakti/12598-10-massovyh-vymiraniy-v-istorii-zemli.html>

Вывод:

Более или менее нормальная эволюция, протекавшая в меловой период, в конце его завершилась катастрофой, приведшей к массовому исчезновению крупных представителей животного мира.

Глава 5.

ВЕЛИКИЕ ВЫМИРАНИЯ В КАЙНОЗОЕ

Но ведь не та у денег стать,
Чтоб нам хоть час, да натянули, ...
Пьер де Ронсар

Палеоценовая эпоха (65–55 млн лет назад)

Палеоцен – начало кайнозойской эры. Материки ещё находились в движении, «южный материк» Гондвана продолжал раскалываться на части. Южная Америка оказалась полностью отрезанной с уникальной фауной ранних млекопитающих. Африка, Индия и Австралия дальше отодвинулись друг от друга. В палеоцене Австралия располагалась вблизи Антарктиды. Уровень моря понизился, во многих районах земли возникли новые участки суши.

В палеоцене в Мировом океане распространились новые виды брюхоногих и двусторчатых моллюсков; морских ежей и фораминифер. Исчезнувшие морские организмы, оставили в пищевых цепях морей много пробелов, которые заполнились новыми плотоядными костными рыбами и акулами. Некоторые млекопитающие продолжали питаться насекомыми. Первые землеройки и ежи поедали ползающих насекомых, как лягушки и жабы. Было много и летающих насекомых. Поэтому некоторые млекопитающие поднялись в воздух и стали охотиться на них. Гибель динозавров оставила пустующими многие «пищевые ниши». Одни млекопитающие перешли к дневному образу жизни. Млекопитающие быстро эволюционировали во множество животных различного облика и размеров, что позволяло им заселять любую среду обитания. Самыми маленькими оставались насекомоядные животные. Более крупные животные стали охотниками или питались падалью. Появились крупные травоядные. Бивни и рога некоторых из них служили для защиты от хищников. Плоскостопные плотоядные млекопитающие, по размерам были с горностая или больше медведя.

Из первых однопроходных, появившихся в мелу, с палеоцена до нас дожили лишь три вида: два вида ехидн или колючих муравьедов, и один вид утконосов. Все они встречаются в Австралии и на Новой Гвинее.

Первые сумчатые, обитавшие в Северной Америке в мелу, в палеоцене распространились по всем материкам, кроме Африки и Азии, и через Антарктиду перебрались в Австралию. У большинства мелких сумчатых сумок нет.

В палеоцене многие плацентарные млекопитающие оставались маленькими животными. Но они начали составлять конкуренцию сумчатым животным. Плацентарные эволюционировали, среди них возникали новые виды. Постоянная температура тела, прогрессивный способ размножения и крупный головной мозг позволили им стать процветающей группой животных и установить свое господство на Земле. Ныне их ~ 4000 видов. Это собаки, кошки, летучие мыши, киты и обезьяны, включая человекообразных. Плацентарные млекопитающие населяют почти все природные зоны Земли. Они живут во всех районах Земли, адаптировались к условиям обитания в воздухе и в воде.

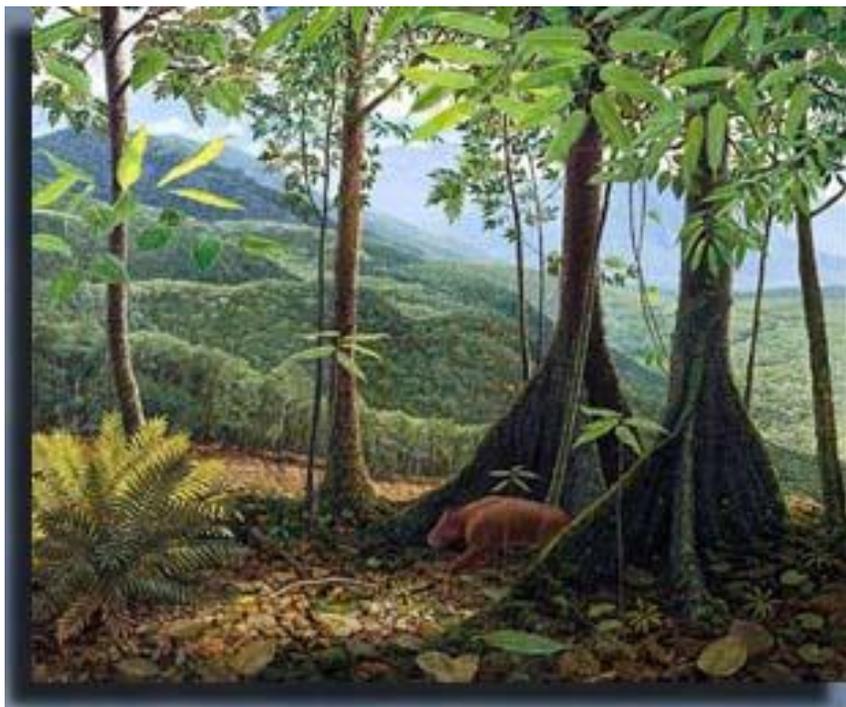


Рис. 5.1. Палеоцен. wwlife.ru/index.files/Site.file...



Рис. 5.2. Палеоценовая эпоха Rusif.ru

Эоценовая эпоха (55–38 млн лет назад).

В эоцене массивы суши стали располагаться близко современному положению. Большая часть суши ещё была разделена на материки-острова, которые продолжали удаляться друг от друга. Южная Америка утратила связь с Антарктидой, Индия переместилась к Азии. В начале эоцена Антарктида и Австралия еще не были рядом. Климат повсеместно был теплым или умеренным. Большую часть суши покрывала буйная тропическая растительность. Обширные районы поросли густыми заболоченными лесами.

В эоцене в водах Мирового океана содержалось огромное количество разнообразного планктона. Появились новые виды моллюсков, ракообразных – крабов и раков-отшельников; множество морских костных рыб любых форм и размеров; в озерах и реках – пресноводных рыб. В эоцене появилось много новых групп млекопитающих, развившихся из растительноядных млекопитающих палеоцена. В начале эоцена жили маленькие пятипалые быстроногие копытные кондилартры, питавшиеся стеблями и листьями растений, ставшие предками современных лошадей, коров, свиней, тапиров, носорогов и оленей. В то время существовали и крупные травоядные животные. Среди мелких млекопитающих преоблада-

ли грызуны. На деревьях обитали предшественники нынешних лемурув, долгопятов и полуобезьян голаго (толстохвостых). Первые ископаемые киты известны с эоцена. Возможно, они развились из группы хищных копытных млекопитающих, вернувшихся к жизни в воде, из-за конкуренции на суше за пищевые ресурсы. К концу эоцена в океанах обитали млекопитающие, уже похожие на современных китов. В эоцене на Земле появились также первые муравьи и пчелы; первые скворцы и пингвины; ядовитые змеи. Берега рек и морское побережье стали местом обитания множества новых видов птиц. Эволюция породила кротов, верблюдов, кроликов и полевок. К концу эоцена появились первые кошки, собаки и медведи. В эоцене, до отделения Антарктиды от Австралии, сумчатые млекопитающие добрались до Австралии по антарктическому сухопутному мосту. Находка ископаемых останков сумчатых в Антарктиде доказала эту гипотезу. (По материалам: travelfilm.ru/1362261166). В 1981 г. была найдена часть челюсти примитивного сумчатого, жившего ~ 40 млн лет назад, на что указывают находки окаменевших остатков широколиственных лесов и обитателей теплых морей. Найденное млекопитающее (*Antarctodolops dailyi*), величиной 30 см, подтвердило теорию о миграции сумчатых из Америки и Антарктиды в Австралию.

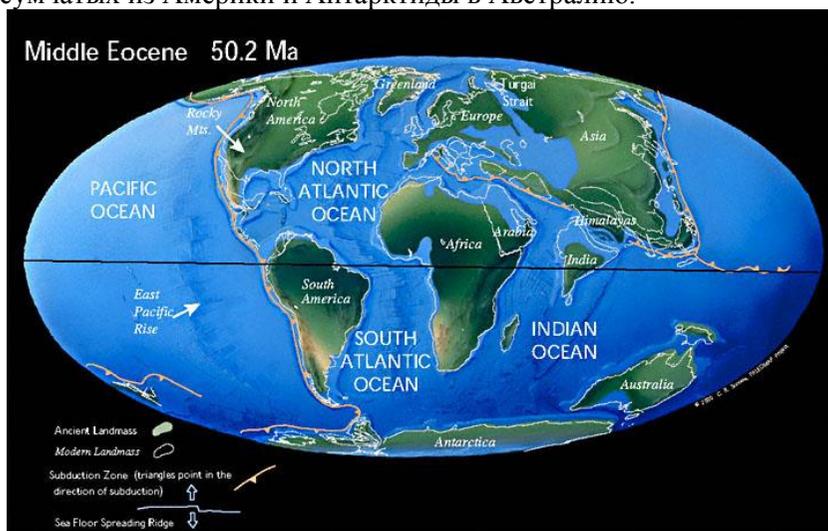


Рис. 5.3. Эоцен. <http://my-paleo-world.ucoz.com...>



Рис. 5.4. Эоценовая эпоха Rusif.ru

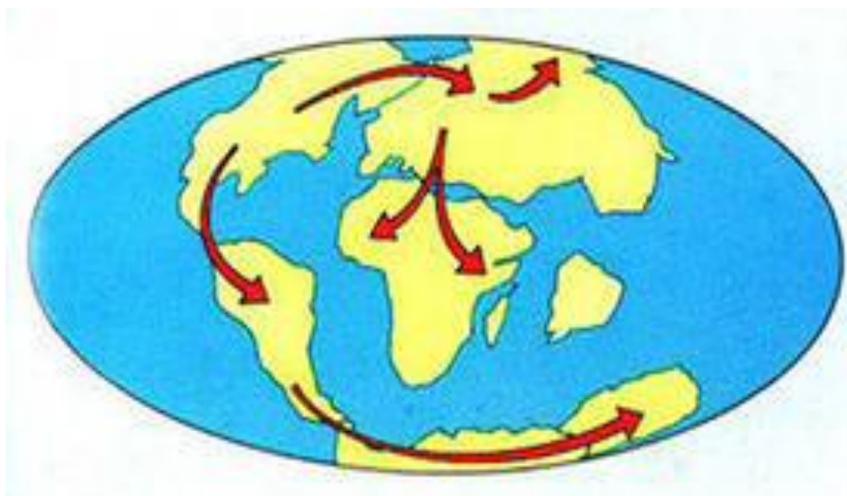


Рис. 5.5. Эоценовая эпоха. evoluts.ru



Рис. 5.6. Эоценовая эпоха. wwlife.ru/index.files/Site.file...



Рис. 5.7. Эоценовая эпоха. blogs.privet.ru

Олигоценовая эпоха (38–25 млн лет назад)

В олигоцене климат на Земле стал прохладнее, над Южным полюсом сформировался громадный ледниковый покров. Для него

потребовалось много воды, что привело к понижению уровня моря на Земле и расширению суши. Похолодание вызвало исчезновение тропических лесов эоцена во многих районах Земли и появление лесов с умеренным климатом и степей, на всех материках. В олигоцене Индия пересекла экватор с юга на север и расположилась ближе к Азии. Австралия и Антарктида – разделились. Австралия «отчасти унесла с собой» и сумчатых млекопитающих. В Южной Америке – «островном» материке, млекопитающие также развивались в изоляции. Они эволюционировали, породив множество видов. Многие напоминали грызунов, лошадей, слонов. Появилось много и неполнозубых млекопитающих – предков муравьедов, броненосцев и ленивцев.

Распространение степей привело к резкому увеличению травоядных животных. Появились носороги, за ними – первые настоящие свиньи, буйволы и олени. В олигоцене на Земле обитал древний верблюд пекротерий – один из первых жвачных животных.

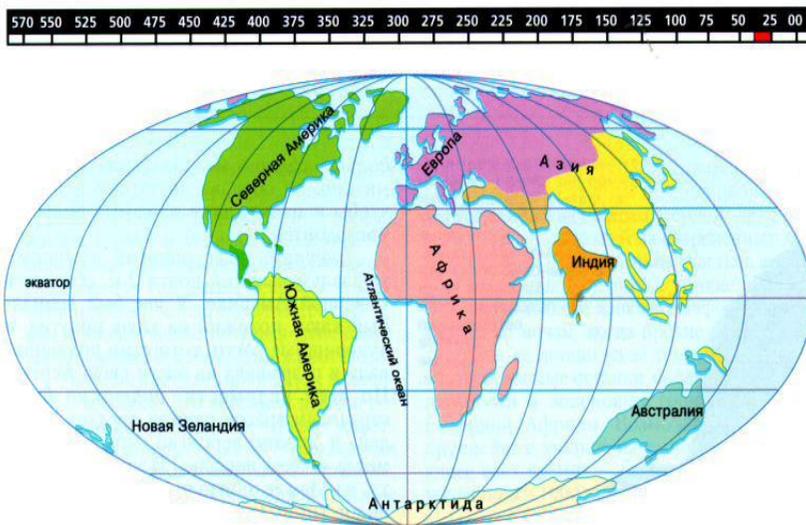


Рис. 5.8. Олигоценовая эпоха. rusif.ru.

В конце олигоцена, ~25 млн лет назад, на Земле возникла новая группа растений – травы. Цветки их были часто маленькими и бледными, их опыление происходило больше ветром, чем насеко-

мыми. Травы быстро распространились по суше в олигоцене и миоцене, покрыв равнины на Земле. У трав, новые листья растут не на верхушке стебля, а у основания. Поэтому, стоит травоядным съесть старые листья – на их месте вырастают новые. Так, поросшие травой равнины способны прокормить большие стада травоядных животных. А травоядные обеспечивали питанием новые виды хищников. К концу олигоцене на Земле появились первые настоящие кошки и собаки.

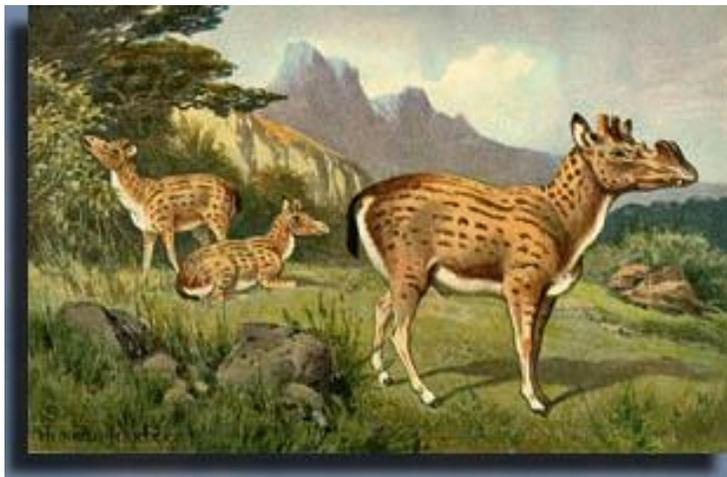


Рис. 5.9. Олигоцен. протоцерас.

<http://www.wwlife.ru/index.files/Site.files/WWL/Eucaryota/Animalia10c.html#ris21031a>

Эоцен-олигоценое вымирание

Эоцен-олигоценое вымирание (для европейской фауны – **Великий перелом**) началось в конце эоцена – начале олигоцене, $\sim 33,9 \pm 0,1$ млн лет назад. В океанах вымирание занимало ~ 4 млн лет (конец среднего и поздний эоцен). Вымирание морских животных составило 3,2 %, что выше фонового показателя (0,66 %); свыше 50 % вымирающих семейств составляют фораминиферы и морские ежи. Вымерли ~ 15 % родов морского бентоса. Исчезли древние китообразные – Archaeoceti. Наземная фауна испытала наибольшее вымирание в два этапа. В Северной Америке наземные млекопитающие (многие примитивные семейства, ряд грызунов) активно вымирали в середине олигоцене.

Гипотезы причин вымирания. Основные гипотезы вымирания:

1. Столкновение с астероидами. Резкое изменение климата, повлекшее вымирания видов, было вызвано двумя метеоритами, упавшими в Северной Америке – Чесапик-Бей и в Сибири – Попигай. Метеориты вызвали резкое понижение температуры, повлекшее снижение в атмосфере концентрации CO₂. Возможно, с олигоценом связан и процесс формирования Антарктического ледяного щита. Но, при падении астероидов, их воздействие на климат был кратковременным.

2. Извержение супервулканов. Возможно, из 47 известных извержений супервулканов на Земле, 23 произошли в этот период вымирания. Огромные площади в Северной Америке были покрыты километровыми слоями отложений туфа и пепла. (Супервулканические извержения происходят из системы радиальных трещин, когда скопление магмы приподнимает целый вулканический район, а не один вулкан).

3. Возможно, произошло изменение климата между эоценом и олигоценом из-за частичного затенения Земли гипотетическими кольцами Земли? (В ~1980 г. была выдвинута гипотеза о существовании, в определённый период развития Земли, системы колец, схожих с кольцами Юпитера). Возможно, тень, падающая от колец, могла привести к глобальному похолоданию климата, которое вызвало вымирание многих морских организмов в позднем эоцене.

4. Есть и следующая гипотеза: Возможно, в конце эоцена (34 млн лет назад) Земля подверглась нападению со стороны космических захватчиков – земноводных или рептилий? (Вторжение земелюдей – амфибий на Землю в конце эоцена. Эоцен-олигоценовая катастрофа; (А.В. Колтыпин, 2010 г.). Сайт dopotora.com)

Неогеновый период (25,6–2 млн лет назад)

Неоген подразделяется на два отдела *миоцен* (25,6–5,332 млн лет назад) и *плиоцен* (5,332–2, 588 млн лет назад). Климат неогена был довольно тёплым и влажным, но более прохладным, чем в палеогене. В плиоцене климат становится близким современному. В конце плиоцена началось похолодание, на полюсах образовались шапки льда. Произошло сильное общее осушение. В неогене завершается оледенение Антарктиды. В плиоцене происходят оле-

денения в горных грядях. Завершается формирование горных гряд: Альп, Карпат, Балкан, Атласа, Апеннин, Кавказа, Гималаев, Кордильер и других. В неогене заканчивается формирование альпийской складчатости и орографии. В тоже время происходило образование мощных складчатых областей по периферии Тихого океана (Анадырь, Камчатка, Сахалин, Япония, Филиппины, Новая Гвинея, прибрежные части Кордильер и Анд). Интенсивное горообразование сопровождалось активной вулканической деятельностью. Частое проявление вертикальных колебательных движений обусловило непрерывное изменение размеров и очертаний бассейнов и постепенное нарастание их изоляции от океана. Все материки приобрели современные границы, но разделялись морскими проливами. Северная Америка с Азией несколько раз соединялась перемычками; последняя – существовала в плиоцене. К югу от Европы простирались внутренние моря Тетис и Паратетис, связывавшие Атлантику с Индийским океаном. Эта связь закрылась лишь в конце плиоцена, тогда же Северная Америка соединилась с Южной.

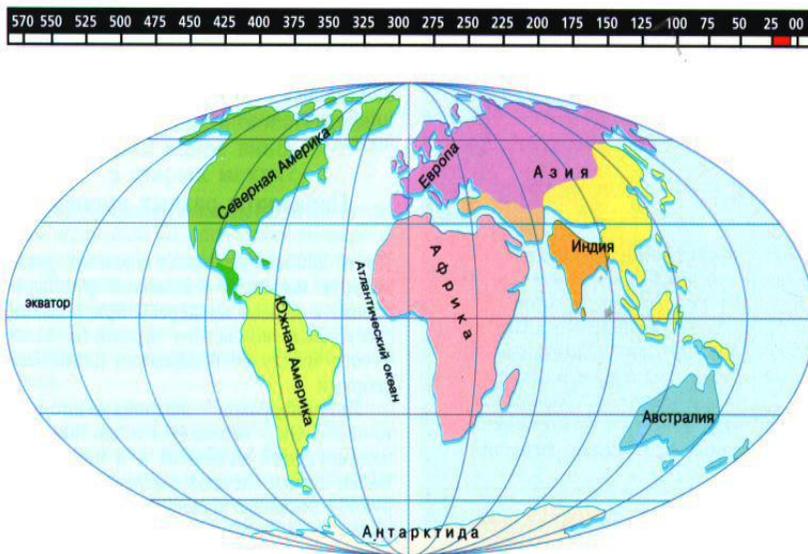


Рис. 5.10. Размещение континентов в неогеновый период.
<http://paleoworld.ucoz.ru/inde...>

В неогене было несколько центров развития фауны млекопитающих. Наиболее разнообразной была фауна в Евразии. В позднем миоцене произошёл обмен фаунами между Евразией и Северной Америкой. В неогене на суше господствуют плацентарные млекопитающие, известны медведи, кошки, гиены, носороги, олени, жирафы. Достигают расцвета человекообразные обезьяны. В плиоцене появляются австралопитеки.

В Северной и Южной Америке, Австралии развитие млекопитающих шло обособленно из-за отсутствия связи между континентами. В Северной Америке отсутствовали мастодонты, олени, обезьяны; хищники были представлены слабо, но более многочисленными были копытные. Лишь в плиоцене фауна, по возникшему перешейку, мигрировала из Северной Америки в Южную. В Южной Америке фауна млекопитающих была представлена неполнозубыми, копытными, вымершими в конце неогена, плосконосими обезьянами и сумчатыми. Австралия в неогене, как в палеогене, развивались низшие млекопитающие (сумчатые, однопроходные).

В морях неогена продолжают существовать те же животные, что и в палеогене (кроме нуммулитов). Состав морских беспозвоночных организмов становится близким современному.

Растительность неогена имела почти современный состав с сохранением отдельных видов палеогена. В умеренных поясах тропические и субтропические растения сменились листопадной флорой; возникли степи и лесостепи, покрытые травой; произошло дальнейшее продвижение листопадной флоры на юг. В миоцене появилась растительность тайги и тундр; север континентов покрылся хвойными лесами.

Распространение трав снабдило растительных млекопитающих, появившихся на Земле в миоцене и плиоцене, новым источником пищи. С появлением разнообразия травоядных животных, появилось и множество новых хищников.

Миоценовая эпоха (25–5 млн лет назад)

На протяжении миоцена материка еще находились в «движении» и при их столкновениях произошли катаклизмы. Африка «врезалась» в Европу и Азию, в результате чего возникли Альпы.

При столкновении Индии и Азии образовались Гималайские горы. В это же время сформировались Скалистые горы и Анды, поскольку и другие гигантские плиты продолжали смещаться и наползать друг на друга. Но Австралия и Южная Америка оставались изолированными, на них продолжала развиваться собственная фауна и флора. Ледниковый покров, начавший формироваться в олигоцене, в миоцене распространился на всю Антарктиду, что привело к большому охлаждению климата на Земле. С понижением температуры степи разрастались и заняли значительную часть Африки, Азии, Европы, а также Северной и Южной Америки.

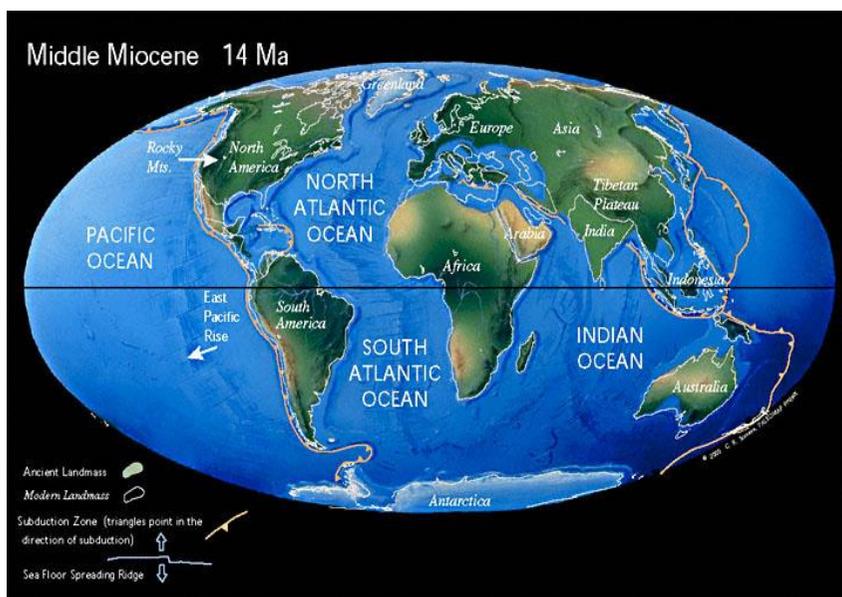


Рис. 5.11. Миоцен. 14 млн лет назад. <http://my-paleo-world.ucoz.com...>

В миоцене млекопитающие стали многочисленнее и разнообразнее, среди них возникло множество травоядных. *Произошел «взрыв» – появление новых видов травоядных – жвачных; возросла численность предков нынешних антилоп, буйволов, оленей, жирафов и овец.* «Жвачный» желудок является идеальным механизмом для переваривания травы.

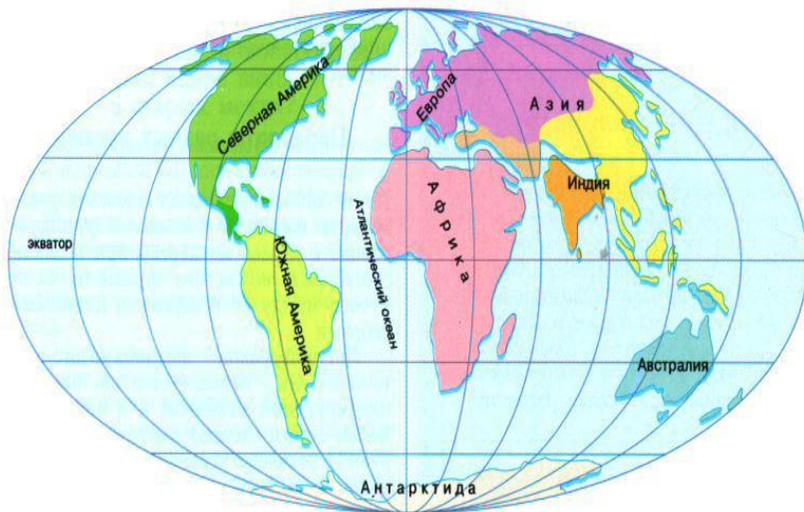


Рис. 5.12. Миоценовая эпоха. 900igr.net.

Плиоценовая эпоха (5–2 млн лет назад)

В начале плиоцена материка были почти на тех же местах, что и сейчас. Гигантские ледяные шапки находились на полюсах. Из-за льда климат Земли стал прохладней, на поверхности материков и океанов значительно похолодало. Большинство лесов, сохранившихся в миоцене, исчезло, уступив место необъятным степям.

В плиоцене трава по-прежнему была кормом для травоядных животных. Многие животные, питавшиеся листьями, вымерли, их место заняли жвачные. В Европе и Азии травянистые равнины давали приют огромному количеству буйволов, оленей, газелей и ранних разновидностей антилоп. Прерии Северной Америки населяли стада оленей, верблюдов, лошадей, мастодонтов и вилорогов, жирафов с короткими шеями. В плиоцене появились и первые гиппопотамы, возможно, от свинообразных предков.

Травоядные животные, для защиты от хищников, собираются в большие стада. Хорошим средством защиты для них является также их скорость бега. Хищники, чтобы не остаться голодными,

становились сильнее, быстрее и сообразительнее. В плиоцене жили самые разнообразные кошки, собаки и медведи, которые охотились на растительноядных животных. Крупные хищники следовали за большими стадами; более мелкие плотоядные (еноты и ласки), довольствовались более скромной добычей. Один из самых известных хищников позднего плиоцена – смилодон (саблезубый тигр), имевший в верхней челюсти клыки длиной до 18 см, которыми он пользовался как разделочным ножом. В плиоцене некоторые хищники стали охотиться стаями. Некоторые хищные динозавры в мелу, тоже уже добывали себе пищу стаями. Но для плиоценовых охотников совместные действия во время охоты были вопросом жизни и смерти. Одними из первых плотоядных, объединявшихся в охотничьи стаи, стали собаки и кошки. В холодных океанах плавали тюлени, питавшиеся рыбой.



Рис. 5.13. Smilodon populator. <http://dic.academic.ru/dic.nsf...>

В позднем миоцене и раннем плиоцене Южная Америка ещё была «заповедником» для неполнозубых млекопитающих – броненосцев, древесных ленивцев и муравьедов. Были среди них и крупные травоядные, например токсодон – предок носорога(?). К концу плиоцена между Северной и Южной Америкой образовался перешеек, восстановивший связь между животными материков. Началось переселение млекопитающих. Древесные ленивцы, муравьеды и токсодоны (аналоги бегемотов и носорогов) перебра-

лись в Центральную Америку. Опоссумы и броненосцы распространились на север. С севера в Южную Америку вторглись мыши, лошади и слоны. «Странные» животные Южной Америки, стали конкурировать с пришельцами с севера. Это, как и климатические изменения, привело многих из них к вымиранию.



Рис. 5.14. **Toxodon** <http://verh.info/forums/lofive...>



Рис. 5.15. evolution.powernet.ru/history/Life_...

Плейстоценовая эпоха (ледниковая эпоха – 2 млн лет назад – 10 тыс. лет назад).

В начале плейстоцена большинство материков занимало то же положение, что и сейчас, причем некоторым из них для этого потребовалось пересечь половину земного шара. Узкий сухопутный "мост" связывал между собой Северную и Южную Америку. Австралия располагалась на противоположной от Британии стороне Земли.

Плейстоцен – это время великих оледенений. Земля была в объятиях великого оледенения. На северное полушарие напозлали гигантские ледниковые покровы. В Северной Америке покровные ледники во время максимального оледенения занимали свыше 12,5 млн км², то есть более 50 % от материка. В Европе Скандинавский ледниковый покров распространялся на территории болнн 4 млн км². Он перекрывал Северное море и соединялся с таковым Британских о-вов. Ледники, формировавшиеся в Уральских горах, разрастались и выходили в предгорные районы. Возможно, при среднеплейстоценовом оледенении (0,126–0,781 млн лет назад) они соединялись со Скандинавским ледниковым покровом. Ледники занимали обширные площади в горных районах Сибири. В плейстоцене ледниковые покровы Гренландии и Антарктиды, вероятно, имели большую площадь и мощность (особенно, в Антарктиде), чем современные. Кроме этих крупных центров оледенения, существовало множество мелких местных очагов – в Пиренеях и Вогезах (горах на северо-востоке Франции), Апеннинах, горах Корсики и Патагонии (восточнее южных Анд).

Суровые ледниковые эпохи чередовались с относительно тёплыми межледниковьями. В плейстоцене поверхность Земли замерзала и вновь оттаивала, ~ 4 раз, чередовались ледниковые и межледниковые периоды. В течение оледенений льды распозлались от полюсов. На севере при потеплении, ледниковый фронт отступал в полярные области. Мы живем в эпоху очередного межледниковья, возможно, пятого за последний 1 млн лет. Во время последнего оледенения ледники занимали ~28 млн км² суши, ныне свободной ото льда. В то же время, уровень моря был ниже современного ~ на 150 м. Неизвестно, отчего происходят оледенения. Возможно, Земля в своем развитии проходит определенные циклы протяженностью в миллионы лет, как происходит смена времен года. Воз-

можно, это связано с положением Земли в пространстве или относительно Солнца. Но у полюсов периодически скапливаются громадные массы льда и снега. Они отражают тепловую энергию Солнца обратно в космос, на Земле становится холоднее, что приводит к большему образованию снега и льда, и большему охлаждению земной поверхности.

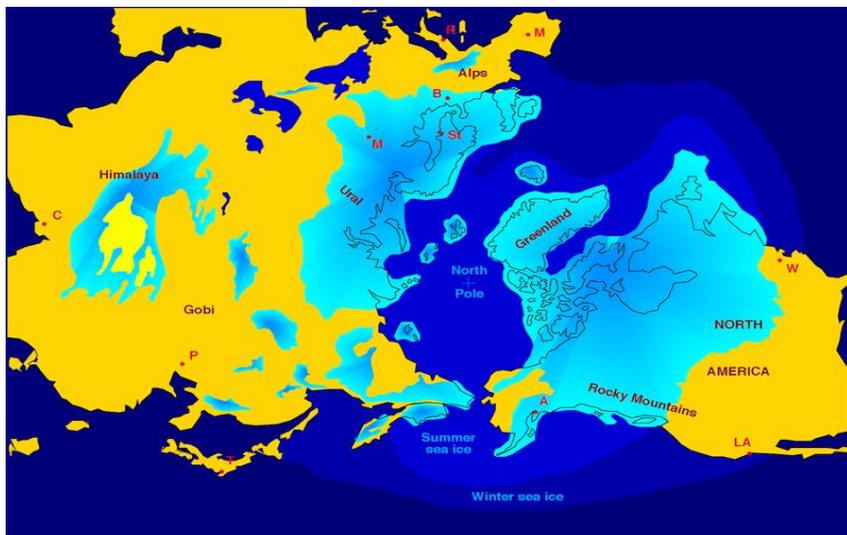


Рис. 5.16. Ледниковые покровы во время последнего оледенения (18 000 лет тому назад) в Северном полушарии Земли

Уровень Мирового океана упал на 120 м из-за расхода воды на ледники, толщиной до 3–4 км. Льды покрывали Альпы и Гималаи. Зимние льды в море простирались не столь далеко. File:Northern icesheet hg.png

Климат плейстоцена во время межледниковий идентичен современному, но животный мир отличается. По окончании плейстоцена вымерли многие представители тундростепи и южноамериканских памп – больших открытых равнин с травянистой растительностью, степей (из-за климатических перемен и охоты древних людей): в Южной Америке исчезли броненосец дедикурус, гигантская саблезубая кошка *Smilodon populator*, копытное макраухения, ленивец мегатерий; в Северной Америке исчезают птицы-тираны (фороракосы) – титанис Уоллера; десятки видов абори-

генных копытных – американских лошадей, верблюдов, степных пекари, оленей, вилорогих «антилоп» и быков. В тундростепях Евразии и, отчасти, Аляски и Канады, вымирают мамонты, шерстистые носороги, большерогие олени, пещерные медведи и пещерные львы. Кроме того, неандертальцы не выдержали конкуренции с кроманьонцами и вымерли (возможно, были истреблены ими).

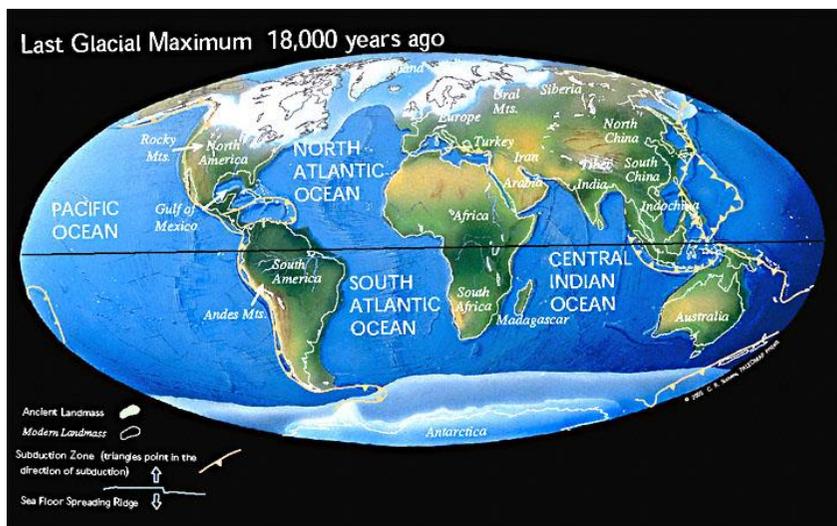


Рис. 5.17. Ледниковый период. 18 000 лет назад. <http://my-paleo-world.ucoz.com...>

Вблизи кромки ползущих ледников земля была безжизненной. Лишь лишайники, покрывали скалы. Даже в районах, не покрытых льдами, почва промерзала на метры, в глубину. На этих тундровых землях, дубовые и буковые леса, полностью исчезали. Их место заняли лишайники и некоторые травы. На смену дубовым и буковым лесам приходили хвойные леса. При потеплении, исчезали хладостойкие растения, на суше вновь распространялись дубовые и буковые леса. Появлялись также обширные луга с богатой растительностью и множеством цветковых растений.

При наступлении льдов многие животные погибали от холода. Другие мигрировали на юг, в более теплые области, чтобы вернуться в родные места при отступлении ледников. Некоторые млекопитающие приспособились к холодам, вырабатывая более густую шерсть, для теплоизоляции в морозы. В плейстоценовых пе-

риодах оледенения в Северном полушарии жили шерстистые носороги и мамонты, северные олени и косматые мускусные быки. Кстати, более крупные животные обитают в холодном климате, а их более мелкие родственники – в теплых районах земли. Так, самый крупный белый медведь, живущий в Арктике, весит до 650 кг, а малайский медведь из тропических лесов Юго-Восточной Азии весит ~ в 10 раз меньше белого, из-за их адаптации к соответствующему климату. В плейстоцене произошло вымирание многих крупных млекопитающих. Появился современный человек.

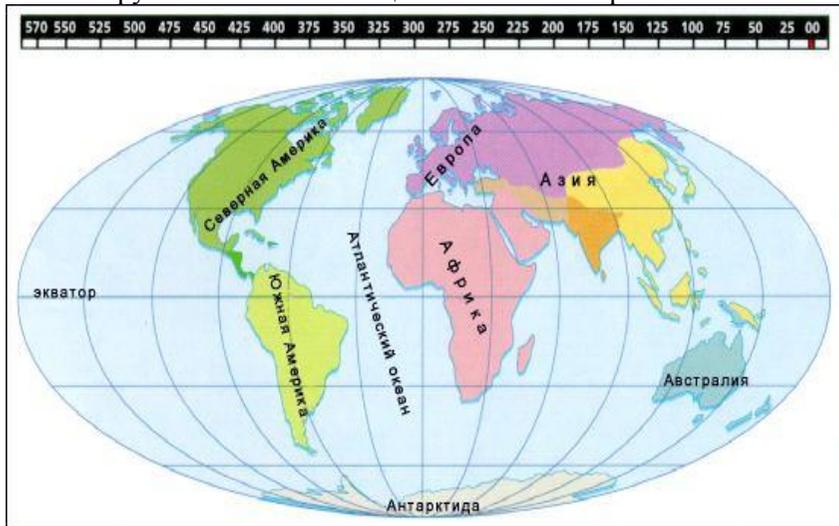


Рис. 5.18. Плейстоцен и голоцен. www.rusif.ru



Рис. 5.19. Фауна Южной Америки в плейстоцене – ленивец мегатерий и глиптодоны File:Pleistocene SA.jpg

Голоценовая эпоха

Голоцен (от 10 000 лет тому назад (12 000 лет тому назад) до наших дней – типичная межледниковая эпоха с относительно стабильным климатом. Климат потеплел, ледники отступили. В начале голоцена человек истребил большое количество видов животных. В середине голоцена происходит становление человеческой цивилизации и начало её технического развития. Изменений в составе фауны начала периода по сравнению с современностью почти нет. Вымерли мамонты (мегатерии). В последние сотни лет, человек истребил также и другие некоторые виды животных (дронты, эпиорнис, стеллерова корова). В 1940-е годы, ~70 лет назад, климат стал несколько теплее. Возможно, это вызвано промышленной деятельностью человека, вызвавшей глобальное потепление. За это время растаяли Североамериканский и Евразийский континентальные ледники, распался Арктический ледниковый покров, завершили существование многие горные ледниковые щиты, остались лишь сократившиеся щиты близ полярных шапок (Гренландия, Антарктида). С XX в. началось развитие генетики и геномной инженерии, что, возможно, позволит создать новые виды животных и растений, а также самому человеку – превратиться в более совершенный вид. Голоцен продолжается и сейчас.

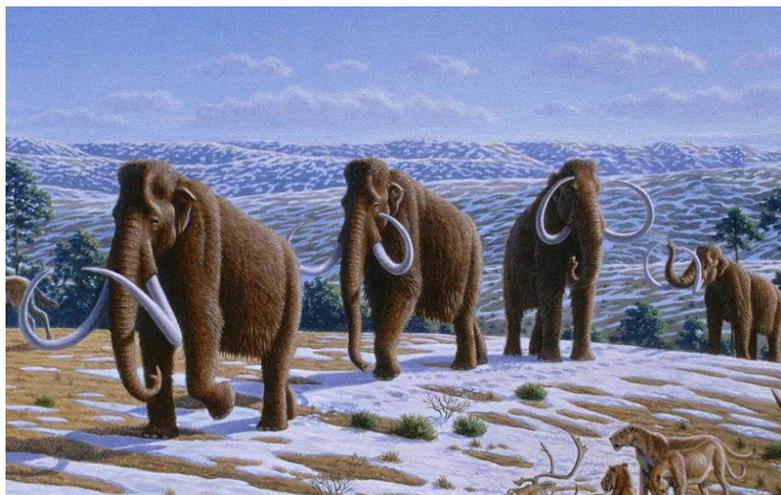


Рис. 5.20. Мамонты. <http://however-see.livejournal...>

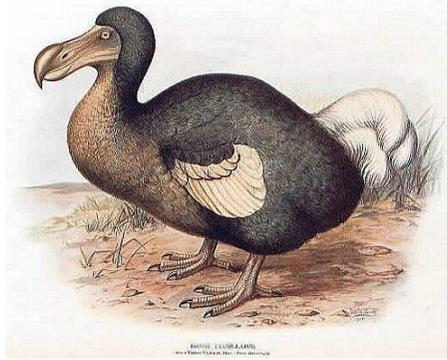


Рис. 5.21. Дронк. <http://www.dinos.ru/sci/200707...>

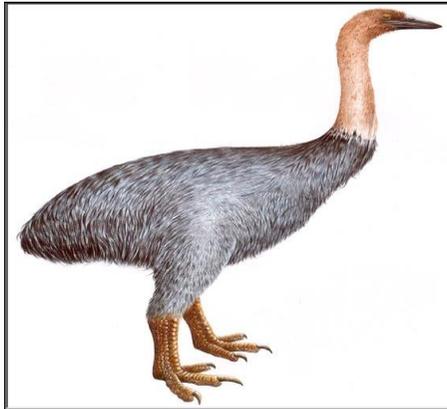


Рис. 5.22. Эпиорнис. Чёрная книга.pps. <http://900igr.net/kartinki/o-z...>



Рис. 5.23. Стеллерова корова – млекопитающее.
<http://personal.klavdievna.ru/...>

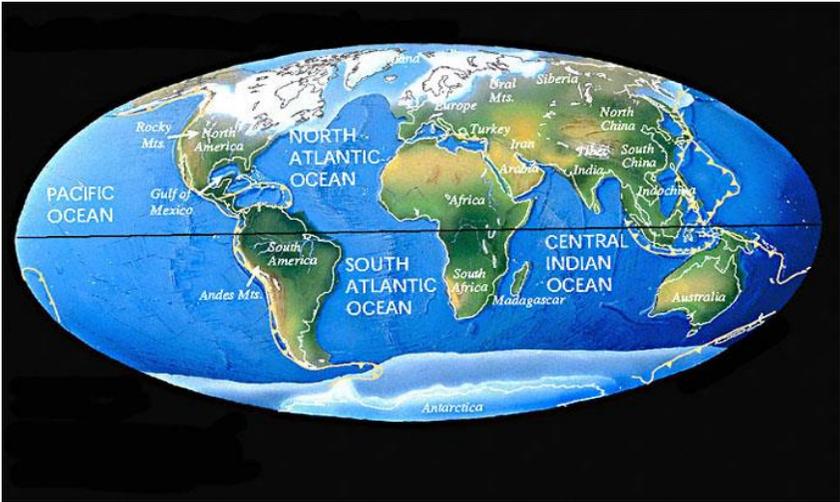


Рис. 5.24. Голоцен. <http://www.todomardejajo.com.ar/mardeajofosil/review.htm>

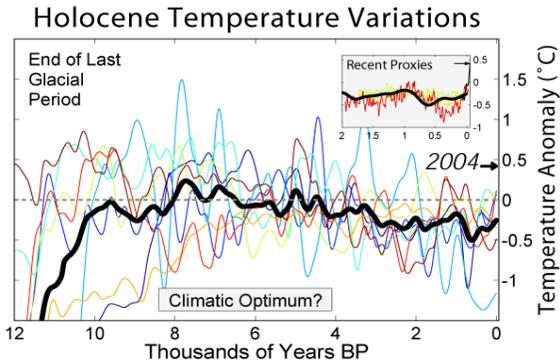


Рис. 5.25. The Holocene temperatures peaked around 8,000...
[http://ossfoundation.us/about/...](http://ossfoundation.us/about/)

Выводы:

1. После эоцен-олигоценевого вымирания ярко выраженных катастроф в развитии биоты на Земле не было зафиксировано.
2. Однако на протяжении неогенового и четвертичного периодов происходили многочисленные катаклизмы общепланетарного масштаба, которые влияли на развитие Жизни.
3. Наверное, можно с уверенностью говорить, что эволюция не исключает катастроф. Но после них Жизнь (часто уже другая) начинает саморазвиваться, возрождаясь, как «феникс из пепла».

Глава 6.

ТРАНСФИНИТНОСТЬ РАЗВИТИЯ

Звёзды рождаются, живут и умирают.

И. Шкловский

6.1. Самоорганизация

Любая устойчивая структура, то есть какой-то существующий порядок, организованность, не являются вечными. Устойчивость любой системы может быть нарушена и для этого достаточно возникновения подходящих возмущений.

Крупнейший учёный в области термодинамики и статистической физики, Нобелевский лауреат Илья Пригожин связывает процедуру самоорганизации с триадой: *устойчивость, бифуркация и катастрофа* [28].

Первым шагом, ведущим к возникновению новых образований, является появление так называемых диссипативных структур – структур с нарушенной симметрией (диссипация – рассеяние). Такие структуры могут иметь как биологическую, так и физическую природу, но, как замечает П. Эткинс, «все они возникают из хаоса – «праха» и вновь обращаются в «прах» [45].

И. Пригожин выделяет в диссипативных структурах три взаимосвязанных аспекта: *функцию*, управляющую их жизнью, саму пространственно-временную *структуру*, то есть некий пространственно-временной порядок, возникающий из-за неустойчивости, и *флуктуации*, «запускающие» неустойчивости. Между этими аспектами И. Пригожин видит определённое взаимодействие:

функция ↔ структура

⇓⇑ ⇓⇑

флуктуации,

в котором обнаруживается неожиданное явление – *возникновение порядка через флуктуации*.

Это свидетельствует о том, что сущность вещей строится на компромиссах. *Флуктуации* – это *колебания*. Они как бы раскачивают систему изнутри. Но если они ритмичны, если их амплитуда не опасна для системы, они её не разрушают, а, наоборот,

укрепляют, потому что всякое внешнее возмущение должно будет преодолеть кинетическую энергию этих колебаний. Появляется как бы *устойчивость неустойчивости*. На наш взгляд, это есть проявление *кризисного состояния – компромисс между устойчивостью и неустойчивостью*. Наверное, всякую диссипативную структуру можно назвать кризисной.

Диссипативная структура ≡ кризисная структура.

Эти структуры весьма чувствительны к размерам и форме систем, граничным условиям на их контуре и т.п. Влияние внешних условий на их поведение может быть довольно сильным.

Теперь, понимая, что такое диссипативная структура, полезно рассмотреть пример экологической системы известный в литературе как задача «хищники – жертвы» или «лисы – кролики». По существу, это игра, в которой много условностей, но которая вполне точно иллюстрирует суть дела. Условия этой игры таковы:

1. Запас травы неисчерпаем и её количество в процессе поедания кроликами не меняется.

2. Кролики, поедая траву, увеличивают своё поголовье (популяцию).

3. Лисы поедают кроликов и их популяция также растёт.

4. Лисы, помимо естественной гибели, подвергаются ещё и частичному истреблению как промысловый пушной зверь.

Формально всё это можно записать следующим образом:

Кролики + трава \Rightarrow больше кроликов

Лисы + кролики \Rightarrow больше лис

Лисы \Rightarrow меха

Трава может рассматриваться как аналог тепла, подводимого к системе. Процессы «*кролики + трава*» и «*лисы + кролики*» протекают спонтанно, то есть сами по себе и по меткому выражению П. Эткинса, из книги которого мы взяли этот пример (см. выше)

кролики создаются из травы и лисы из кроликов,

также как мех создаётся из лис.

Система «лисы–кролики» работает в так называемом *автокаталитическом режиме*. Это означает, что определяющие систему процессы при отсутствии ограничений приведут к *катастрофическим* результатам. Каждый процесс в отдельности, как бы повторяя сам себя, создает лавинообразный рост популяций. приме-

ры таких «лавин» хорошо известны: появление полчищ саранчи, проблема кроликов в Австралии.

Однако взаимосвязь таких процессов в системе создает колебательный эффект, определяющий устойчивую периодичность:

флуктуации порождают устойчивость,

хотя сами флуктуации есть ничто иное как **неустойчивость**.

Модель системы «лисы – кролики» или «хищники – жертвы» в научной литературе связана с именами Лотки и Вольтерра (И. Пригожин. См. выше.) и имеет соответствующие уравнения и компьютерные решения. Мы не будем останавливаться на этих вопросах. Интересующийся читатель может самостоятельно с ними познакомиться, в частности, в уже названных работах И. Пригожина и П. Эткинса.

Обратим внимание лишь на графическое оформление этой модели (рис. 6.1). Каждая начальная точка (те или иные начальные данные) определяют только одну траекторию развития (одну замкнутую кривую). Точка в центре олицетворяет абсолютную устойчивость системы. Вся система как бы вращается вокруг этого стационарного состояния – флуктуирует по замкнутым кривым (стрелки на рис. 6.1 показывают направление флуктуаций).

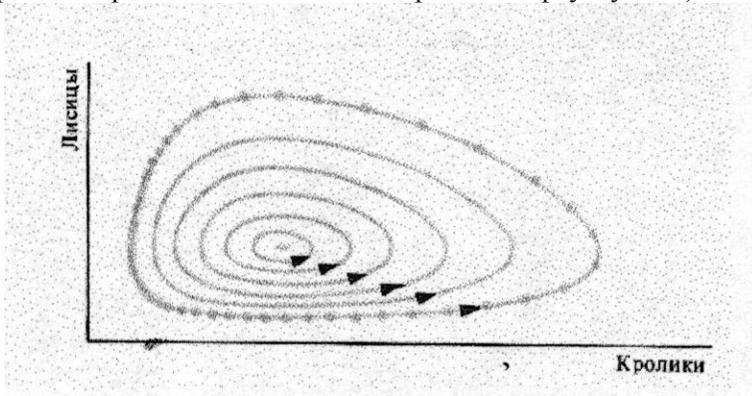


Рис. 6.1. Графическая иллюстрация системы «лисы–кролики» (из книги П. Эткинса. См. выше)

Смысл флуктуаций довольно прост:

1. За счёт травы увеличивается количество кроликов и происходит это быстро, поскольку число лис ещё невелико и рост их популяции отстает от темпа воспроизводства жертв.

2. Постепенно избыток пищи приводит к быстрому увеличению числа хищников и их активная жизнь резко снижает рост популяции кроликов.

3. Созданный на первой стадии запас пищи (кроликов) позволяет хищникам ещё какое-то время увеличивать свою популяцию.

4. Но по мере съедания этих «запасов» падает и способность лис к активному воспроизводству.

5. Далее процесс повторяется точно по той же кривой, если в системе и на её границах не произошло никаких принципиальных изменений.

6. Рабочая кривая жизнедеятельности системы, её реальный цикл, определяется начальными условиями (количеством кроликов, лис, заданным темпом их рождаемости и смерти, прожорливостью лис и т.д.)

В этой модели трава является аналогом энергии (тепла), подаваемой в систему извне, мех лисиц – аналогом отбора тепла (он выводится из системы). Вспомните принцип работы тепловых машин, второй закон термодинамики и четвертый закон экологии: нагреватель – холодильник, всё тепло нельзя превратить в работу, за всё надо платить.

Ведь это один и тот же принцип, но проявляющийся в разных формах. Также обстоит дело и с понятием диссипативной структуры. Она не обязательно связана с конвекцией вещества, то есть нет необходимости всегда искать физические подобия ячеек Бинара. Речь идёт об упорядоченности элементов системы, о её устойчивости как **целого** – устойчивости построенной из неустойчивых, флуктуирующих параметров.

Однако для нашего с вами разговора не только это обстоятельство является важным. Важен ещё один момент: помимо неустойчивости в виде флуктуаций в системе

***спрятаны потенциальные возможности катастроф
в виде автокаталитических процессов,
формирующих систему.***

В нашем примере достаточно изъять из системы лис (хищников) и кролики уподобятся тучам саранчи, реальная трава будет съедена, и кролики исчезнут. Вызвать катастрофу можно и другими способами, скажем, запашкой всех лугов и пастбищ и т.д. Но

мы изначально не обсуждаем «другие» возможности. Мы хотим нацелить читателя на видение *присутствия катастроф внутри благополучной устойчивой системы.*

**Катастрофы всюдны –
это свойство диссипативных систем**

Для саморазвития системы необходимым условием является не только её переход в диссипативную структуру, но и появление бифуркаций. Термин бифуркация пришел в большую науку из медицины, где он обозначал явление разделения трубчатого органа (например, бронха или сосуда) на две ветви одинакового калибра. Этот термин давно используется и в гидрографии, обозначая разделение реки и её долины на две ветви, которые уже не сливаются и впадают в разные бассейны. Обычно это связано с так называемым перехватом, когда одно из новых русел впадает в другую реку.

В современной науке этот термин используется в более широком смысле: он означает появление нового решения уравнений при некотором критическом значении параметра (рис. 6.2).

Когда на флуктуации накладываются условия бифуркаций, неизбежен **выбор** ветви дальнейшего существования системы. Флуктуации «выбирают» эту ветвь и тем самым **перводят систему** в другое качество. Поскольку этот выбор теоретически мгновенен, реализацию бифуркации можно отнести к разряду **катастроф**.

В природе все так или иначе самоорганизуется: живое и неживое, информация и духовный мир. Когда-то В.И. Вернадский очень точно заметил, что вода всюдна. Думаю, что это свойство присуще и явлению самоорганизации.

**Самоорганизация всюдна,
Она неотъемлемая часть мира.**



Рис. 6.2. Иллюстрация понятия бифуркация.

A и A' – точки первичных бифуркаций; B и B' – точки вторичных бифуркаций

Выводы:

1. Элементами самоорганизации мира являются кризисы и катастрофы.
2. Они входят в структуру бытия.

6.2. Трансфинита

Эволюция полностью детерминирована. Однако, детерминизм эволюции имеет ограничение сверху. Одна причина не может породить бесконечное множество следствий в варианте неограниченной цепочки: причина 1 \Rightarrow следствие 1 (причина 2) \Rightarrow следствие 2 (причина 3) \Rightarrow ... \Rightarrow следствие n (причина (n+1)) \Rightarrow ... \Rightarrow ∞ .

Иными словами, нельзя опираться на чистый логицизм. Нельзя из одной причины получить по цепочке бесконечно долгосрочный прогноз, *нельзя вычислить всё знание о мире*.

Для описания механизма эволюции И. Пригожин использует уравнение

$$dX/dt = K X (N - X) - DX, \quad (6.1),$$

в котором X можно рассматривать как информацию; K – как её производство; D – как потерю информации; N – как способность среды (или пространства) поддерживать производство информации [28].

В качестве примера он рассматривает некую популяцию. Для неё решение уравнения (6.1) он даёт в виде так называемой логистической кривой (рис. 6.3).

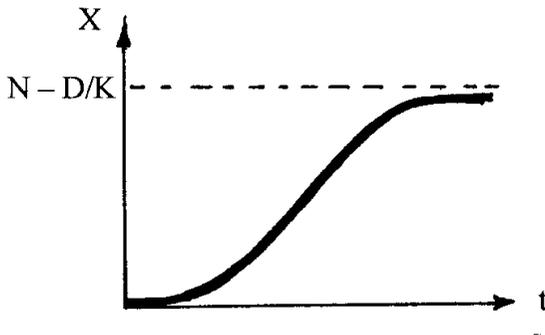


Рис. 6.3. Кривая роста популяции
(при $X = N - D/K$ прирост в популяции прекращается, $dX/dt = 0$)

Она имеет верхнюю асимптоту $X = N - D/K$, то есть границу, за пределы которой данная популяция не эволюционирует. Это ограничение для популяции связывается с ресурсными возможностями среды, с ситуацией, когда эти ресурсы исчерпаны. В реальных природных системах в этих условиях появляются возможности экологических флуктуаций, приводящих к появлению новых видов, а значит и новых популяций. Для такого механизма эволюции на основе уравнения (6.1) И. Пригожин строит экологические ниши. Новые виды X_2 , X_3 и т. д. вытесняют старые предшествующие им популяции, когда в уравнении (6.1) возникают условия:

$$N_2 - D_2/K_2 > N_1 - D_1/K_1$$

$$N_3 - D_3/K_3 > N_2 - D_2/K_2 \text{ и т.д.}$$

Индексы 1, 2, 3... указывают смену видов (рис. 6.4). На наш взгляд, и уравнение (6.1), и рис. 6.4 можно использовать гораздо шире. Например, в нефтедобывающей отрасли. Скважина даёт нефти X_1 и, конечно, всегда хотя бы немного, но и воду – X_2 . Со временем (t), в силу двухфазной фильтрации и истощения пласта нефтью, скважина даёт все меньше нефти и всё больше воды. В пласте происходит смена «популяций». Отличие от рис. 6.4 здесь состоит в том, что фаза X_2 присутствует всегда, с самого начала, а не появляется вдруг через время dt .

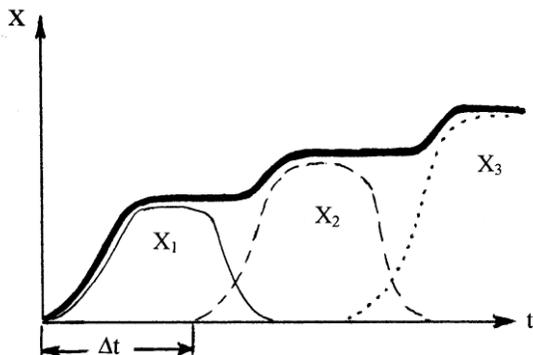


Рис. 6.4. Формирование экологических ниш с популяциями X_1 , X_2 , X_3

Но и в случае со сменой биологических популяций (настоящих), новые виды тоже не появляются ниоткуда. Они либо мигрируют со стороны, либо возникают при мутациях каких-то индивидов

дов внутри прежнего вида. Чаще же всего эти новые популяции являются псевдоновыми, так как они входили в некие сообщества и просто были подавлены господствующей популяцией.

От этих нюансов можно освободиться, если детерминистическую суть эволюции интерпретировать в ином виде, с учетом **фундаментальных ограничений на причинность**.

Таким ограничением, в первую очередь, является известная теорема Курта Гёделя о неполноте. В интерпретации Ю. Манина её смысл обнажается, пожалуй, в наиболее простом виде [22]:

для постижения полной истины необходима трансфинитная серия творческих актов (актов веры), истинность которых мы не доказываем, но угадываем.

Акты веры – это постулаты, то есть начальная аксиоматика, то что принимается за очевидную истину. Теорема говорит о том, что каждый такой акт конечен, то есть с его помощью можно вывести лишь ограниченное знание. Но число таких конечных, завершаемых актов может быть бесконечным. В обыденной жизни эта истина связывалась со сменой лошадей при дальней дороге: чтобы уехать далеко-далеко, необходимо старых усталых лошадей менять на новых.

Математическое и графическое оформление этой теоремы, вообще говоря, может быть разным. Но, пожалуй, лучше всего её суть отражает система логистических кривых, названная мною **трансфинитой** [21, 22, 23]. Логистическая функция при этом записывается в таком виде:

$$i = i_{\max} - i_{\min} / (1 + \exp^{a \pm b}) + i_{\min}, \quad (6.2)$$

где a и b – постоянные; i_{\min} и i_{\max} – асимптоты; i – информация (см. рис. 6.2). Знаки «+» и «-» перед параметром b меняют направление кривой. При знаке минус она поднимается слева направо. При знаке плюс – подъём встречный (справа налево).

Асимптоты информации можно интерпретировать как уровни памяти, управляющие *детерминистическим характером приращения информации, что само по себе и представляет процедуру эволюции в рамках гёделевских ограничений на неполноту*.

Асимптоты i_{\min} уходят бесконечно далеко как в будущее (направо), так и в прошлое (налево). Все они, кроме асимптоты

i_{0min} , характеризуются положительными числами на оси ординат и представляют собой информацию, наработанную в процессе эволюции на основе некоего начального для них (предшествующего им) знания. Но и самый первый начальный уровень i_{0min} , отождествляемый на нашем рисунке с $i = 0$, не означает, что в области X_0 генерирование информации происходило от нуля, то есть из ничего. Ведь логистическая кривая никогда нулевую асимптоту $i_{0min} = 0$ не пересекает. Её ординаты i всегда больше нуля. Поэтому **корневое первоначальное знание** было положительным.

Вначале было слово (знание). Теоретически это **слово** уходит в запредельную даль прошлого, теряется в веках. А вот следующие за ним **акты веры** присутствуют на оси информации и соответствуют какой-то координате i эволюционной кривой: вначале в области X_0 , затем – X_1 и т.д. Но какая это будет координата конкретно в каждом реальном случае, угадать нельзя, хотя предположить можно (рис. 6.5).

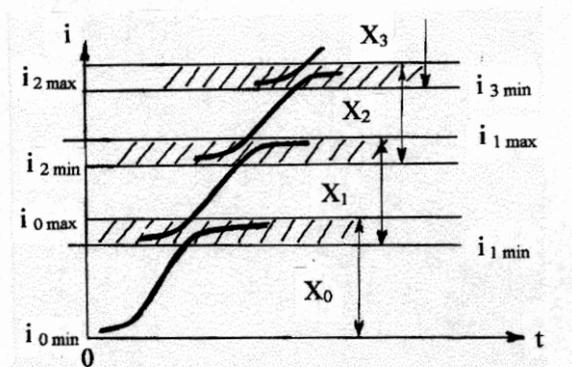


Рис. 6.5. Трансфинита эволюции. Заштрихованные полосы – это области «забывания», переход с одной памяти на другую (например, от i_{0min} на i_{1min})

Логистическая кривая в своей средней части имеет точку перегиба, после которой градиент прироста информации di/dt уже не увеличивается, а уменьшается (рис. 6.6).

Заштрихованное на рис. 6.6 поле – это область возможного появления новой аксиоматики. Она легко объяснима. После точки перегиба $B(i_x, t_x)$ наиболее чуткие индивидуумы начинают улавливать ситуацию спада эволюции и реагируют на нее. Они ищут

новую опору жизни, новую её аксиматику. В науке это поиски парадигмы (парадигма – система постулатов, господствующее мировоззрение), в религии – поиски новых догматов веры (по существу, тоже парадигм), *в животном и растительном мире – это мутации или миграционные процессы*, в неживой материи – структурные перестройки, в общественной жизни – поиски новых социальных форм и т.д.

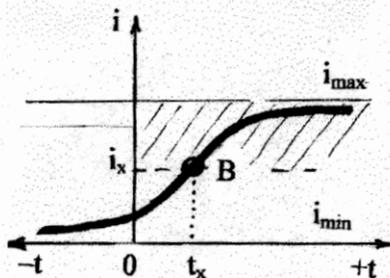


Рис. 6.6. Фрагмент трансфиниты. t_x – время; X – момент, после которого может появиться новый *акт веры* (новый уровень памяти)

Таким образом, после точки В на оси информации начинает формироваться новая аксиоматика, **новая правда жизни**. Вначале она доступна лишь для избранных. Но развитие принципа:

этого не может быть \Rightarrow *в этом что-то есть* \Rightarrow *это очевидно* приводит к новым, но уже общепринятым нормам. Это и есть **новая память**, потому что она определяет детерминизм следующего витка эволюции (следующей логистической кривой).

Асимптота, отвечающая новому уровню памяти, будет находиться где-то между координатой i_x и i_{max} (рис. 6.6). Трудно сказать, как новая логистическая ветвь расположится по отношению к предшествующей ветви. Она может проходить и выше и ниже, может, в частном случае, даже войти в касание с ней (рис. 6.7). Но ясно одно: градиенты на новой кривой будут расти, а на старой уменьшаться.

$$(di/dt)_0 < (di/dt)_1 < (di/dt)_2 \text{ и т.д.}$$

Появление новой логистической кривой будет влиять на коэффициенты a и b в уравнении старой логистической функции.

Начнётся дополнительное «торможение» в росте её градиентов di/dt и, наконец, после ситуации $di/dt \approx 0$, старая логистическая функция сменит знак минус перед коэффициентом b на знак плюс и старая кривая «поползет» вниз. Начнёт формироваться ниша X_0 .

Затем то же самое произойдёт с новой функцией: она «постареет» и сформирует свою нишу X_1 и т.д. и т.д. Эти кривые, опирающиеся на нижние асимптоты i_{\min} , есть ничто иное, как **эволюционные циклы жизни**.

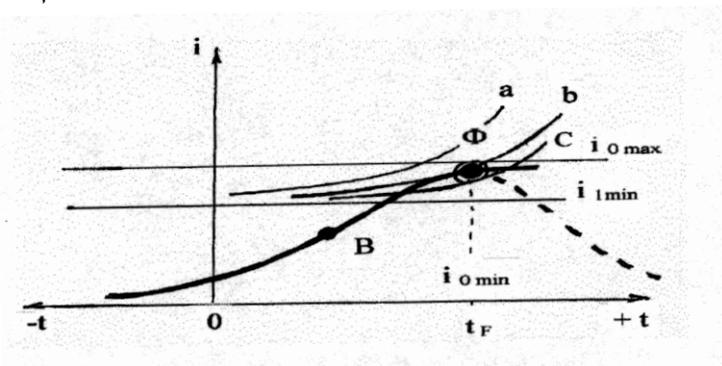


Рис. 6.7. Возможное соотношение старой и новой ветвей логистических кривых.

a, b, c — варианты начала развития новой кривой от асимптоты $i_{1 \min}$.

B — середина старой кривой (на графике — начальной, по $i_{0 \min}, i_{0 \max}$).

Φ — точка с такой координатой t_{Φ} , от которой далее градиенты информации di/dt на новой кривой превышают градиенты на предшествующей.

Пунктирная линия отражает смену знака у постоянной b [см. (6.1)] и формирование информационной ниши

Асимптотический характер их базы говорит о том, что

жизнь потенциально вечна.

Жизнь не умирает.

Жизнь сохраняется как память,

как информация в эволюционном банке данных.

Будет ли она когда-нибудь и кем-нибудь востребована? Бог её знает. Возможно. Иначе зачем бы ей храниться?

Исследование эволюции имеет давнюю историю. И всё, что известно в этой области знаний говорит о том, что темп эволюции во времени растёт. Это значит, что в нашей трансфинитной её интерпретации каждая последующая логистическая функция будет круче предыдущей, а точка смены знака и направления (точка Φ)

будет смещаться влево. При этом основная часть амплитуды цикла жизни будет с каждым циклом сужаться, а разница асимптот ($i_{\max} - i_{\min}$) станет уменьшаться. Короче говоря, смена аксиоматик будет происходить всё быстрее и быстрее и чтобы обеспечить новизну актов веры окажется достаточным незначительный прирост информации. Наверное, потому, что сама величина информации (новой Жизни) станет огромной. Эту тенденцию мы условно показали на рис. 6.8.

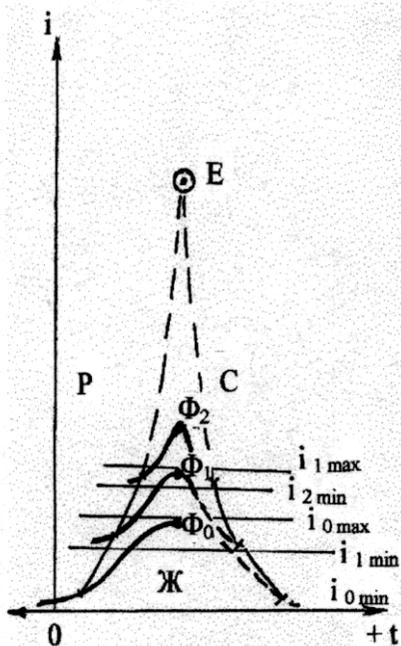


Рис. 6.8. Иллюстрация представлений об эволюционной структуре Мира.
 E – вершина эволюции. P – поле преджизни (устойчивости до рождения)/
 $Ж$ – поле жизни (изменчивости). C – поле смерти (устойчивости после жизни)

На нем гипотетическая точка E названа нами *вершиной эволюции*. Особенность её состоит в том, что в ней
*неразличимы устойчивость и изменчивость,
 преджизнь, жизнь и послезизнь.
 Порядок и хаос тождественны.*

Временной интервал жизни становится бесконечно малым, но! ... бесконечно малым *в сегодняшнем масштабе времени, в сегодняшнем масштабе информации*, которые мы рассматриваем как константы. Таким образом, мы попадаем в *мир иллюзий*. *Либо эволюция как рост информации во времени реальна, либо она явление кажущееся.*

Если эволюция реальна, то есть с приростом информации происходит действительная смена событий – наблюдается усложнение Мира, то свойства точки **E** следует как-то объяснить. Может быть точка **E** эквивалентна понятию точки **ОМЕГА** у П. Шардена [42].

Точка **E** и парадокс *хаос ≡ порядок*, связанный с ней, исчезает, если считать, что *эволюция это форма выражения нашего незнания (корневая безграмотность). Не жизнь меняется, а меняются шкалы информации и времени – они растягиваются.*

Читатель может спросить: ну и что? Какая разница, что меняется? Но ведь меняется и этого достаточно. Мы разделяем эту позицию. Просто во втором случае будут *эволюционировать шкалы координат*, а не события.

Мы привели этот маленький фарс с единственной целью: ещё раз показать, что

человек не совершенней Бога.

И в этом все дело.

Прекрасной иллюстрацией взаимоотношений человека с окружающим миром могут служить рассуждения В. Клиффорда [1979] о здравом смысле точных наук. В. Клиффорд даёт рисунки трубок, в которые помещён двигающийся червяк. Одна из трубок изогнута в окружность, то есть имеет постоянную кривизну, другая – в эллипс, кривизна которого, как известно, меняется четыре раза. Далее он рассуждает следующим образом: если червь не знает точки отсчёта, то пространство его движения в первой трубке он воспринимает как однородное, прямолинейное и бесконечное. Ведь он не знает, что он искривлён трубкой, не знает, что живёт в трубке. В случае же с эллипсом пространство по-прежнему будет восприниматься им как бесконечное, а изменения его кривизны червь может воспринимать либо как изгибы пространства, либо как изменение физического состояния, вызванное неоднородно-

стью пространства, либо как изменение ощущений. Иными словами, *не имея возможности посмотреть на себя со стороны*, червь воспринимает лишь относительный мир, то есть *лишь постулирует свои представления о нём*, опираясь на собственные ощущения, на свой опыт, то есть *на память*.

Выводы:

1. По отношению к эволюции память Природы выполняет две функции:

- обеспечивает детерминизм развития;
- ограничивает развитие, стремясь пустить его по кругу.

2. Память – механизм компромисса в эволюционном процессе. Она механизм неполноты Мира.

Глава 7.

ТРАНСФИНИТНОСТЬ ВРЕМЕНИ

Мы смотрим на время вдоль, а Бог видит его поперёк.
Мартин Лютер, по П. А. Флоренскому, 1993

7.1. Внешнее время

Представления о времени, сложившиеся к началу XVII в., чётко сформулировал Исаак Ньютон в своих знаменитых «Началах» [Исаак Ньютон, 1989]. Вслед за Аристотелем он верил в абсолютное время, независимое от пространства и полностью от него отделённое, понимая под ним чистое дление:

- *Абсолютное, истинное, математическое время само по себе и самой своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно и иначе называется длительно-стью.*

Обсуждая возможности определения понятия времени, Роберт Фейнман предложил такую формулировку:

- *время – это то, что меняется, когда больше ничего не изменяется,*

но тут же заметил, что в этом определении мало смысла и, возможно, проще и правильнее принять, что понятие «время» определить невозможно [34].

В начале XX в. появилась специальная теория относительности (СТО) Альберта Эйнштейна. Эта теория впервые ввела в физику наблюдателя. В ней идеи событийности были формализованы в виде математических конструкций [33], а координата времени представлялась как ось, так называемых световых конусов абсолютного прошлого и абсолютного будущего, сочленённых общей точкой (вершиной) настоящего (рис. 7.1).

Все события будущего для нас могут находиться только внутри конуса верхнего, а события прошлого – только внутри конуса нижнего. Их общая вершина рассматривается как событие настоящего, которое для нижнего конуса является следствием каких-то событий уже состоявшихся в прошлом, а для верхнего конуса – как причина каких-то событий будущих. Область вне конусов

времени называется внешней, и события находящиеся в ней не могут влиять на событие настоящего (общую вершину). Позже А. Эйнштейном была разработана общая теория относительности (ОТО), построенная на принципе эквивалентности. В соответствие с ней тела всегда перемещаются в четырёхмерном пространстве по прямым, которые в нашем трёхмерном мире воспринимаются как искривлённые траектории (рис. 7.2).

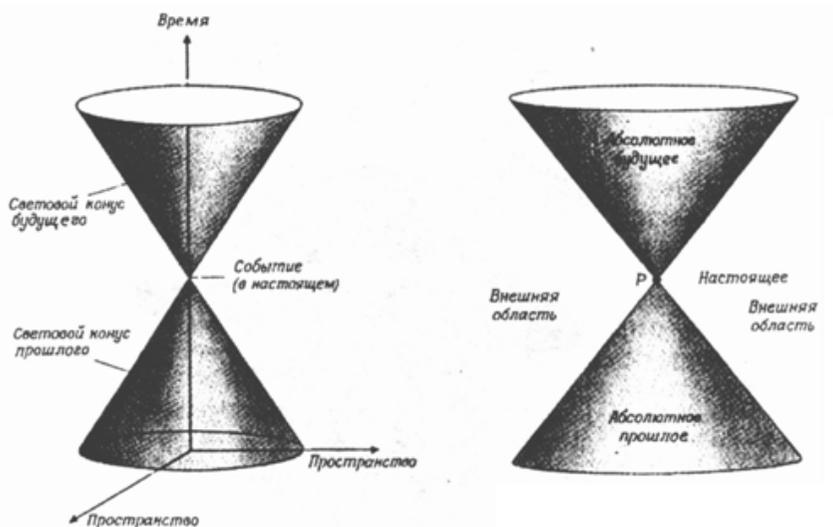


Рис. 7.1. Световые конусы прошлого и будущего [41]

ОТО привела к известным моделям Александра Фридмана о нестационарной Вселенной. Далее последовали результаты Эдвина Хаббла о разбегании галактик и развитие идеи Георгия Гамова о Большом взрыве и последующем расширении Вселенной из некоей начальной точки, называемой сингулярностью. У Вселенной появилось *начало и возможный конец* [41].

Началом отсчёта времени, естественным образом, становился момент **Большого взрыва**, события до которого современная математика смоделировать не может. Концом же такого временного отрезка в соответствии с первой моделью А. Фридмана, предположительно следует считать **Большой хлопок** – результат свёртывания Вселенной в новую сингулярность [9, 41].

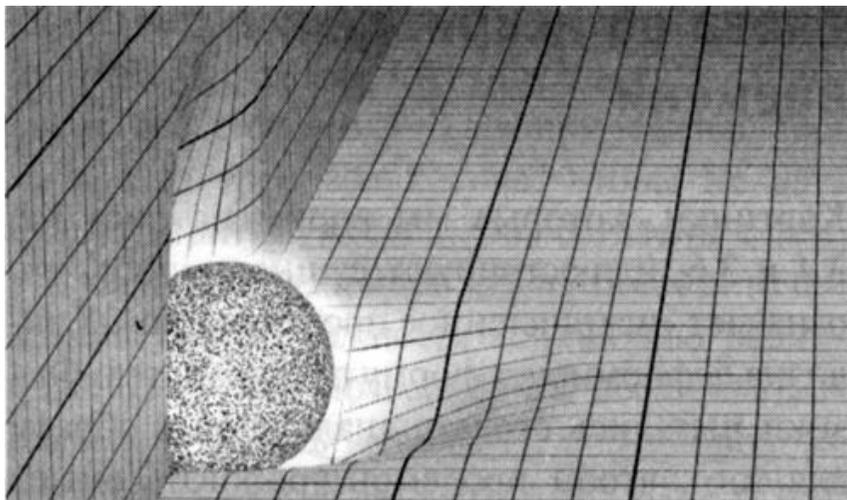


Рис. 7.2. Пример искривлённого трёхмерного пространства, окружающего Солнце [9]

Таким образом, *понимание времени* стали увязывать с устройством Вселенной, её состоянием и моделями развития. Таких моделей оказалось много, все они строились как математические конструкции, качество которых определялось исходными постулатами, концептуальными представлениями авторов, всякого рода допущениями и приблизительными решениями. Их авторы, как правило, меняли свои подходы, пробовали новые и новые варианты, часто исключаящие друг друга. До сих пор такое моделирование продолжается, конца ему не видно, да, наверное, и быть не может. Здесь уместно привести цитату из книги Стивена Хокинга [41, с. 197]:

...научная теория есть просто математическая модель, построенная нами для описания результатов наблюдений: она существует только в нашей голове.

Остановимся на том, что общепринятая точка зрения сводится к тому, что Вселенная имела начало в виде сингулярности, и это было началом *пространства и времени*. Такой взгляд на проблему происхождения Вселенной сегодня имеет наилучшие теоретические и экспериментальные подтверждения.

7.2. Стрела времени

В 1981 г. в Ватикане прошла конференция по космогонии, в которой участвовали крупнейшие физики века. После её завершения все участники были приглашены на аудиенцию Папы, на которой им было заявлено, что *Большой взрыв признаётся церковью как акт Сотворения*. И всё, что было после него можно и следует изучать. Но вот в сам Большой взрыв вторгаться не следует, потому что это был Божественный промысел.

Заметим сразу, что современная наука *и не знает*, как это можно было бы сделать. С Большого взрыва начинается отсчёт времени. Им же и определяется его направленность, называемая обычно *стрелой времени*, позволяющей отличить прошлое от будущего.

При этом обычно говорят, как правило, о трёх стрелах: *термодинамической, психологической и космологической*.

Термодинамическая стрела указывает направление времени в сторону увеличения энтропии Больцмана, то есть в направлении самопроизвольного роста беспорядка в изолированных системах. Если считать, что в сингулярности существовал какой-то порядок, а при расширении Вселенной возрастает хаос, то тут сомневаться вроде бы не приходится. Конечно, физики понимают, что после Большого взрыва с какого-то момента начали образовываться звёзды, галактики, сверхсистема галактик, планеты, их спутники и т.д. Теперь установлено, что галактики могут сливаться, звёзды рождаются, живут и умирают. Всё это акты организации материи и возникновение порядка из хаоса. Однако считается, что всё это локальные упорядоченности, а в целом общая энтропия Вселенной растёт и значит стрела времени направлена в будущее, которого мы не знаем и, пожалуй, знать не будем.

Психологическая стрела определяет направление стрелы времени в наших собственных ощущениях прошлого и будущего. На мой взгляд, это довольно зыбкое понятие. Конечно, мы отличаем вчера от сегодня и сегодня от завтра, помним, что-то из прошлого нашей жизни. Но это всё. Остальное – это лишь память предков, сохранённая в тех или иных документах, книгах и других памятниках культуры. Стивен Хокинг [41] связывает эту стрелу с термодинамическими представлениями, проводя аналогии наше-

го мышления с работой компьютеров, перерабатывающих электрическую энергию в тепло, которое уходит в космос, увеличивая общую энтропию Вселенной. Конечно, человек, тоже энергию потребляет, и своё тепло отдаёт космосу. Но имеет ли к этому отношению наша память? Пока что, это дело тёмное. Я бы сказал так: ощущения прошлого и будущего в нас, безусловно, существуют. Но их связь со вторым законом термодинамики по отношению к Вселенной требует исследований не на уровне простых аналогий, а на уровне более глубоком.

Космологическая стрела тоже связывается с термодинамическим подходом. Резоны здесь чисто расчётные. Они опираются на представления о том, что вначале Вселенная была более упорядоченной, чем сегодня, и при расширении беспорядок в ней в целом увеличивается. Это космический ход событий.

Иногда говорят об *электродинамической стреле* времени, связывая с ней отсутствие опережающих потенциалов, или сходящихся из бесконечности электромагнитных волн. Приводится также *стрела распада* K^{01}_2 -мезона.

Существует мнение, что все названные стрелы времени можно объединить в одну как *свойство самого времени* [8].

Таким образом, *внешнее время* рассматривается как *однонаправленное и континуумное*. Это как бы временной фон, в котором живет наш мир.

7.3. Внутреннее время

Анализируя проблему времени в художественных произведениях, Павел Флоренский (1924–1925 гг.) показал, что временная координата присутствует в образе действительности как *собственное, принадлежащее этому образу время, имеющее в нём своё начало и конец*. Он писал [36, с. 218, 202]:

• *Это время не есть время **внешнее**, под каковым понимается лишённое яркой индивидуальности время безжизненных вещей ... необходимо ... войти в **собственное время** данного образа и рассматривать его как замкнутое в себя единство ...*

И ещё:

• *Если координата времени не входит необходимо в характеристику данного образа, то он не имеет и длительности в собственном смысле слова, и поэтому в нём нет изнутри определяе-*

мого процесса, со своими временными членениями... со своим началом и концом.

В физике понятие *внутреннего времени* появилось значительно позже, после трудов Луи де Бройля [11] и Ильи Пригожина [28]. Это было видение микромира. Внутреннее время получалось **дискретным** и, по существу, понималось **как возраст**.

Нас интересует *макромир*. Поэтому у И. Пригожина следует, в первую очередь, обратить внимание на его обращение к работе географов [46], связывающих внутреннее время с *хроногеографией* ландшафтов. Географы считают, что временные элементы географических объектов взаимодействуют и сосуществуют, формируя структурное единство. При этом такие элементы могут определённым образом соответствовать задаче преобразований пекаря [28], или формировать средний возраст географического объекта. Исследования Пригожина показали, что *внутреннее время (возраст)* даёт нелокальное описание системы.

Известно, что понятие возраста связывается с понятием цикла. Из таких циклов состоит геологическая история. Наиболее детально она проработана и оформлена в геостратиграфических шкалах фанерозоя. Они опираются на так называемое *генерическое* тождество (тождество понятий) Николы Стенона, введшего в геологию идею изоморфности пространства и времени, составившую смысл событийности и в этом отношении опередившего А. Эйнштейна почти на 230 лет.

Событийность как основа современной стратиграфии привела С.В. Мейена [16] к идее, что время в геологии можно трактовать как процессы. По его мысли – *сколько процессов, столько и времён*. Эта прекрасная идея создала принципиальную трудность, связанную с пониманием существования в геологии часов с разным ходом, и появилась задача их синхронизации.

Метод такой синхронизации был разработан и реализован А.Н. Павловым на уровне Международной стратиграфической шкалы через введение обобщённого параметра – энергосодержания пород [18, 19, 22]. Геократические режимы, установленные практической геологией, воплотились не только в *естественные возрастные категории внутреннего времени* (временные интервалы), но и оказались связанными с энергетикой развития Земли.

Внутреннее время стало не просто результатом теоретических построений волновой механики Луи де Бройля или задачи пекаря у И. Пригожина, а проявилось в реальной истории Земли и наполнилось энергетическим смыслом космических источников.

7.4. Связь внутреннего и внешнего времён

Начнём снова с П. Флоренского. В уже цитированной книге он говорит о *законе времени*, который, по его мнению, управляет всем, что есть в мире. На примере развития *биологического рода* он показывает, что *внешние условия* могут исказить его *внутренне предначертанную* линию времени, но не могут устранить её. Форма линии времени является внутренним инвариантом, и развитие рода внешнему воздействию не уступит и не сможет от него отказаться. О существовании такого инварианта, но уже в отношении отдельной жизни, хорошо сказано у шамана Дона Педро [20, с. 303]:

- *Жизнь – это вечный круговорот рождений и смертей. Каждая жизнь имеет определённый смысл, каждый человек приходит в мир со своим заданием, которое он забывает в момент рождения, но небесные силы ведут его и помогают идти по своему пути.*

Подобного рода мысль мы читаем и у Льва Николаевича Толстого в его великом произведении «Война и мир»:

- *...каждая личность носит в самой себе свои цели и между тем носит их для того, чтобы служить недоступным человеку целям общим* [32, с. 645].

Такой взгляд на связь внутреннего и внешнего времени полностью соответствует известному принципу дисимметрии Пьера Кюри, к сожалению, всё ещё не развитому в науке должным образом. Наиболее наглядно этот принцип обсуждался И.И. Шафрановским [41] применительно к природным образованиям. Суть его состоит в том, что есть внешняя симметрия среды и внутренняя симметрия объекта. Внутренняя симметрия является инвариантным образом объекта. Но в объекте развиваются только те формы, которые совпадают с внешней симметрией. Снятие симметричных несоответствий даёт возможность развиваться инвариантно заложенной структуре в полной мере. По П. Кюри *дисимметрия творит явления*.

Я думаю, что принцип Кюри работает и в религии. По Гегелю [5] религия – это система взаимоотношений между Богом и человеком. Бог – это добро. *И оно заложено в нас как инвариант.* Внешние же обстоятельства, как суeta суeta, приводят к развитию *ложных форм (зла)*, но *внутреннее* уничтожить не могут. Это *внутреннее* и есть Бог, Он в нас, наш инвариант, это и есть добро, которое в человеке неистребимо и, в конце концов, начинает обладать.

7.5. Материальность времени

Обсуждая *предельную мгновенность* получения информации через наблюдения или измерения, Павел Александрович Флоренский пользовался понятием *атомов времени, как единичного элемента восприятия* [36]. Работа, на которую даётся ссылка, является публикацией рукописи Павла Александровича. Она представляла собой конспект лекций, читаемых им в течение 3-х учебных годов (1924/1925) во ВХУТЕМАСе. При подготовке рукописи к печати тщательно исследовались архивы Флоренского. В них нашлись материалы, датированные 5 июля 1919 г., под названием «Атомы времени». Там оказались ссылки на буддийскую философию. Вот одна из ключевых выписок этой рукописи:

- *Согласно теории мгновенности, смена в составе содержания происходит настолько быстро, что самый процесс перехода к новому содержанию не поддаётся наблюдению. Момент («кшана»), не будучи нулём, является столь малою частицей времени, что он непосредственному наблюдению недоступен...*

*Теория мгновенности заключается, таким образом, в условном сведении потока сознания и его содержания на уровень одинаковых, бесконечно малых **частиц времени.***

Обсуждая этот вопрос, Флоренский отмечает, что *однородное время не способно дать ритм*, который предполагает пульсацию. Задолго до физиков на примере живописи и особенно *классической иконописи* он показывает, что время раскладывается на покоящиеся моменты, но *не менее атома времени*, которые связываются в единый ряд и создают внутреннее единство при движении. Он называет это кинематографическим приёмом.

Любопытно, что в исследовании фундаментальных понятий философские разработки всегда, и часто намного, опережают физико-математические теории, которые создаются независимо и в полном отрыве от предшествующих им философских результатов. *Являясь более строгими, математические теории кажутся более корректными и более точными. Но это иллюзорная точность, поскольку она получена на множестве допущений, оговорок и условий и обычно такие теории экспериментально трудно проверяются или такая проверка бывает невозможна.*

С таким взглядом на «физиков и лириков» рассмотрим результаты исследований проф. Николая Александровича Козырева, которые вошли в науку под названием «**причинная механика**» [13]. Николай Александрович рассматривал её как науку о физических свойствах времени.

Современная физика принимает только одно свойство времени, связанное с его *длительностью*. Сюда же причисляются его одномерность, непрерывность и однородность. Этот взгляд получил название *реляционного*:

- *...в природе нет никакого времени «самого по себе»... Время – это всегда конкретное физическое свойство данных конкретных физических тел и происходящих в них изменений» [38, 39 с. 194].*

Заметим, что сказанное полностью соответствует геостратиграфическим взглядам С. В. Мейена, которые уже приводились.

Н.А. Козырев предлагал и обосновывал другой подход, называемый *субстауциональным*. Суть его состоит в том, что *время представляет собой самостоятельную сущность*, это явление природы, которое должно воздействовать на объекты мира и протекающие процессы и, возможно, испытывать воздействия и обратного характера – со стороны самих объектов и процессов.

Этот подход Николай Александрович конкретизировал постулатом о том, что время кроме длительности обладает другими физическими свойствами, которые он называл активными. В частности, он показал, что время обладает *переменной плотностью*. Физические свойства времени могут исследоваться опытным путём. При этом речь шла об экспериментах в макросистемах и об астрономических наблюдениях. И те, и другие он успешно проводил.

Н.А. Козырев принимал, что *существует только время и пространство*, а вещество является не самостоятельной сущностью, а только относительно стабильными сгустками пространства-времени (вроде солитонов). Для темы нашего разговора это последнее обстоятельство является особенно важным, потому что привели *практически* к тем же выводам [19].

В геологии построены специальные опорные разрезы, играющие роль эталонов и позволяющие воссоздавать геологическую историю отдельных регионов и Земли в целом. Но эта история «нанизана» на временную шкалу последовательности событий. В обычном понимании времени, как протяженности, геологические шкалы можно назвать *псевдовременными*. Ведь совпадение событий не гарантирует их одновременности. *Одинаковость событий не означает их совпадения во времени*.

Можно констатировать, что события-часы пишут свой циферблат в пространстве. Время как бы «вмораживается» в него, материализуясь в горных породах, минералах, остатках животных и растений, в древних храмах, городах и т.п. Становясь *прошлым*, события-часы останавливаются, перестают «тикать» (см. главу 1, раздел 1.3).

По Козыреву *время ортогонально нашему миру*. И это обстоятельство является причиной того, что мы не можем ни зрительно, ни с помощью приборов в этот ортогональный мир заглянуть. Наверное, в этом и состоит смысл замечания Мартина Лютера, приведённого в эпитафии, что *«мы воспринимаем время вдоль, Бог видит его поперёк»*.

Один из постулатов причинной механики утверждает, что причины и следствия всегда разделены пространством и временным различием, сколь угодно малыми, но не равными нулю.

Нетрудно увидеть в этом полную аналогию с представлениями П. Флоренского и понятием «*кшана*» в буддийской философии. *Эти единичные сколь угодно малые промежутки времени, разделяющие причину и следствие, вполне можно называть «атомами времени»*. А коль скоро им можно приписывать активные физические свойства, наверное, проще говорить о материальности времени.

Наверное, можно думать, что *Бог как-то отражается в наших головах как внешнее время, которое мы видеть и воспри-*

нимать не можем. Это другая координата бытия. Мы лишь способны строить сложные математические его конструкции, которые нельзя проверить. Поэтому время, как таковое, мы не способны определить. Мы можем только догадываться о нём и верить в него.

Внутреннее время – это наш инвариант, это цикл жизни окружающего и воспринимаемого нами мира. Это возрастные интервалы нашего бытия.

7.6. Квантование времени

В соответствии с квантово-механической теорией мира *время дискретно* и его минимальная порция (квант) равен числу $5,3 \cdot 10^{-44}$ с. Физического объекта, с которым оно было бы связано, не найдено. И неизвестно, искали ли его. Можно думать, что это число как-то соответствует понятию «атом времени», о котором говорит буддийское учение, и которое обсуждалось П. Флоренским.

При энергетическом анализе Международной геостратиграфической шкалы был найден геологический аналог постоянной Планка и с его помощью получено число $\Delta t_g = 10^{-4}$ с [18, 19]. Оказалось, что этому числу соответствует период пульсации так называемых «миллисекундных» пульсаров – вращающихся нейтронных звезд [21].

Создаётся впечатление, что мир ограничен не только «снизу», характеристиками *квантовой пены* [9], но и «сверху» – какой-нибудь «квантовой макропеной» Вселенной, вращающей нейтронные звёзды. Если первое число связано с началом жизни мира, то второе – с физикой её кончины, воплощённой с концом жизни звёзд.

Разделив второе число на первое, получим *количество временных квантов в жизни звёзд* – около $2 \cdot 10^{39}$. Таким образом, возраст звезды (как внутреннее её время) можно оценить числом временных квантов.

Интересно, что по величинам пространства получается приблизительно такая же картина. По Планку $\Delta L = 1,6 \cdot 10^{-35}$ м, а у А. Павлова для мегамира $\Delta L_g = 3 \cdot 10^4$ м. [21] Очевидно, что отношение второй величины к первой составит тоже около $2 \cdot 10^{39}$. Возможно, и это число показывает количество квантов в некоем цик-

ловом интервале пространства. Тогда можно говорить не просто о связности пространства-времени, но и о *единстве этих характеристик как внутреннем инварианте*, определяемом понятием «возраст». Получается, что ***возраст это не только время, но и пространственная протяжённость.***

Конечно, это предположение. Но оно не более экзотично, чем некоторые «странные» числа в физике. Например, рассматривая возможную связь тяготения с другими силами, Ричард Фейнман приводит отношение *гравитационного притяжения электронов к их электрическому отталкиванию*, исходя из формального сходства записей законов Кулона и Ньютона. Полученное им число составило $1/4,17 \cdot 10^{-42}$. Он рассматривал его как *естественную константу*, считая, что в нём *скрыты какие-то глубинные свойства природы*. Объяснение этому числу пока не найдено. Одна из попыток повторить его была связана с привлечением возраста Вселенной, принимаемого за $2 \cdot 10^{10}$ лет (около 10^{18} с). Это характеристика мегамира. За характеристику микромира принималась величина 10^{-24} с – время прохождения света сквозь протон. Разделив второе число на первое, Р. Фейнман получил 10^{-42} [34]. Очевидно, что полученные Фейнманом числа можно перевернуть. И тогда мы увидим, что они почти также велики, как и число, полученное А. Павловым.

По современным представлениям нашей Вселенной присущи три пространственных измерения. В соответствии с астрономическими наблюдениями каждое из них имеет протяжённость $15 \cdot 10^9$ световых лет [9, с. 165]. Один *парсек* составляет 3,26 световых года и в системе СИ равен $3,08 \cdot 10^{16}$ м. Нетрудно оценить, что протяжённость нашей Вселенной в СИ выразится цифрой около $15 \cdot 10^{25}$ м. Приняв за эталон размера микромира классический радиус электрона $2,8 \cdot 10^{-15}$ м и разделив протяжённость Вселенной на эту величину, получим $3 \cdot 10^{40}$.

Я не буду приводить другие примеры, но хочу заметить, что попытка объяснения этого фантастически громадного числа (так называет его Фейнман) строится на сопоставлении микромира и мегамира Космоса.

Видимо, где-то между этими мирами и прячутся глубинные свойства природы.

7.7. Движение во времени

Перемещение в пространстве считается как бы само собой разумеющимся и всем понятно на бытовом уровне, хотя имеет сложную конструкцию в ОТО и квантовой механике. Движение же во времени как-то не обсуждается. Может быть потому, что оно отражает обычный процесс развития, который принято называть *эволюцией*.

Выводы:

1. Мы существуем внутри светового конуса.
2. Внешнее время внутри конуса – это длительность, рассматриваемая с позиций *реляционных* взглядов.
3. Внутреннее время в нём дискретно и развитие происходит в соответствии с законом трансфиниты.
4. За пределами светового конуса – существует время, которое видит только Бог. Оно недоступно нашему восприятию и «постижимо» только с помощью математических теорий. Возможно, это время совпадает с осью пространства, ортогональной временной оси светового конуса.

Глава 8.

ПРИНЦИП НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ В ГЕОЛОГИИ

... если мы хотим, чтобы от науки была какая-то польза, мы должны строить догадки, чтобы наука не превратилась в простые протоколы проделанных экспериментов, мы должны выдвигать законы, простирающиеся на ещё не изведанные области.

Р. Фейнман

8.1. Общие положения

Пространственно-временные основания современной геологии были заложены ещё Н. Стеноном (Николаус Стено, 1669 г.).

Предложенный им принцип изоморфизма пространства и времени, явился предтечей четырехмерного событийного мира Эйнштейна-Минковского (x, y, z, ct).

Измерение пространственных координат особых дискуссий никогда не вызывало. Временная же координата во многом являлась спорной в силу неясности самого понятия времени.

Многовековой опыт геологии (как науки исторической) привел С.В. Мейена к идее рассматривать время как процессы [16]. Сформулированный им принцип гласит:

сколько процессов – столько и времен.

Нетрудно увидеть, что и здесь речь идет о событийном подходе, поскольку процессы протекают в пространстве и имеют длительность.

Геология – наука о свершившихся событиях в истории Земли. Следы событий сохранились в виде горных пород и различного рода их пространственных сочетаний. При этом речь может идти о практически бесконечном множестве таких событий самого разного уровня. Поэтому решение задачи синхронизации часов-процессов следует искать в мире параметров, с помощью которых процессы оцениваются. В современной науке существует два базовых параметра, применимых к оценке любых процессов. Это энергия и энтропия.

Этот факт А.Н. Павлов постулировал в виде следующих двух утверждений:

1. *Не существует привилегированных процессов, то есть нет процесса, который отсчитывал бы эталонное для мира время, но есть привилегированный параметр, характеризующий любой процесс в любой инерциальной системе.*

2. *Для горных пород таким параметром может быть их энергосодержание, для вычисления которого автором предложена оригинальная феноменологическая формула (см. Экспериментальные доказательства).*

3. *Изменение энергосодержания определяет ход всякого процесса и, следовательно, ход времени с этим параметром должен хорошо увязываться.*

8.2. Теоретические предпосылки

1. Исторические предпосылки. Смена парадигм в геологии.

Анализ истории науки привел к пониманию того, что её развитие определяется и контролируется научными революциями, а сами революции возникают как продукт смены парадигм (см. введение).

Исследуя кинематику информационной спирали, автору удалось формализовать процесс развития науки в виде серии логистических функций, названной им *трансфинитой* (см. гл. 6), а также [20, 22]. Это позволило, с одной стороны, снять известные трудности, а с другой – поставить целый ряд новых для геологии вопросов, без решения которых она не может развиваться как современная наука.

В работах А.Н. Павлова [18, 19, совместно с Баренбаумом, *Общая и полевая геология*, 26] впервые была сформулирована новая аксиоматика геологии:

1. Геологическое развитие Земли обусловлено получением энергии извне.

2. Эту энергию Земля получает порциями.

3. Энергетические кванты возникают при прохождении Солнечной системой струйных потоков Галактики.

4. Периодичность получения квантов энергии соответствует периодичности прохождения Солнечной системой струйных галактических потоков.

Эти постулаты являются основой новой парадигмы геологии, **квантовой**, которая выводит нас из геоцентрических представлений о геологическом развитии Земли на **галацентристскую** идеологию. Она опирается на понятие открытых систем как по отношению к Земле и Солнечной системе, так и по отношению к Галактике.

8.3. Космогонические предпосылки

Современная космогония установила, что эволюция галактик стимулирует процессы разрушения старых звезд в области их ядра, где плотность звезд наиболее высока. Газопылевые структуры этого разрушения накапливаются в центре и образуют быстро вращающийся ядерный диск. Когда накопившееся в диске вещество перестает удерживаться гравитационным полем ядра, оно отрывается от диска и распространяется в галактике. С этого момента у галактик формируется выделенная плоскость, и они из эллиптических звездных систем преобразуются в спиральные, такие как наша Галактика.

Истечение газа и пыли из ядер таких галактик происходит в отдельных точках, число которых не превышает четырех. Выброшенное вещество образует систему струйных потоков, которые вращением диска закручиваются в *спирали Архимеда*.

Выброс вещества из ядра нашей Галактики начался более 5 млрд лет назад. В настоящее время газопылевая материя непрерывно истекает из двух, вероятно, диаметральных точек ядерного диска. Темп истечения этого вещества на протяжении последних 3,6 млрд лет в среднем составлял около 8,8 масс Солнца в год.

Наряду со струйными потоками, закрученными в спираль архимедова типа, у такого рода галактик имеется ещё одна система ветвей, отвечающая уравнению *логарифмических спиралей*. Эти спиральные ветви обязаны своим существованием галактическому электромагнитному полю.

Наша Галактика обладает четырьмя такими ветвями. Они наклонены к плоскости струйных потоков архимедова типа под

углом около 20° , одинаково закручены и берут начало из четырех диаметрально противоположных точек центрального кольца.

Выброшенное из центра Галактики вещество близко по составу к солнечному. Двумя расходящимися веерообразными потоками оно распространяется в галактической плоскости, где конденсируется в газопылевые облака, кометы и звезды. Процессы газоконденсации и звездообразования наиболее интенсивно протекают в местах пересечения струйных потоков с логарифмическими спиральями. Это происходит благодаря электромагнитному полю, которое частично задерживает и увлекает за собой ионизированный газ и пылевые частицы струйных потоков. Такие места являются в спиральных галактиках основными областями звездообразования.

При вращении Галактики области звездообразования меняют свое положение, перемещаясь по спиральным ветвям.

Рождающиеся в местах звездообразования объекты ведут себя по-разному. Те, которые возникают главным образом из вещества галактических струй, продолжают свое движение в радиальном направлении и за время приблизительно 10^8 лет покидают видимые пределы Галактики. Другие образуются в основном из газа и пыли, которые накоплены в логарифмических спиральях. Они наследуют тангенциальную скорость вещества этих ветвей и после конденсации остаются в Галактике, со временем приобретая самостоятельные орбиты. К таким объектам *относится и наше Солнце*.

Солнце движется вокруг центра Галактики в галактической плоскости и эпизодически пересекает струйные потоки вещества, выбрасываемые из её ядерного диска. Решая задачу по нахождению всех моментов таких пересечений, А.А. Баренбаум построил модель цикличности этого явления и пришел к следующим принципиальным выводам [26, 3]:

1. Между геологическими катаклизмами в геологической истории Земли и периодами пребывания Солнечной системы в потоках галактического вещества существует четкая причинно-следственная связь.

2. Основу этой связи определяет воздействие на нашу планету струйных потоков Галактики, а именно, движущихся в них объектов.

3. Катастрофические события, происходившие на Земле, должны отражать характер движения Солнца и спиральную структуру Галактики.

Построенная А.А. Баренбаумом галактическая модель геологической цикличности не только показывает энергетическую зависимость Земли от процессов, происходящих в Галактике, но и создает физическую основу для развития квантовых принципов её развития, впервые сформулированных А.Н. Павловым.

8.4. Предпосылки квантовой механики

Для согласованности экспериментальных результатов, получаемых в квантовой механике, В. Гейзенберг постулировал фундаментальные ограничения на экспериментальные возможности, получившие в науке название принципа Гейзенберга или принципа неопределенности. В настоящее время этот принцип имеет разные интерпретации. В авторской же формулировке он звучит приблизительно таким образом:

Если вы изучаете какое-то тело и вы в состоянии определить x -компоненту импульса тела с неопределенностью Δp , то вы не можете одновременно определить координату тела с точностью большей, чем $\Delta x = h/\Delta p$ (где h – постоянная Планка) [34, с. 218].

По мнению Р. Фейнмана, *этот принцип выходит за рамки микромира, на экспериментальной базе которого он был сформулирован, он работает для любых тел* [34, с. 220]. Не исключено, что принцип Гейзенберга относится не только к импульсу и координатам пространства, но может быть распространен на взаимоотношение координаты времени и энергии.

8.5. Экспериментальные доказательства

Не углубляясь далеко в историю, можно сказать, что в рамках описательной парадигмы в геологии с переменным успехом соперничали две взаимоисключающие идеи – катастрофизм Ж. Кювье и эволюционизм Ч. Лайеля.

Сегодня геология снова вынуждена вернуться к идеям Ж. Кювье, но очевидно, что этап эволюционизма, из которого она ещё полностью не вышла, уже не может быть игнорирован: *Кювье те-*

перь невозможен без Лайеля. Больше того, начинать «реставрацию» следует не от них, а от физики, от тех проблем, которые она решила, а геология к ним только подошла. Мы имеем в виду проблемы *изменчивости и устойчивости, непрерывного и дискретного.*

Пожалуй, эти проблемы наиболее рельефно проявились в представлении о развитии двух геосфер, генетически тесно связанных: водной – гидросферы и осадочной – стратисферы. Противоречия здесь оформились в виде двух внешне несовместимых концепций. Одна утверждает постоянство массы воды и осадочных пород на *протяжении* той части геологической истории Земли, *когда эти массы однажды появились.* Они участвуют в круговороте веществ, но заметная прибавка или потеря, нарушающие баланс такого круговорота, представителями этой точки зрения отрицается или о возможности таких просто умалчивается. Очевидно, что данная позиция, какие бы оговорки при этом ни делались, *проповедует дискретность процесса возникновения гидросферы и стратисферы и замкнутость происходящих в них процессов,* то есть *устойчивость и изолированность этих геосфер по массе.* Вторая концепция, наоборот, утверждает, что *массы воды и осадочных отложений* на протяжении геологической истории Земли (естественно, в доступных для наших наблюдений рамках) *увеличиваются непрерывно и, больше того, по линейному закону.* Нетрудно понять, что здесь речь идет о *непрерывной изменчивости.*

Обе концепции опираются на один и тот же материал наблюдений, но в качестве проверки их истинности используется лишь логический аппарат, что не может служить надежным критерием для доказательства. Всякая модель получает доверие лишь тогда, когда она позволяет воспроизвести наблюдаемый факт или даёт оправдываемый наблюдениями прогноз. Для гидросферы такую процедуру, наверное, выполнить невозможно в силу сложности датировок различных её структурных элементов. Для стратисферы эта процедура выполнима. Такая работа была сделана Р. Гаррелсом и Ф. Макензи [4] для осадочных толщ фанерозоя в масштабе международной стратиграфической шкалы, то есть на уровне такого расчленения, которое в современной геологии не вызывает принципиальных разночтений. Ими были построены математиче-

ская модель линейного накопления массы осадочных пород и модель перераспределения постоянной массы, однажды появившейся на ранней стадии развития Земли. Проверка моделей состояла в том, чтобы с их помощью получить распределение масс осадочных пород во времени (по системам фанерозоя), близкое к наблюдаемому. Оказалось, что обе модели дают приемлемый результат только при задании определенного темпа круговорота, а именно при отношении массы отложенного материала к массе разрушаемых пород, находящейся в движении, как 5:1. Именно при таком условии построенные гистограммы распределения масс по системам фанерозоя хорошо совпадают с натурными измерениями и *по двум разным моделям дают практически неразличимые результаты.*

Таким образом, Р. Гаррелс и Ф. Маккензи, по существу, констатировали парадоксальную ситуацию: *тождественность двух концепций, исключающих друг друга по своим постулатам.* В методологической постановке это равносильно утверждениям изменчивость \equiv устойчивость, непрерывность \equiv дискретность, катастрофизм \equiv эволюционизм.

В результате, мы подошли к порогу, когда следует найти теорию, снимающую этот парадокс, теорию, в которой нашлось бы место и катастрофизму и эволюционизму, *но уровень этого совмещения уже не может быть элементарно предметным или вещественным.* Он может быть только более высокого и абстрактного порядка, порядка, которым является энергетическая характеристика развития. Несовместимость изменчивости и устойчивости, непрерывного и дискретного, сосуществующих в природе, физика объяснила с помощью *квантовых представлений.*

Постулируя такую возможность для геологического мегамира в масштабе планеты, А. Павлов вышел на предположение, что структурно-вещественная устойчивость различных оболочек Земли, в том числе и стратисферы, обусловлена определенным уровнем их энергетического запаса и переход на новый устойчивый структурно-вещественный уровень возможен только при получении геосферной порции энергии, равной этому энергозапасу.

Известные геологические материалы по фанерозойской осадочной толще Земли с этим предположением хорошо согласуются.

В основу доказательства квантовой закономерности геологического развития Земли А.Н. Павловым был положен материал, накопленный геологами многих поколений и обобщенный в современной геологии в виде следующих эмпирических фактов:

1. Общая масса осадочных толщ фанерозоя оценивается разными авторами от $1,7 \cdot 10^{24}$ г до $2,4 \cdot 10^{24}$ г. Поскольку для дальнейших расчётов автор обращался к моделям Р. Гаррелса и Ф. Маккензи [4], было принято значение $1,8 \cdot 10^{24}$ г (по К. Грегори), которым оперировали эти авторы.

2. Относительные и абсолютные датировки в фанерозое в масштабе международной стратиграфической шкалы (МСШ). В своих построениях автор воспользовался системой циклически повторяющихся периодов (СЦП), полученной А. А. Ефимовым, Ю. А. Заколдаевым и А. А. Шпитальной на основе астрономического анализа многочисленных геохронологических шкал, опубликованных с 1970 г. по 1983 г. [1985 г.]:

Длительность периодов фанерозоя, млн лет									
KZ	K	J	T	P	C	D	S	O	Є
66	70	56	35	56	70	56	35	56	70

Нижняя граница фанерозоя – 570 млн лет.

3. Распределение массы осадочных пород фанерозоя как функции их возраста рассматривалась по Р. Гаррелсу и Ф. Маккензи [4].

4. Оценка содержания нормативных минералов в средней осадочной породе. За основу были взяты результаты, полученные также Р. Гаррелсом и Ф. Маккензи [4].

5. Установление геократических эпох:

Q – четвертичный период – типичная геократическая эпоха (активное развитие тектонических движений, господство суши и резко выраженная климатическая зональность). Появление человека.

K/J – тектоническая обстановка сложная: заканчивается киммерийский тектогенез, протекает средняя часть альпийского тектогенеза и начинается тихоокеанский тектогенез, колоссальное развитие вулканизма во всех его формах. Претерпевает резкую дифференциацию климат. Однако в чистом виде геократический режим так и не возникает.

T/P – вторая половина герцинского и начало киммерийского тектогенеза. В пермском периоде начинается геократическая эпоха. В конце перми происходило массовое вымирание многих палеозойских групп животных, на смену им приходят мезозойские группы.

D/S – конец каледонского и начало герцинского тектогенеза. Завершение силурийского и начало девонского периодов – хорошо выраженная геократическая эпоха. Массовое вымирание организмов в конце силура.

C/PR – начало фанерозоя. Резкая активизация развития биосферы. Переход к устойчивой геосинклинально-платформенной стадии эндогенных режимов (по В. В. Белоусову).

На основе этой информации были получены следующие расчётные параметры.

1. Распределение массы осадочных пород в фанерозое (n_m – массовая доля; m – масса, г; $\sum m$ – общая масса осадочных пород, равная для всего фанерозоя $1,8 \cdot 10^{24}$ г).

Стратиграфические и геохронологические индексы	n_m	$m, 10^{23}$ г	$\sum m, 10^{23}$ г (накопительный принцип)
KZ	0,1743	3,1374	17,9946
K	0,1117	2,0106	14,8572
J	0,0790	1,4220	12,8466
T	0,1052	1,8936	11,4246
P	0,0559	1,0062	9,5310
C	0,0877	1,5786	8,5248
D	0,1357	2,4426	6,9462
S	0,0820	1,4760	4,5036
O	0,0940	1,6920	3,0276
Є	0,0742	1,3356	1,3356
	1,0000	18,0000	

2. Энергосодержание E (Дж) рассчитывалось по феноменологической формуле А.Н. Павлова [26]:

$$E = m \sum 4,17 \cdot 10^3 n_i U_i / N_i, \quad (8.1)$$

где n_i – доля содержания нормативного минерала в средней осадочной породе; U_i – энергия кристаллической решетки нормативного минерала в стандартных условиях, ккал/моль; N_i – фор-

мульная масса минерала, г/моль; $4,17 \cdot 10^3$ – коэффициент перевода килокалорий в джоули (табл. 8.1).

3. Таким образом, для построения функции $E(t)$ по накопительному принципу были получены следующие значения t и E .

Номер точки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Индекс	Є	О	S	D	С	Р	Т	J	К	KZ
$t, 10^6$ лет	70	126	161	217	287	343	378	434	504	570
$E, 10^{28}$, Дж	2,57	5,82	8,67	13,36	16,40	18,35	21,98	24,71	28,58	34,62

Таблица 8.1

Расчет энергосодержания средней осадочной породы

Минералы	n_i	N_i	U_i	Источник информации	$4,17 \cdot 10^3$ (nU_i/N) ДДж/г
Альбит $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	0,06	262,241	11 473	Э	10 946
К-полевоый шпат KAlSi_3O_8	0,06	278,35	11 945		10 737
Гематит Fe_2O_3	0,04	159,7	3419,5		3,572
Кварц SiO_2	0,35	60,09	3109		75 513
Кальцит CaCO_3	0,07	100,091	648	Р	1 890
Доломит (Ca, Mg) $(\text{CO}_3)_2$	0,04	184,422	1 386		1 254
Иллит $[\text{K}_{0,6}\text{Mg}_{0,3}\text{Al}_{2,2}\text{Si}_{3,5}\text{O}_{10}$ $\times (\text{OH})_2]$	0,27	383,902	25 423		74 560
Хлорит $[\text{Mg}_2\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$ $(\text{OH})_2]$	0,07	555,827	16559		8696
Монтмориллонит $[\text{Na}_{0,33}\text{Al}_{2,33}\text{Si}_{3,67}\text{O}_{10}$ $(\text{OH})_2]$	0,03	367,533	15232		5 185
					192 353

Примечания: Э – экспериментальные данные; Р – расчётные данные (по энергетическим константам А.Е. Ферсмана).

4. Разрывы функции $E(t)$ были заданы на конкретных датах геократических эпох, то есть в точках 3, 6, 8, 10.

5. В качестве асимптотической функции, обеспечивающей разрывы $E(t)$ в условиях $t \rightarrow \infty$, использовалась логистическая кривая. Из таких кривых формировалась трансфинита.

$$E = (E_{\max} - E_{\min}) / (1 + e^{a+bt}) + E_{\min}. \quad (8.2)$$

6. Задача решалась относительно неизвестных E_{\max} и E_{\min} для оценки $\Delta E = E_{\max} - E_{\min}$ методом последовательных приближений по известным значениям E и t при условии минимизации среднего модуля ошибки $|\Delta_{\text{ср}}|$:

$$|\Delta| = |(E_{\text{расч}} - E_{\text{факт}}) / E_{\text{факт}}|; \quad (8.3)$$

$$|\Delta_{\text{ср}}| = \sum |\Delta| / n, \quad (8.4)$$

где n – число точек, по которым производится аппроксимация; начальные значения E_{\max} и E_{\min} выбирались по графику $E(t)$.

7. Задача решалась на ПК по специально созданной программе.

Результаты:

для интервала С–S	$\Delta E_{\text{I}} = 6,85 \cdot 10^{28}$ Дж, $ \Delta_{\text{ср}} = 6,94 \cdot 10^{-4}$;
для интервала D–P	$\Delta E_{\text{II}} = 7,25 \cdot 10^{28}$ Дж, $ \Delta_{\text{ср}} = 1,08 \cdot 10^{-3}$;
для интервала T–J	$\Delta E_{\text{III}} = 9 \cdot 10^{28}$ Дж, $ \Delta_{\text{ср}} = 0$;
для интервала K–Q	$\Delta E_{\text{IV}} = 10,95 \cdot 10^{28}$ Дж, $ \Delta_{\text{ср}} = 0$;

От ранее полученных результатов автора, когда в качестве асимптотической функции использовалась тангенсоида [24], эти цифры отличаются незначительно в сторону увеличения. Как и прежде, значения ΔE не являются константами и *возрастают от начала фанерозоя к четвертичному периоду*. Однако новые результаты, по мнению автора, более надежны, поскольку при их получении было сделано меньше допущений и техника вычислений была более совершенной.

Таким образом, есть основания утверждать, что речь идёт о ранее неизвестной закономерности в геологическом развитии Земли, заключающейся в том, что Земля периодически накануне кембрийского и в конце силурийского, пермского, юрского и неогенового периодов получала кванты энергии из космоса около $1 \cdot 10^{29}$ Дж, которые обуславливали смену геократических режимов и обеспечивали необходимый энергетический минимум для перехода осадочного чехла на новые устойчивые структурно-вещественные уровни.

В пределах выделенных временных интервалов (Δt : PR/С – S/D – P/T – J/K – Q) также по специальной программе для ПК логистические кривые (8.2) были проинтегрированы по t с шагом $0,01 \Delta t$, что позволило оценить *квант действия* ($\Delta E \Delta t$, Дж·год) для

каждого межгеократического блока, то есть геологического этапа (по терминологии этапной парадигмы):

Этап	$\Delta E \Delta t$	
	Дж · год	Дж · с
Є – S	$2,49 \cdot 10^{36}$	$7,8 \cdot 10^{43}$
D – P	$5,44 \cdot 10^{36}$	$17,1 \cdot 10^{43}$
T – J	$3,22 \cdot 10^{36}$	$10,1 \cdot 10^{43}$
K – Q	$4,43 \cdot 10^{36}$	$13,9 \cdot 10^{43}$

В программе интегрирования была предусмотрена операция сравнения значений всех интегралов со значением первого интеграла (для этапа Є – S) с процедурой их изменения до значения этого эталона за счёт перемещения верхней временной границы. В результате минимальная разность $\delta(\Delta E \Delta t)$ оказалась равной $7,3 \cdot 10^{35}$ Дж·год (или $2,3 \cdot 10^{43}$ Дж·с), а соответствующая ей величина $\delta(\Delta t) \approx 5 \cdot 10^6$ лет.

На протяжении фанерозоя величина получаемых квантов возрастает, причем это возрастание увеличивается в направлении к современному периоду ($\delta \Delta E \cdot 10^{28}$ Дж = 0,04; 1,75; 1,95). Последнее обстоятельство говорит о том, что шкала энергосодержаний «плывёт», на протяжении фанерозоя постоянно меняется её масштаб. Это означает, что *при постоянстве масштаба временной шкалы* (условии, принятом при оценках величин ΔE , в принципе, нельзя точно (даже на качественном уровне) оценить энергетическую структуру осадочного чехла (пока можно говорить только о нём), а возможно, и земной коры и даже более глубоких зон.

При решении обратной задачи ($\Delta E = \text{const}$, оценивается шкала t) легко убедиться; что начинает «плыть» масштаб времени.

8.6. Геологический аналог постоянной Планка

1. Установленные квантовые закономерности геологического развития Земли приводят к пониманию существования *геологической неопределенности – аналога неопределённости Гейзенберга*.

Принцип *геологической неопределенности*, по существу, утверждает неделимость геологического пространства (евклидово-го пространства, занятого горными породами) и геологического времени – *существование геологического пространства-времени как единой физической субстанции*. Суть этого принципа со-

стоит в том, что шкала энергосодержаний пород, с помощью которой характеризуется пространство, и шкала времени связаны между собой таким образом, что **устойчивость масштаба одной из шкал определяет изменчивость масштаба другой**. Это свойство геологического пространства-времени приводит к тому, что мы, в принципе, не можем сказать, сжимается ли пространство, и это сжатие, мы воспринимаем как ускорение *процессов, с помощью которых измеряется время, или ускоряются сами процессы, компенсируя расширение пространства*.

2. Возникла новая, *квантовая, аксиоматика геологии*. Включая в неё принцип неопределенности Гейзенберга, мы естественным образом выходим на оценку **геологического аналога постоянной Планка**.

Рассматривая величину $\delta(\Delta E \Delta t) = \hbar_r$ как геологический аналог постоянной Планка для Земли и выражая ее по круговой частоте, получим $3,6 \cdot 10^{42}$ Дж·с.

Таким образом, можно констатировать, что новая этапная парадигма геологии при замене многочисленных параметров конкретных *часов-процессов* на одну обобщенную характеристику (энергосодержание породы) приобрела четкий физический смысл, хорошо согласующийся с базовыми идеями квантовой механики.

Развитие этапной парадигмы эволюции Земли до уровня квантовой требует не только установления факта квантования энергии и определения величины квантов, но и остро ставит вопрос об источнике этой энергии и причинах квантования.

Периодический ($\sim 10^7 - 10^9$ лет) характер поступления на Землю порций энергии и их огромная величина приводят к мысли о том, что этот источник следует, прежде всего, искать не на Земле и даже не в Солнечной системе, а в самой Галактике.

Такое исследование было выполнено А.А. Баренбаумом. Он опирался на оригинальные исследования структуры нашей Галактики и движения в ней Солнечной системы [26, 3]. Принципиальные для Земли геологические перестройки, зафиксированные в её истории как геократические эпохи на границах V/C, S/D, P/T, J/K, Q, скорее всего, обусловлены сильными деформациями тела планеты при смещениях или деформациях орбиты Солнечной системы в результате воздействия звёзд в струйных потоках – события более редком, чем поступление метеоритов и комет.

Анализ осадочных толщ фанерозоя по энергосодержанию пород показал, что на их формирование затрачивается лишь от 0,01 до 0,1 общего кванта, получаемого Землей в струйных потоках Галактики.

Установлена *ранее неизвестная закономерность в геологическом развитии Земли, заключающаяся в том, что Земля периодически накануне кембрийского и в конце силурийского, пермского, юрского и неогенового периодов получала кванты энергии из космоса около $1 \cdot 10^{29}$ Дж, которые обуславливали смену геократических режимов и обеспечивали необходимый энергетический минимум для перехода осадочного чехла на новые устойчивые структурно-вещественные уровни.*

8.7. Возможность синхронизации геологических часов

Эту задачу можно решить с помощью феноменологической формулы для подсчёта энергосодержания породы [см. (8.1)] по известной её массе m , петрографическому составу n_i , минералогическому составу p_j и энергии кристаллических решёток минералов U_p :

$$E = \sum n_i p_j U_{pj} / N_{pj}, \quad (8.5)$$

где N_p – масса одной грамм-молекулы рассматриваемых минералов.

Например, если речь идёт только об одной породе, состоящей из кварца и полевого шпата, то $i = 1$, а $j = 2$, что соответствует кварцу с N_{p1} , U_{p1} и полевому шпату с N_{p2} , U_{p2} . Поскольку расчёт ведётся для одной породы, $n_1 = 1$. Если в ней содержится кварца, скажем 30 %, а полевого шпата 70 %, то $p_1 = 0,3$, $p_2 = 0,7$.

Очевидно, что величина m может быть вынесена за знак суммы:

$$E = m \sum n_i p_j U_{pj} / N_{pj}. \quad (8.6)$$

Нетрудно понять, что E представляет собой средневзвешенную по составу пород энергию кристаллической решётки, которой обладает рассматриваемая породная масса m . Она характеризует данную породу как гарант существования. Иными словами, E – это *энергия существования породы или комплекса пород как геологического массива*, блока, какого-то тела и т.д.

В физике среди различных видов энергии (тепловой, механической, электрической и т.д.) известна энергия покоя частицы, описываемая известной формулой А. Эйнштейна

$$\varepsilon = m C^2. \quad (8.7)$$

Это энергия, которой обладает частица просто в силу своего существования.

Входя в область догадок [35], по аналогии с (8.7), перепишем (8.6) в следующем виде:

$$E = mV^2. \quad (8.8)$$

Тогда получим, что

$$V = (\sum n_i p_j U_{pj} / N_{pj})^{0,5}. \quad (8.9)$$

Это должна быть некая предельная скорость, за которой порода как элемент Земли или Солнечной системы перестаёт существовать.

Из феноменологической формулы (8.6) вытекает, что $\sum n_i p_j$ – коэффициент, отражающий средний минералогический состав рассматриваемой массы пород, а $\sum n_i p_j U_{pj} / N_{pj}$ – их среднее энерго-содержание *на единицу массы* (при условии $m = 1$).

Посмотрим, какие значения примет величина V (8.9) для основных типов пород: изверженных, осадочных, метаморфических (по их средним составам).

Средний состав магматических пород возьмём по Р. Гаррелсу и Ф. Маккензи [4] (табл. 8.2). Покажем вычисление величины V по формуле (8.9):

$$\begin{aligned} V_m^2 = & (0,06 \cdot 4808/132 + 0,07 \cdot 4022/100 + 0,03 \cdot 3941/116 + \\ & 0,18 \cdot 10372/278 + 0,28 \cdot 11473/262 + 0,119 \cdot 11495/278 + 0,03 \cdot 3419/160 + \\ & + 0,16 \cdot 3109/60 \cdot 4,1868 \cdot 10^6 = (2,18 + 2,82 + 1,02 + 6,72 + 12,26 + \\ & + 7,86 + 0,64 + 8,29) \cdot 4,1868 \cdot 10^6 = 174,97 \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{с}^2, \end{aligned}$$

откуда $V_m = 13,23$ км/с.

Здесь $4,1868 \cdot 10^6$ Дж/кг – переводной коэффициент.

Средний состав осадочных пород также возьмём из работы Гаррелса и Маккензи [4] (табл. 8.3). Аналогичный расчёт даёт величину $V_{oc} = 12,94$ км/с.

Таблица 8.2

Расчетные параметры для магматических пород

Минерал	P_j , %	U_{pj} , ккал/моль	N_{pj} , моль [Справочник, 1969]
Ферросилит $FeSiO_3$	6	4804 [Сауков, 1966]	132
Энстатит $MgSiO_3$	7	4022 [Щербина, 1972]	100
Волластонит $CaSiO_3$	3	3941 [Щербина, 1972]	116
Анортит $CaAl_2Si_2O_8$	18	10372 [Щербина, 1972]	278
Альбит $NaAlSi_3O_8$	28	11473 [Щербина, 1972]	262
Калиевый полевой шпат $KAlSi_3O_8$	19	1495 [Щербина, 1972]	278
Гематит Fe_2O_3	3	3419 [Мамулов, 1961]	160
Кварц SiO_2	16	3109 [Щербина, 1972]	60

Примечание. Здесь и далее в таблицах: источники [15, 44] – экспериментальные данные; источник [31] – вычислено по экам Е. Ферсмана.

Средний минералогический состав метаморфических пород нам не известен. Поэтому для оценок используем данные по породам эклогитовой фации, считающейся сегодня продуктом наиболее глубоких метаморфических изменений. Характерным минералогическим парагенезисом для них являются омфациит и гранаты альмандин-пиропового состава [30]. Для расчётов возьмём условную породу с равным содержанием альмандина, пироба, диопсида и жадеита (табл. 8.4). Для такой породы получим $V_{мет} = 10,56$ м/с.

Таблица 8.3

Расчетные параметры для осадочных пород

Минерал	P_j , %	U_{pj} , ккал/моль	N_{pj} , моль [Справочник, 1969]
Альбит $NaAlSi_3O_8$	6	11473 [Щербина, 1972]	262
Калиевый полевой шпат $KAlSi_3O_8$	6	1495 [Щербина, 1972]	278
Гематит Fe_2O_3	4	3419 [Мамулов, 1961]	160
Кварц SiO_2	35	3109 [Щербина, 1972]	60
Кальцит $CaCO_3$	7	648 [Сауков, 1966]	100
Доломит $(Ca,Mg)CO_3$	4	1386 [Сауков, 1966]	184
Иллит $[K_{0,6}Mg_{0,3}Al_{2,2}Si_{3,5}O_{10}(OH)_{0,2}]$	27	25 423 [Сауков, 1966]	578
Хлорит $[Mg_2Fe_2Al_2Si_3O_{10}(OH)_8]$	7	16 559 [Сауков, 1966]	554
Монтмориллонит $[Na_{0,33}Al_{2,33}Si_{3,6}O_{10}(OH)_2]$	3	31 695 [Сауков, 1966]	809

Таблица 8.4

Расчетные параметры для условных эклогитов

Минерал	p_j , %	U_{pj} , ккал/моль	N_{pj} , моль [Справочник, 1969]
Альмандин $Fe_3Al_2Si_3O_{12}$	25	6277 [Сауков, 1966]	495
Пироп $Mg_3Al_2Si_3O_{12}$	25	6262 [Сауков, 1966]	403
Диопсид $CaMgSi_2O_6$	25	7969 [Щербина, 1972]	216
Жадит $Na Al Si_2O_6$	25	8363 [Щербина, 1972]	202

Вычисленные оценки приводят к любопытным результатам (табл. 8.5).

Таблица 8.5

Сводные результаты

Породы	Магматические	Осадочные	Метаморфические
E , МДж	175	167	111
V , км/с	13,23	12,94	10,56

1. Магматические породы как ювенильные или квазиювенильные образования обладают максимальным энергозапасом, и соответственно максимальной предельной для них скоростью существования.

2. Чем более сильным изменениям подвержены породы, тем ниже их энергозапас и соответствующая ему предельная скорость существования.

Очевидно, что эти выводы следует рассматривать как предварительные, однако они настолько интересны, что подводят к целому ряду новых для геологии задач:

1. Полученные значения предельных скоростей существования пород находятся в пределах первой-третьей космических скоростей. Напомним их:

- V_1 , V_2 и V_3 соответственно 7,93; 11,16 и 16,67 км/с

Если $V < V_1$, то тело не может покинуть Землю. При $V_1 < V < V_2$ тело отрывается от Земли, но движется вокруг неё по эллипсу с одним из центров, совпадающим с центром Земли (тело спутник). Если $V = V_2$, тело покидает нашу планету, но движется по параболе.

Для случая $V_2 < V < V_3$ тело покинет Землю, двигаясь по гиперболу. При $V > V_3$ тело способно покинуть Солнечную систему.

Полученные значения скоростей существования V говорят, что главные типы известных нам пород энергетически принадлежат Солнечной системе:

$$V_2 \leq V < V_3.$$

2. Мы приходим к пониманию того, что как в физике скорость света в вакууме, в геологии есть своя предельная скорость, определяемая энергией существования пород, а через них и геосфер. По значению такая скорость, по-видимому, совпадает с третьей космической скоростью.

3. Это обстоятельство подводит к аналогии релятивистской аксиоматики для геологии:

- нет привилегированных геологических систем;
- есть привилегированный в геологии параметр – третья космическая скорость, определяющая предельную энергию существования горных пород на Земле.

4. Известно, что прямым следствием релятивистских постулатов А. Эйнштейна является инвариантность интервала между событиями относительно преобразований пространственных координат и времени и соответственно их форма – преобразование Лоренца.

5. Рассматривая вопрос о синхронизации часов в движущихся системах, А. Эйнштейн показывает, что разница в их показаниях составит:

$$\Delta t = \Delta t' / (1 - V^2/C^2)^{0,5}. \quad (8.10)$$

Только что было показано – в геологии следует говорить не о движущихся системах отсчёта, а о подвижности шкалы времени. Шкала сжимается от древних эпох к настоящему. Это означает, что, оценивая датировку, скажем, начала фанерозоя, мы используем шкалу современных часов, в которых секундная стрелка движется быстрее, чем в докембрии. Сегодня секунда короче. Покажем на примере фанерозоя, как можно оценить такое временное смещение.

$$\Delta t = \Delta t' / (1 - V^2/ V_3^2)^{0,5}.$$

Примем для нижней границы фанерозоя временную датировку, приводимую А.А. Баренбаумом [3] – $\Delta t' = 570$ млн лет. В соот-

ветствии с нашими данными, $V = 12,94$ км/с (осадочный чехол Земли), $V_3 = 16,67$ км/с.

$$\begin{aligned}\Delta t &= 570 \cdot 10^6 / (1 - 12,94^2 / 16,67^2)^{0,5}; \\ \Delta t &= 570 \cdot 10^6 / (1 - 167,44 / 277,89)^{0,5}; \\ \Delta t &= 570 \cdot 10^6 / (1 - 0,602)^{0,5}; \\ \Delta t &= 570 \cdot 10^6 / (0,398)^{0,5}; \\ \Delta t &= 570 \cdot 10^6 / 0,631; \\ \Delta t &= 903 \cdot 10^6.\end{aligned}$$

Получается довольно большая разница между современными часами и часами фанерозоя. Очевидно, что чем дальше вглубь геологических событий мы будем двигаться, тем существеннее древнее окажутся геологические события прошлого по отношению к современным часам.

В докембрии геологические «ходики тикали медленнее» по отношению к часам современным. Полученные цифры показывают, что за эон фанерозоя докембрийские часы ускорили свой ход почти на 300 млн лет.

Принимая во внимание теорию расширения Вселенной, можно говорить, что расширение пространства и укорачивание секунды, создают мощное ускорение эволюционных процессов. Такой вывод хорошо согласуется с материалами, изложенными в главах 2–5.

Синхронизация геологических часов является важнейшей и принципиальной процедурой при построении геологической истории Земли и отдельных её регионов. Заметим, что эта процедура никогда ещё в геологии не использовалась.

Глава 9.

ПРИНЦИП АКТУАЛИЗМА В ГЕОЛОГИИ

Были ли законы природы вчера такими же, как и сегодня, и останутся ли они такими же и завтра?

Анри Пуанкаре

9.1. Актуализм сегодня

Принцип актуализма является главным постулатом геологии. Его можно записать в виде следующего афоризма:

сегодня, как всегда, и всегда, как сегодня.

Это та аксиоматическая истина, с которой геология начинается и на базе которой она существует по сегодняшний день. Если её «упразднить», то все теории и представления современной геологии, потеряют свой смысл и их «достоверность» окажется в лучшем случае очень спорной или попросту ложной.

Для иллюстрации этого тезиса приведём один пример. Отложения современных ледников Земли изучены достаточно хорошо и в широком диапазоне параметров. Принцип актуализма позволяет утверждать, что, если ледники существовали и в более древние эпохи истории Земли, то о них могут свидетельствовать древние породы аналогичного типа. Такие породы были найдены на огромных территориях, установлены границы их распространения и получены характерные возрастные датировки. На этих материалах сформировалась так называемая *ледниковая теория*. Вначале речь шла о четвертичных оледенениях, таких, например, как окское, днепровское, московское, валдайское на Русской равнине, миндель, гюнц в Альпах, висконсин, иллинойс, небраска в Сев. Америке и др. Позже удалось реконструировать и более древние оледенения, начиная с криптозоя. Появилась возможность воссоздать центры похолодания и даже построить шкалу гипотетической последовательности ледниковых и тёплых периодов за последний миллиард лет [12].

Естественно у этой теории существуют свои внутренние трудности, в основном связанные с датировками и вопросами корреляции различных отложений. Частично их удаётся преодолевать, хотя, навряд ли, все они устранимы в принципе. Однако, у *ледни-*

ковой теории, несмотря на её кажущуюся очевидность, существуют альтернативные варианты [40]. Одним из оснований для отрицаний ледниковой теории являются многочисленные находки в отложениях ледникового типа остатков морской фауны. Эти находки можно было бы объяснить морскими трансгрессиями, происходящими одновременно с «ледниковыми периодами». Но такие совпадения несовместимы с позициями физической географии о сокращении объёма жидкой фазы океана при переходе значительной её части в лёд, что должно сопровождаться регрессиями. Против ледниковой теории «работают» и оценки скоростей распространения ледниковых покровов и их экзарационной способности [27], а также некоторые геологические данные, связанные с сохранением рыхлых кор выветривания под «ледниковыми» отложениями. Существуют и много других данных, которые не укладываются в ледниковую теорию.

Тем не менее, ледниковая теория сегодня наиболее полно разработана. Пока для неё нет хорошей замены, но она далеко не безукоризненна и не может объяснить большое число фактов, многие из которых «работают» против неё.

Общая и неустраняемая трудность её верификации состоит в том, что нам не дано заглянуть в прошлое, нам дана возможность только интеллектуального воспроизводства вариантов, не проверяемых в принципе. В этом смысле прогноз прошлого хуже прогноза будущего, результатов которого, вообще говоря, можно дождаться.

Актуализм далеко не современная концепция. Его идеи появились ещё в эпоху Возрождения (XVI–XVII вв.) и в той или иной форме содержались в работах Леонардо да Винчи, Николы Стенона, Ж. Бюффона, Д. Геттона, М. В. Ломоносова. Однако в наиболее полном виде они были сформулированы Чарльзом Лайелем в его работе «Основы геологии, или попытки объяснить древние изменения поверхности Земли действующими и сейчас процессами» [1830–1833 гг.]. Ч. Лайель попытался сделать историю Земли познаваемой, определив три основных принципа.

1. Все процессы, меняющие облик Земли, постоянны во времени – *принцип однообразия*.

2. Силы, определяющие развитие Земли, действуют медленно, но непрерывно – *принцип непрерывности*.

3. Мало заметные изменения за длительный период непрерывного действия приводят к большим переменам без дополнительных катастроф – *принцип суммирования*.

Это форма понимания актуализма является наиболее простой. Она предполагает простую повторяемость геологических процессов в истории развития Земли и обычно называется *униформизмом* (*uniform* – форма, англ.). По существу, это концепция эволюционизма.

Несмотря на недостатки и ошибки, которые не только возможны, но и неизбежны в процессе познания явлений природы, униформистские взгляды Ч. Лайеля для геологии сыграли исключительную и прогрессивную роль. Однако постепенно стало ясно, что *«сегодня не совсем так, как всегда»*, и принципы Ч. Лайеля были преобразованы в современную формулу: *«настоящее есть ключ к познанию прошлого»*, которую принято сегодня считать сутью метода актуализма.

Нетрудно понять, что с помощью такого «ключа» могут открываться многие, если не любые двери. Этот ключ больше похож на отмычку, хотя осознавать это печально.

Получаемые с её помощью реконструкции позволяют лишь как-то ориентироваться в геологической истории Земли, но не позволяют воспроизвести её достаточно уверенно, в том смысле, чтобы воссоздать геологические события без исключаящих друг друга вариантов. Хотя, наверное, правильнее было бы сказать при минимуме вариантов.

Основная ошибка многих геологов состоит в том, что они не делают различия между актуализмом как принципом и как методом. Принцип – это, вообще говоря, постулат. И здесь даже нельзя говорить, принимаем мы его или не принимаем. Мы вынуждены его принимать, потому что отказ от него – это лишь декларация, не дающая ничего взамен. Как только мы обращаемся к геологическим процессам, мы ищем *аналоги настоящего в прошлом*. И *обсуждение актуализма как принципа напоминает дискуссии о параллельных в евклидовой геометрии и о принципе выбора в теории множеств*. Актуализм же, как метод – это совсем другое, это уже пропись действий в конкретной геологической работе, это уже некий алгоритм. Наверное, правильней здесь говорить не о методе,

а о методах, так как в геологических приложениях такие прописи будут различными, хотя основа любой из них должна быть общей. Существуют многочисленные схемы, описывающие последовательность операций при методической реализации принципа актуализма, но все они крайне несовершенны. Трудности при создании таких схем, на мой взгляд, связаны с тем, что до сих пор не решена главная, *пространственно-временная проблема геологии*. Поэтому основную цель, стоящую перед геологией как наукой, следует рассматривать одновременно и как современную её проблему.

9.2. Эволюционируют ли законы природы?

Эта задача была рассмотрена Анри Пуанкаре в его книге «Последние мысли» [29]. Из текстовой ссылки следует, что до А. Пуанкаре вопрос об эволюции законов природы был поставлен в науке уже в конце XIX в. французским философом Эмилем Бутру. Суть его выглядела почти очевидной. Если весь мир непрерывно эволюционирует, то могут ли оставаться неизменными правила (законы), по которым эволюция совершается.

А. Пуанкаре рассмотрел эту задачу несколько иначе. *Можем ли мы установить*, меняются законы природы или не меняются?

Вначале он подошёл к этому вопросу с позиций математика, поставив одним из *условий геологические темпы таких изменений*. Ожидая получить ответ на языке математики, он исходил из того, что

• *совокупность законов равносильна системе дифференциальных уравнений, которые связывают скорости изменения различных элементов Вселенной с их величинами в данный момент времени* [29, с. 408].

Известно, что такая система имеет бесконечное множество решений. Для получения же определённости необходимо задать начальные условия. Последнее означает, что мы вынуждены опираться на известные законы. Достаточно простые умозаключения приводят Пуанкаре к выводу, что именно *неизменность законов является предпосылкой для наших аналитических решений*. Именно поэтому, математик не может ответить на вопрос, изменялись ли законы. Он вынужден *постулировать их неизменность*.

Дело в том, что законы выводятся из опыта, который ограничивает их использование. В рамках опыта не может быть принци-

пиальных ошибок. *Это интерполяция*. За границами же опыта мы входим в область *экстраполяции*. И здесь наши фантазии не имеют принципиальных ограничений.

Поскольку *предметно* обсуждать предполагаемое изменение законов можно только на основании фактов из прошлого, Анри Пуанкаре вынужден обращаться к методам геологических реконструкций. Опираясь на простые примеры, он показывает, что геолог имеет возможность делать выводы тогда, когда математик права на это не имеет. Но беда заключается в том, что *ошибочность выводов геолога очень высока и связана она с тем, что объём его заключений больше объёма предпосылок*. Иными словами, математик из одного факта может вывести только один факт, а геолог, наблюдаемый им факт, превращает как бы в центр излучения, создавая, по мнению А. Пуанкаре, что-то вроде светящегося кружка. Два таких кружка могут давать пересечение, создавая тем самым возможность противоречия. Таким образом, метод аналогий, который находится на вооружении геолога, не позволяет корректно ответить на вопрос об изменяемости или постоянстве законов природы. Для подтверждения такого вывода А. Пуанкаре даёт несколько примеров, которые не будем здесь приводить. Читатель легко может найти их сам в книге Пуанкаре [29].

Далее в поисках ответа на вопрос о том, можем ли мы обнаружить изменяемость законов Природы в процессе эволюции, Анри Пуанкаре обсуждает несколько мысленных экспериментов физического содержания. Он рассматривает закон Мариотта как пример только результирующего правила, молекулярные законы как истинные законы, возможности теплового равновесия, вопрос изменения скоростей тел, которые *«должны стремиться убывать, так как их живая сила стремится превратиться в тепло, и что, возвращаясь к достаточно удалённому прошлому, мы дошли бы до эпохи, когда скорости, сравнимые со скоростью света, не были исключением, так что законы классической динамики не были верны»* [29, с. 417].

В итоге своего анализа возможности обнаружения современной наукой изменяемости законов в процессе эволюции Пуанкаре приходит к следующему выводу:

- *...нет ни одного закона, о котором мы могли бы с уверенностью сказать, что в прошлом он был верен с той же степе-*

ную приближения, что и сейчас. Больше того, не существует ни одного закона, про который мы могли бы с уверенностью сказать, что невозможно доказать его несправедливость в прошлом [29, с. 418].

Таким образом, можно утверждать, что принцип актуализма не является очевидной истиной, но у нас нет оснований, чтобы исключить его из обращения в качестве аксиомы.

9.3. Возможная эволюция шкал пространства и времени

Квантовые принципы развития Земли привели сегодняшнюю геологию к пониманию геологической неопределённости [19, 23]. Суть её состоит в том, что шкала энергосодержаний пород, с помощью которой характеризуется геологическое пространство, и шкала времени, связаны между собою таким образом, что устойчивость масштаба одной из шкал определяет изменчивость масштаба другой. Это свойство геологического пространства-времени приводит к тому, что мы в принципе, не можем сказать, сжимается ли пространство, и это сжатие воспринимается нами как ускорение процессов, с помощью которых измеряется время или ускоряются сами процессы, компенсируя расширение пространства.

Очевидно, что и то и другое явление можно рассматривать как особенности эволюции. Меняются ли при этом законы Природы сказать невозможно, поскольку принцип неопределённости, связывающий время и пространство, не позволяет эти возможные изменения обнаружить в принципе.

Две работы С. М. Базарова [1, 2] позволяют надеяться на установление физической ясности в понятии геологической неопределённости. Для волновой функции, описывающей состояние частицы, он находит второй виртуальный член, который отражает внутреннее свойство пространства, содержащего частицу, – свойство производить и тут же потреблять время, то, что Де-Бройль назвал согласованностью фаз [11]. Анализ нового вида волновой функции привёл С.М. Базарова к раскрытию квантовых свойств вакуума. Изменение уровней его состояния должно сопровождаться выделением или поглощением кванта энергии, управляющим ходом времени. Переход вакуума с одного уровня на другой, вероятно, тождественен изменению пространства, что, как следствие,

приводит к изменению скорости процессов, являющихся природным «инструментом» отсчёта времени (естественными часами). Таким образом, изменение состояния вакуума является тем феноменом, который определяет ход всех мировых часов.

Самым замечательным в этих построениях является то обстоятельство, что они поддаются экспериментальной проверке. Суть её основана на следующих известных достижениях астрономии – выводе о нестационарности Вселенной (А.А. Фридман, 1922–1924 гг.), установлении красного смещения спектра галактик, выводе об их разбегании и изотропности Вселенной (Э. Хаббл, 1929 г.), теории Большого взрыва (Г. Гамов, 40-е годы XX в.), открытии реликтового излучения Вселенной (У. Вильсон, А. Пензиас, 1965 г.), подтверждающим её изотропию и хорошо укладывающимся в теорию Большого взрыва. Таким образом, наиболее разработанная сегодня космогоническая концепция говорит о том, что на протяжении последних $17 \cdot 10^9$ лет Вселенная расширяется, а значит, межгалактический вакуум её растёт, достигнув на сегодня 10^{-31} – 10^{-32} г/см³.

Рост вакуума в межгалактическом пространстве Вселенной в соответствии с приведёнными построениями должен приводить к изменению уровней его состояния с выделением определённых квантов энергии. Каждый акт квантования ускоряет ход мировых процессов, воспринимаемый нами как ускорение хода всех часов или как сжатие масштаба временной шкалы.

Если же мы воспринимаем скорость процессов и соответственно ход времени неизменными (в геологии это отражено в идее актуализма), то вынуждены утверждать неустойчивость шкалы энергосодержаний. Таким образом, принцип неопределённости в геологии возникает, вообще говоря, *на незнании физической сущности времени*. Раскрытие этой сущности позволяет уверенно говорить о том, *шкала энергосодержаний пород имеет постоянный масштаб, определяемый процессом квантования вакуума Вселенной, а ход времени ускоряется*. Однако геологическая неопределённость всё равно сохраняется и не только потому, что неизвестным остаётся начало изменения хода времени, то есть того момента, когда «пустота» Вселенной из невакуума стала вакуумом, но и потому, что величина кванта энергии продолжает быть

известной лишь приблизительно (*нам не дано измерить её непосредственно и независимо от времени*).

Таким образом, и принцип неопределённости, выявленный в геологии, не делает аксиому актуализма, очевидной. Он лишь показывает, что квантовая смена геологических событий, каким-то образом может сопровождаться изменением законов. Но не больше. Достоверность такой возможности по-прежнему остаётся неочевидной.

Общие выводы:

1. Принцип актуализма, эксплуатируемый в геологии в качестве основной аксиомы, является таким же неопределённым, как постулат о параллельных в евклидовой геометрии и аксиома выбора в теории множеств.

2. Можно сделать предположение, что в любой достаточно общей научной теории должен существовать постулат такого неопределённого типа.

3. Подобный постулат является атрибутом принципа неопределённости, показывающего, что всякая теория лишь претендует на выделение частного из принципиально неделимого целого. Тем самым она нарушает закон целостности [25]. И это формально должно закрепляться хотя бы одной *неочевидной* аксиомой. Иначе наука развиваться не может.

Закключение

Каждому размеру свой ритм. И, значит,
планетарному движению – планетарное величие.

П. Шарден

Геология переживает принципиальные перестройки методологического характера. Формируется его новая парадигма. Развитие этого направления может быть продуктивным только на базе физического метапространства геологии. Чтобы понять принципы его строительства, необходимо увидеть связь между фундаментальными идеями физики и фундаментальными идеями геологии.

Базовые идеи геологии. (Рассматриваются с некоторыми текстовыми повторениями из предыдущих глав).

Событийный мир.

В 1669 г. датчанин Николаус Стено (Николо Стенон) опубликовал свой основной труд, в котором на основании результатов собственных геологических исследований в окрестностях Флоренции пришел к выводам, положившим начало современному геологическому картированию и стратиграфии. В сегодняшней терминологии его идеи можно оформить в виде тождества:

выше/ниже \equiv позже/раньше.

Это тождество декларирует пространственно-временной изоморфизм, то есть правомерность подмены временных и пространственных терминов. Слои, залегающие ниже, образовались раньше, слоев верхних. Тем самым обосновывается событийный подход в познании геологической истории. На нем построена вся сегодняшняя стратиграфия, временные соотношения между геологическими телами и, в конечном счете, вся геологическая история Земли.

- Эта идея возникла на 230 лет раньше СТО (1900) и даже до великих «Начал» Ньютона (1687).
- Никто из физиков ни во времена Ньютона, ни позже не обратил на неё внимание.
- Этого не произошло и эпоху кризисных перестроек в физике – начале XX в.

- Геология и физика развивались независимо как бы сами по себе.
- К концу XX столетия в стратиграфии накопились и искали своего разрешения несколько серьезных проблем, связанных с различием взглядов на естественность стратиграфических шкал.
 - Возникло множество стратиграфий, достигших к 1985 г. числа 130.
 - Такая кризисная ситуация появилась из-за того, что *принцип событийности в геологии постепенно привел к использованию множественности часов* (по С.В. Мейену – сколько процессов, столько и времен) [19].
 - Все часы имеют разный ход. Шкалы всех часов равноправны.
 - Возникла необходимость синхронизации хода часов-процессов.

Квантовые идеи в геологии.

Для снятия проблемы синхронизации часов А.Н. Павловым в 1983 г. было сформулировано два постулата [18, 19]:

1. Нет привилегированного процесса, который бы отсчитывал эталонное для мира время.

2. В геологии есть привилегированный параметр – энергосодержание пород, которое можно использовать в качестве геологического хронометра.

- Для оценки энергосодержания пород была предложена феноменологическая формула, учитывающая минеральный состав породы, массу минералов и энергии их кристаллических решеток в стандартных условиях [18, 19].

- С её помощью осадочные толщи фанерозоя, «заполняющие» Международную стратиграфическую шкалу, были заменены их энергосодержаниями.

- Анализ связи энергосодержаний пород фанерозоя с геократическими режимами позволил установить *ранее неизвестную закономерность в геологическом развитии Земли, заключающуюся в том, что Земля периодически накануне кембрийского и в конце силурийского, пермского, юрского и неогенового периодов получала кванты энергии из космоса около $1 \cdot 10^{29}$ Дж, которые обуславливали смену геократических режимов и обеспечивали необходимый энергетический минимум для перехода оса-*

дочного чехла на новые устойчивые структурно-вещественные уровни [22].

- Это была новая для геологии квантовая парадигма.
- Установленная квантовая закономерность геологического развития Земли привела к раскрытию **геологической неопределенности – аналога неопределённости Гейзенберга.**

- Этот принцип утверждает неделимость геологического пространства (евклидового пространства, занятого горными породами) и геологического времени – **существование геологического пространства-времени как единой физической субстанции.**

- Суть принципа геологической неопределенности состоит в том, что шкала энергосодержаний пород, с помощью которой характеризуется пространство, и шкала времени связаны между собой таким образом, что **устойчивость масштаба одной из шкал определяет изменчивость масштаба другой.**

- На основе геологического аналога принципа неопределенности был получен геологический аналог постоянной Планка ($\hbar_g = 2,3 \cdot 10^{43}$ Дж·с – по модели 1991 г [23]).

- Вероятно, этот аналог определяет условия перехода Вселенной на новые энергетические уровни и предполагает наличие ритмов колоссально низких частот.

- Это свойство геологического пространства-времени приводит к тому, что мы, в принципе, не можем сказать, сжимается ли пространство, и это сжатие мы воспринимаем как ускорение *процессов, с помощью которых измеряется время, или ускоряются сами процессы, компенсируя расширение пространства.*

- По схеме М. Планка на основе \hbar_g , постоянной тяготения (G) и скорости света в вакууме (C) были вычислены величины предельных размеров мегамира [21]:

- $L_g = 3 \cdot 10^4$ м, $t_g = 10^{-4}$ с, $m_g = 4 \cdot 10^{30}$ кг, $\rho_g = 1,5 \cdot 10^{17}$ кг/м³

- Таким образом, если квантовая механика численно определяет ограничения в микромире (снизу), то «квантовая геология» дает числовые ограничения для мегамира (сверху).

- Мир дискретен и «сверху» и «снизу». Принцип неопределенности работает везде.

- Мегаразмы имеют физические сущности. Ими оказались вращающиеся нейтронные звезды (пульсары). (Характеристики

пульсаров практически совпадают с дискретностью мегамира [22]).

Ритмическая структура Вселенной [14].

- Вселенная является многоуровневой резонансно-взаимосвязанной системой циклических процессов.

- Ее микро-, макро- и мегаритмика определяется парой перворитмов, рассматриваемых как её генетический код.

- Частота перворитмов определяется константами G , C и \hbar .

- Структурная ритмика Вселенной построена на интервалах пифагорова строя (прима, кварта, квинта, октава).

- Перворитмы А.Е. Куликович связывает с физическим вакуумом Вселенной, который оно отождествляет с пространственно-временной пеной. На основе предложенного им обобщенного уравнения геологической истории он вычисляет мегаритмы Вселенной в млрд лет: 16,896; 11,264; 8, 448; 5,632; 4,224; 2,816 и т.д.

- Заметим, что это ритмы обладают исключительно низкими частотами и потому могут предполагать существование кванта действия, принципиально отличного от постоянной Планка.

- Оценив возраст Вселенной в 21,716 млрд лет (по постоянной Хаббла 45 км/(с·Мпс) и вычитая из него продолжительность первого самого большого мегаритма (16,896 млрд лет), он получил дату начала геологической истории (4,820 млрд лет), что хорошо согласуется с оценками исторической геологии.

- Раскручивая время в обратном направлении, А.Е. Куликович получает вполне удовлетворительные датировки известных геологических событий.

Универсум П. Шардена [42].

Идеи П. Шардена не являются геологическими в прямом смысле. Однако они могут быть причислены к геологическим, как минимум, по трем причинам:

1. Мари-Жозеф Пьер Тейяр де Шарден в сегодняшней кадровой научной терминологии может быть назван доктором геолого-минералогических наук, поскольку защищал докторскую диссертацию по теме «Млекопитающие нижнего эоцена Франции», после чего стал профессором кафедры геологии в Католическом университете в Париже.

2. Участвовал в экспедициях, открывших синантропа.

3. Разрабатывал понятие «ноосфера» как новой оболочки Земли – оболочки разума и духа.

Основные идеи, внесенные П. Шарденом в науку, можно сформулировать в виде следующих тезисов:

- Ткань универсума – это бесконечная и неуничтожимая основа Мира. Это ткань космоса. Она образует целое.

- Понятие универсума объединяет внешнюю и внутреннюю сторону вещей.

- Энергия рассматривается как наиболее примитивная форма ткани универсума и как основа, из которой произошла материя-вещество.

- Понятия «энергия» и «вещество» не являются тождественными.

- Энергия – это мера того, что переходит от одной элементарной единицы вещества к другой. Это способность к связи и *выражение состава*.

- Для понятия универсума П. Шарден использует такую иллюстрацию:

«Разбирая машину на части, мы перестаем понимать, как она может двигаться вперед... Но, тем не менее, машина перед нами, и она движется вперед» [42, с. 117].

- Эволюция рассматривается как основное условие, которому должны подчиняться и удовлетворять все теории, гипотезы и системы.

- Универсум П. Шардена имеет начало – точку альфа и вершину – центр омега.

- Точка альфа – символ некоей начальной целостности, которая послужила началом Мира. Её распад создал множественные ветви развития, которые в современной науке оформляются как дивергенция знания.

- Точка омега – символ новой конечной целостности, в которой границы между элементами универсума исчезают и становятся всеядными.

- В точке альфа целостность мира состояла в неразличимости его элементов. Такая же неразличимость должна наступить и в точке омега. В качестве их физического аналога (иллюстративного) можно предложить критическую точку на диаграмме фазо-

вого равновесия в системе вода-пар. Известно, что за пределами этой точки вода и пар становятся неразличимыми.

Заметим, что в современной теории струн диаграмма фазового состояния воды также приводится в качестве иллюстрации при рассмотрении так называемых флоп-перестроек (переходов многообразия Калаби-Яу). Некоторые физики считают, что между этими явлениями существует тесная математическая и физическая связь.

Прошлое, настоящее и будущее [22]).

Событийный принцип, введенный в геологию ещё Н. Стеноном, позволяет констатировать, что *события-часы* пишат свой циферблат в пространстве. Время как бы «вмораживается» в него, материализуясь в горных породах, минералах, остатках животных и растений, в древних храмах, городах и т.п. Становясь *прошлым*, события-часы останавливаются, перестают «тикать». Это означает, что *прошлое* (предмет геологии) – это время, связанное с пространством. Оно имеет градиентную размерность, фиксируя то, что можно назвать *временной напряжённостью*.

$$E_t = \text{grad } t. \quad (1)$$

• «Остановившееся» в горных породах время t выполняет функции потенциала поля. Величина $\text{grad } t$ показывает ту «силу», с которой *пространство поглощало* (связывало) *время*. Она направлена по радиусу к источнику времени и потому является величиной отрицательной. Следуя базовым представлениям теории поля, можно записать:

$$\tau = -D \text{ grad } t. \quad (2)$$

В этой фундаментальной формуле τ – *время без пространства* («поток» времени из будущего, с); D – *пространство без времени* – настоящее, м; $\text{grad } t$ – *связанное пространство-время* – прошлое, с/м.

Появляется следующая схема формирования прошлого:

• **Время без пространства** неосязуемо, оно находится вне сферы чувственного восприятия и принадлежит **будущему**. Это и есть некое дление. Дление вне нас, в запредельном.

• **Пространство** осязуемо, мы чувственно воспринимаем его в рамках геометрии Евклида, мы его часть.

• **Время становится осязуемым только в пространстве.** Пространство связывает время и останавливает его ход. От этого

взаимодействия остаются различные события-метки (следы событий), которые формируют различные событийные шкалы, иначе – циферблаты.

В такой постановке становится понятной *мгновенность настоящего, скрытость будущего и реальность прошлого*. В этой схеме *стрела времени направлена из будущего в прошлое*. Из прошлого направлен вектор временной напряжённости пространства.

- Общая мерность выражения (2) равна 11. Два вектора – τ и $\text{grad } t$, а также величина D , которая представляет собой матрицу 3×3 [как тензор второго ранга, соединяющий два вектора (тензоры первого ранга)].

- Вектор τ – время, вектор $\text{grad } t$ – пространство-время, D – девятимерное пространство.

Заметим, что 11-мерная система прошлого, настоящего и будущего, полученная как геологическая конструкция, в основном соответствует 11-мерному многообразию Калаби-Яу, эксплуатируемому в М-теории физики струн.

Общие выводы:

- Пространственно-временные проблемы являются центральными как в физике, так и в геологии.

- Пространственно-временные представления развивались в этих науках независимо, однако в их решениях оказалось много общего.

- Микро- и мега-миры – два масштаба одной целостности. Эти масштабы имеют смысл и различие только относительно человека-наблюдателя.

- Понять и измерить их структуру на реальном уровне человеку, по-видимому, не под силу. Нет инструмента, который бы измерил пространственно-временную пену и мегаритмы. Параметры этих структур только вычисляются и интерпретируются с помощью человеческого разума.

- Геологические наблюдения могут быть использованы в качестве экспертных оценок для физических теорий, пытающихся описать историю и структуру Вселенной.

- Достижения физических теорий могут быть включены в теоретические схемы наук о Земле.

- При построении метапространства геологии полезно ориентироваться на современную физическую теорию струн.

- Физическая теория струн может найти основу для «экспериментальной» проверки в геологической информации.

Сравнение базовых идей физики и геологии позволяют сформулировать несколько основных рекомендаций для построения метапространства геологии:

1. Метапространство должно быть событийным и включать понятия прошлого, настоящего и будущего как 11-мерную конструкцию.

2. Стрела времени должна быть направлена из будущего в прошлое.

3. Метапространство следует рассматривать как дискретное.

4. Необходимо искать связи между геологическими перестройками планетарного характера и флоп-перестройками с разрывом пространства в теории струн.

5. Рассматривать метапространство как энергетическую часть универсума П. Шардена.

Литература

Список ссылок.

1. *Базаров С.М.* Квантовая гравитация и свехсуперсимметрия как основа суперквантовой механики. – М., 1984 (ВИНИТИ № 7528-Деп.).
2. *Базаров С.М.* Великая теорема Ферма, Великое объединение, де-бройлевское представление времени уравнения Гильберта-Эйнштейна, склейка изотропного пространства-времени евклидовой метрики в суперквантовой механике. – М., 1986. (ВИНИТИ № 2182-В).
3. *Баренбаум А.А.* Галактика. Солнечная система. Земля. – М.: ГЕОС, 2002. – 392 с.
4. *Гаррелс Р., Макензи Ф.* Эволюция осадочных пород. – М.: Мир, 1974. – 225 с.
5. *Гегель Г.* Философия религии. Т. I. – М.: Мысль, 1975. – 533 с.
6. *Герман М.А.* Спутниковая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 367 с.
7. *Грегори Р.* Разумный глаз. – М.: Мир, 1972. – 216 с.
8. *Гриб А.А.* Возможно ли движение назад во времени? // Природа, 1974, № 4, с. 24-32.
9. *Грин Б.* Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. – М.: Едиториал УРСС, 2005. – 288 с.
10. *Данлон С.* Азбука звёздного неба. – М.: Мир, 1990. – 238 с.
11. *Де Бройль Л.* Соотношение неопределённости Гейзенберга и вероятностная интерпретация волновой механики. – М.: Мир, 1986. – 340 с.
12. *Джон Б., Дербшир Э., Янг Г.* и др. Зимы нашей планеты. – М.: Мир, 1982. – 336 с.
13. *Козырев Н.А.* Избранные труды. – Л.: ЛГУ, 1991. – 445 с.
14. *Куликович А.Е.* Взаимосвязь истории Земли и Вселенной // Зап. ЛГИ им. Г.В. Плеханова. Т. 134. Концептуальные основы геологии – СПб.: ЛГИ, 1992, с. 77-86.
15. *Мамулов С.А.* Способы вычисления энергии решёток кристаллов // Тр. Вост. научно-исслед. горно-рудного института и горн. факультета Сиб. металлургического ин-та им. С. Орджоникидзе. – Сталинск, 1961, вып. 2. – 191 с.
16. *Мейен С.В.* Спорные вопросы стратиграфии // Природа, 1974, № 12, с. 16-22.
17. *Павлов А.Н.* Основы системного подхода в геологии. – Л.: ЛПИ, 1981. – 83 с.
18. *Павлов А.Н.* О принципе неопределённости в геологии // Докл. АН СССР, 1985, т. 281, № 6, с. 1414-1416.
19. *Павлов А.Н.* Квантовые принципы развития Земли – новая парадигма геологии // Принципы развития и историзма в геологии и палеобиологии. – Новосибирск: Наука, 1990, с. 115-122.
20. *Павлов А.Н.* Основы экологической культуры. – СПб.: Политехника, 2004. – 333 с.
21. *Павлов А.Н.* Начала экологической культуры. – СПб.: РГГМУ, 2006а. – 205 с.
22. *Павлов А.Н.* Геофизика. Общий курс о природе Земли: Учебник для вузов. – СПб.: РГГМУ, 2006 б. – 378 с.
23. *Павлов А.Н.* Квантовая закономерность развития Земли // Уч. зап. РГГМУ, 2006 в, № 2, с. 213-228.

24. Павлов А.Н. Пространственно-временная структура гидросферы. – СПб.: РГГМУ, 2007. – 173 с.
25. Павлов А. Н. Временные категории в гидрогеологии. – СПб.: РГГМУ, 2008. – 103 с. (Гл. 6. Принцип целостности, с. 86-95).
26. Павлов А.Н., Одесский И.А., Иванов А.И. и др. Общая и полевая геология. – Л.: ЛО «Недра», 1991. – 463 с.
27. Петерсон У.С. Физика ледников. – М.: Мир, 1972, с. 312.
28. Пригожин И. От существующего к возникающему. Время и сложность в физических науках. – М.: Наука, 1985. – 327 с.
29. Пуанкаре А. О науке. – М.: Наука, 1983. – 294 с.
30. Саранчина Г.М., Шинкарёв Н.Ф. Петрология магматических и метаморфических пород. – Л.: Недра, 1973. – 392 с.
31. Сауков А.А. Геохимия. – М.: Наука, 1966. – 487 с.
32. Толстой Л.Н. Война и мир. Т. III, IV. – Л.: Лениздат, 1984. – 767 с.
33. Угаров В.А. Специальная теория относительности. – М.: Наука, 1977. – 383 с.
34. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс Э. Фейнмановские лекции по физике. Т. 1. – М.: Мир, 1965. – 267 с. Т. 3-4, 1977.
35. Фейнман Р. Характер физических законов. – М.: Наука, 1987. – 160 с.
36. Флоренский П.А. Анализ пространственности и времени в художественно-образительных произведениях. – М.: Изд. группа «Прогресс», 1993. – 321 с.
37. Флоренский П. Имена. – М.: Эксмо, 2006. – 894 с.
38. Чернин А.Д. Звёзды и физика. – М.: Наука, 1984. – 160 с.
39. Чернин А.Д. Физика времени. – М.: Наука, 1987. – 222 с.
40. Чочиа Н.Г. О соотношении оледенений и морских трансгрессий. В кн.: Современное и древние оледенения равнинных и горных стран. – Л.: ВГО, 1978, с. 87-97.
41. Хокинг С. Краткая история времени. – СПб.: Амфора, 2005. – 265 с.
42. Шарден П. Феномен человека. – М.: Наука, 1978. – 240 с.
43. Шафрановский И.И. Симметрия в природе. – Л.: Недра, Л.О., 1968. – 184 с.
44. Щербина В.В. Основы геохимии. – М.: Недра, 1972. – 295 с.
45. Эткинс П. Порядок и беспорядок в природе. – М.: Мир, 1987. – 224 с.
46. Parks D.N., Thrift N.J. //Times Spaces and Place: A Chronographical Perspective. – New York: John Wiley & Sons, 1980.

Список без ссылок (к главам 2, 3, 4, 5)

1. Алексеев А.С. Двучленное деление каменноугольной системы / Эволюция биосферы и биоразнообразие: К 70-летию А.Ю. Розанова. – М., 2006, с. 527-539.
2. Берарделли П. Another big bang for biology, ScienceNOW Daily News, 3 января, 2008.
3. Ваггонер Б. Эдиакарские биоты в пространстве и времени, Integrative and Comparative Biology, 43:104–113, 2003.
4. Веллс Д. Идолы эволюции. – Вашингтон: изд-во Regnery Publishing, 2000, с. 41-42.
5. Виланд К. Святой Грааль или еще одна эволюционная сказка? // Журн. Creation 27(3):20–22, 2005.

6. Бикерман Э. Хронология Древнего мира. Ближний Восток и античность / Пер. с англ. И. М. Стеблин-Каменского (E.J. Bickerman, Chronology of the Ancient World, London, 1969). – М.: Наука, 1975. – 336 с.
7. Большая советская энциклопедия: В 30 т. – М.: Сов. энциклоп., 1969–1978.
8. Бялко А. В. Парадоксы истории радиоуглерода // Природа, 1996, № 7, с. 72.
9. Геологический словарь. В 2-х т. / Под ред. К.Н. Паффенгольца и др. – М.: Недра, 1978.
10. Дергачев В.А. Радиоуглеродный хронометр // Природа, 1994, № 1, с. 3-15. [http... new.chronologia.org/volume1/antur_c13.html](http://new.chronologia.org/volume1/antur_c13.html)
11. Дарлингтон Ф. Зоогеография / Пер. с англ. – М., 1966. – 354 с.
12. Елкин Е.А. От закономерностей в эволюции биоты к закономерному упорядочению подразделений глобальной и региональных стратиграфических шкал // Эволюция биосферы и биоразнообразия (к 70-летию А.Ю. Розанова). – М.: Товарищ-во научн. изд. КМК, 2006, с. 477-491.
13. Желоховцев А.Н. Подотряд Symphyta (Chalastogastra) – Сидячебрюхие // Определитель насекомых европейской части СССР. Т. 3. Перепончатокрылые. Ч. 6. – Л.: Наука. 1988, с. 1-268.
14. Желоховцев А.Н., Зиновьев А.Г. Список пилильщиков и рогахвостов (Hymenoptera, Symphyta) фауны России и сопредельных территорий. II // Энтомологическое обозрение, 1996. Т. 75, вып. 2, с. 357-379.
15. Зиновьев А.Г. Дополнения и исправления к списку пилильщиков (Hymenoptera, Symphyta) фауны России и сопредельных территорий // Энтомологическое обозрение, 2000. Т. 79, вып. 2, с. 450-457.
16. Инфракласс Сумчатые – Metatheria // Павлинов И. Я. Систематика современных млекопитающих. – М.: изд-во МГУ, 2003. – 297 с.
17. Иорданский Н. Н. Развитие жизни на земле. – М.: Просвещение, 1981. – 191 с.
18. Карлтон Рэй Д., Маккормик-Рэй М. Д. Живой мир полярных районов. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 248 с.
19. Клейн Л.С. Археология спорит с физикой // Природа, 1996, № 2.
20. Колчин Б.А. Дендрохронология Новгорода // Материалы и исследования по археологии СССР. Сборник, посвященный 70-летию А. В. Арциховского. – М., 1972; Т. 117. – М., 1963.
21. Колчин Б.А., Черных Н.Б. Дендрохронология Восточной Европы. – М.: Наука, 1977.
22. Короновский Н.В., Якушова А.Ф. Относительная геохронология. geo.web.ru/db/msg.html?uri=part18...htm&mid=1163814
23. Короновский Н.В., Хаин В.Е., Ясаманов Н.А. Историческая геология: Учебник. – М.: Академия, 2006. – 448 с.
24. Лазарев С.С. Понятие «время» и геологическая летопись земной коры // Вопросы философии, 2002, № 1, с. 77-89.
25. Мазарович А.Н. Основы региональной геологии материков, ч. 2. – Южные материка, океаны и общие закономерности развития структуры земной коры. – М., 1952.
26. Малаховская Я.Е., Иванцов А.Ю. Вендские жители Земли. – Архангельск: изд-во ПИН РАН, 2003. – 48 с.

27. *Маршалл К.Р.* Объяснение Кембрийского «взрыва» животных, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 34:355–384, 2006.
28. *Мейен С.В.* Время без часов, или похвальное слово создателям геохронологии // *Знание – сила*, 1986, № 12, с. 33-34.
29. *Михайлова И.А., Бондаренко О.Б.* Основные геологические (стратиграфические) подразделения. В кн.: *Палеонтология: Уч. пос. Ч. 1.* – М.: Изд-во МГУ, 1997, с. 76.
30. *Монин А.С.* Естественная периодизация истории Земли // *История Земли.* – Л.: Наука, 1977. – 228 с.
31. *Монин А. С.* Популярная история Земли. 2-е изд. – М.: Наука, 1980. – 224 с.
32. *Мянниль Р. М.* История развития Балтийского бассейна в ордовике. – Таллин: Валгус, 1966. – 199 с. [alib.ru>5_myannil_r...baltiyskogo_basseyna...ordovike...](http://alib.ru/5_myannil_r...baltiyskogo_basseyna...ordovike...)
33. *Никитин И. Ф.* Ордовик Казахстана, ч. 1–2. – Алма-Ата, 1972–73.
34. *Никифорова О. И., Андреева О. Н.* Стратиграфия ордовика и силура Сибирской платформы и ее палеонтологическое обоснование (Брахиоподы) // *Тр. ВСЕГЕИ.* Нов. сер, 1961. Вып. 1.Т. – Л., 1961.
35. *Обут А. М.* Зональное расчленение ордовика в СССР по граптолитам. В кн.: *Стратиграфия и корреляция ордовика и силура.* – Л., 1960.
36. *Олейников А.Н.* Геологические часы. – Л.: Недра, 1987. – 151 с.
37. Полная иллюстрированная энциклопедия. «Млекопитающие». Кн. 2. = *The New Encyclopedia of Mammals /* Под ред. Д. Макдональда. – М.: Омега, 2007, с. 370-427, 434-436.
38. *Пономаренко А. Г., Сукачева И. Д.* 2001. Насекомые конца триаса–начала юры // *Экосистемные перестройки и эволюция биосферы.* Вып. 4. – М.: ПИН РАН, 2001, с. 97-107.
39. *Расницын А. П.* Происхождение и эволюция низших перепончатокрылых // *Тр. ПИН АН СССР*, т. 123. – М.: Наука, 1969. – 196 с.
40. Сайты википедии.
41. Сайт международной стратиграфической комиссии [rudocs.exdat.com>docs/index-55920.html...](http://rudocs.exdat.com/docs/index-55920.html)
42. *Соколов Б. С. и др.* Стратиграфия, корреляция и палеогеография ордовика СССР. В кн.: *Стратиграфия и корреляция ордовика и силура.* – Л., 1960.
43. Словарь по естественным наукам. Глоссарий.ру, 2000–2006.
44. *Сорохтин О. Г., Ушаков С. А.* Происхождение Земли и ее догеологическая история // *Развитие Земли.* – М.: Изд-во МГУ, 2002, с. 92-93.
45. *Стратиграфический кодекс России.* – М.: Межвед. стратиграф. комитет России; ВСЕГЕИ, 2006. Прил. 3, п. 3.6.
46. *Стратиграфия СССР*, т. 3. Кембрийская система / Под ред. Н. Е. Чернышевой. – М., 1965.
47. *Страхов Н. М.* Основы исторической геологии. 3-е изд. Ч. 1-2. – М.- Л., 1948.
48. *Ушаков С.А., Ясаманов Н.А.* Дрейф материков и климаты Земли. – М.: Мысль, 1984. – 206 с.
49. *Фред Дж., К.Р.* Докембрийские метазоны в рамках теории молодой земли // *J. of Creation* 13(2):90–95, 1999.
50. *Хаин В. Е., Короновский Н. В., Ясаманов Н. А.* Историческая геология: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1997.

51. Хаин В. Е., Шейнманн Ю. М. Сто лет учения о геосинклиналях // Сов. геол., 1960, № 11.
52. Хаин В. Б. Общая геотектоника, 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1973. – 512 с.
53. Хаин В.Б. Региональная геотектоника: Северная и Южная Америка, Антарктида и Африка. – М.: Недра, 1971. – 548 с.
54. Черных Е.Н. Биокосмические «часы» археологии. chronos.msu.ru/~chernykh_biokosmicheskie.htm
55. Черных В.В. Зональный метод в биостратиграфии. Ч. 1. – Екатеринбург: РАН, 2005.
56. Шен, Б., Донг, Л., Сяо, С. и Ковалевский, М., Авалонский взрыв: эволюция Эдиакарского морфопространства, журнал Science 319:81–84, 2008.
57. Ясаманов Н.А. Древние климаты Земли. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 296 с.
58. Ясаманов Н.А. Популярная палеогеография. – М.: Недра, 1985. – 136 с.
59. Bambach, R.K. (December 2004). «Origination, extinction, and mass depletions of marine diversity». Paleobiology 30 (4): 522–542. DOI:<0522:OEAMDO>2.0.CO;2 10.1666/0094-8373(2004)030<0522:OEAMDO>2.0.CO;2.
60. Brasier, M.; Antcliffe, J. (2004). «Decoding the Ediacaran Enigma». Science 305 (5687): 1115–1117. DOI:10.1126/science.1102673. PMID 15326344.
61. Björn Sohlenius and Sven Boström. (2005). The geographic distribution of metazoan microfauna on East Antarctic nunataks. Polar Biology. Vol. 28, N 6 (2005), 439-448.
62. Causes of the Ordovician Extinction. park.org/Canada/Museum/extinction/ordcause.html Арх. из первоисточника 11 августа 2012.
63. Clarke, John M. & Rudolf R. The Eurypterida of New York. Albany: New York State Education Department, 1912.
64. Ciurca, Samuel J. (1998). The Silurian Eurypterid Fauna (<http://www.eurypterid.net/>). Retrieved July 25, 2004.
65. Convey, P.; Block, W. (1996). Antarctic Diptera: ecology, physiology and distribution. Europ. J. 1 of Entomol., 93: 1-13.
66. B. M. Davis and R. L. Cifelli. 2011. Reappraisal of the tribosphenidan mammals from the Trinity Group (Aptian-Albian) of Texas and Oklahoma. Acta Palaeontologica Polonica 56(3):441-462.
67. Dzik, Jerzy. (2000) "The Origin of the Mineral Skeleton in Chordates." in Max Knobler Hecht, Ross J. MacIntyre and Michael T. Clegg, eds. Evolutionary Biology Vol. 31. P. 105-46. Springer. ISBN 0306461781 [2] – URL retrieved February 10, 2007.
68. Gao, T.; Ren, D. 2008: Description of a new fossil Anthoxyela species (Hymenoptera, Xyelidae) from Yixian Formation of Northeast China. Zootaxa, 1842: 56-62.
69. Grazhdankin, Dima (2004). «Patterns of distribution in the Ediacaran biotas: facies versus biogeography and evolution» (PDF). Palaeobiology 30 (2): 203–221. DOI:<0203:PODITE>2.0.CO;2 10.1666/0094-8373(2004)030<0203:PODITE>2.0.CO;2.
70. Giant Fossil Sea Scorpion Bigger Than Man. (21 November 2007). Science News. Dr. Simon Braddy. University of Bristol.

71. Goodman, M., Czelusniak, J., Page, S. & Meireles: Where DNA Sequences Place *Homo sapiens* in a Phylogenetic Classification of Primates.
72. Harrington, N. J. and Moore. R. C. (1955). «Kansas Pennsylvanian and other jellyfishes». Bull. Kansas geol. Surv. 114 (5): 153-163.
73. History Channel's Mega Disasters program, "Gamma Ray Burst", 2007, rebroadcast: 2008-11-13. Note: The program attributes the "Ordovician extinction" (sic) explicitly as the second most grievously large extinction event after the Permian extinction.
74. <http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Плацентарные&oldid=48351282>
75. Hooker, J.J. (2004). «Eocene–Oligocene mammalian faunal turnover in the Hampshire Basin, UK: calibration to the global time scale and the major cooling event». Journal of the Geological Society 161: 161. DOI:10.1144/0016-764903-091.
76. Ivantsov, A.Y.; Malakhovskaya, Y.E. (2002). «Giant Traces of Vendian Animals» (PDF). Doklady Earth Sciences 385 (6): 618–622.
77. Ivantsov, A. Yu (2004). «New Proarticulata from the Vendian of the Arkhangel'sk Region» (PDF). Paleontological Journal 38 (3): 247–253.
78. Ivantsov, A. Yu (2007). «Small Vendian transversely Articulated fossils». Paleontological Journal 41 (2): 113–122. DOI:10.1134/S0031030107020013.
79. Jensen, Sören; Droser, Mary L.; Gehling, James G. (2005). «Trace fossil preservation and the early evolution of animals». Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 220 (1–2): 19–29. DOI:10.1016/j.palaeo.2003.09.035.
80. Jurassic.ru – Сайт о юрском периоде, большая библиотека палеонтологических книг и статей.
81. Kay M., Ordovician system. В кн.: Encyclopaedia Britannica, vol. 16, Chi, 1965; Kobayashi T., The eurasiatic faunal connection in the Ordovician Period. В кн.: Colloque Ordovicien-Silurien Brest, Sept. 1971, P., 1971.
82. Keller B. M. and Fedonkin M. A. (1976). «New Records of Fossils in the Valdaian Group of the Precambrian on the Syuz'ma River» (Russian) (PDF). Izv. Akad. Nauk SSSR, Ser. Geol. 3: 38-44.
83. Kriegs Jan Ole, Churakov Gennady, Jurka Jerzy, Brosius Jürgen, and Schmitz (2007) Evolutionary history of 7SL RNA-derived SINEs in Supraprimates. Trends in Genetics 23 (4): 158-161
84. Melott, A. et al. (2004). «Did a gamma-ray burst initiate the late Ordovician mass extinction?» International J. of Astrobiol. 3 (2): 55–61. DOI:10.1017/S1473550404001910.
85. MyGeos.com»2009/12/26/oledeneniya-v-istorii-zemli
86. Murphy W. J., E. Eizirik, W. E. Johnson, Y. P. Zhang, O. A. Ryder, S. J. O'Brien, 2001a. Molecular phylogenetics and the origins of placental mammals Nature 409:614-618.
87. NASA – Explosions in Space May Have Initiated Ancient Extinction on Earth. Nasa.gov (30 ноября 2007). Архивировано из первоисточника 8 июля 2012.
88. O'Keefe J. A. The terminal Eocene event: formation of a ring system around the Earth? // Nature, 1980, т. 285, с. 309-311. – DOI:10.1038/285309a0
89. Ordovician and Silurian sea-water chemistry, sea level, and climate: A synopsis. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 296 (3–4): 389. DOI:10.1016/j.palaeo.2010.08.001.

90. Paleontological Journal (2011) Feeding traces of Proarticulata – the Vendian metazoa. 45 (3): 237–248. DOI:10.1134/S0031030111030063.
91. Ray burst is extinction suspect, BBC (April 6, 2005). Проверено 30 апреля 2008.
92. *Retallack, G.J.* (2007). Growth, decay and burial compaction of Dickinsonia, an iconic Ediacaran fossil (PDF). *Alcheringa: an Australasian Journal of Palaeontology* 31 (3): 215–240. DOI:10.1080/03115510701484705.
93. *Retallack, G.J.* (1994). Were the Ediacaran fossils lichens? *Paleobiology* 17: 523–544.
94. *Retallack, Gregory J.* (2004) Death, Decay and Destruction of Dickinsonia. *Geological Society of America Abstracts with Programs*, vol. 36, No. 5, p. 521 [1]
95. *Rohde & Muller* (2005). «Cycles in Fossil Diversity». *Nature* 434 (7030): 208–210. DOI:10.1038/nature03339. PMID 15758998.
96. *Runnegar Bruce* (1982). Oxygen requirements, biology and phylogenetic significance of the late Precambrian worm Dickinsonia, and the evolution of the burrowing habit (English). *Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology* 6: 223–239. DOI:10.1080/03115518208565415.
97. *Sohlenius B., Bostrom S., Jonsson K. I.* (2004). Occurrence of nematodes, tardigrades and rotifers on ice-free areas in East Antarctica. – *Pedobiologia* 48:395–408.
98. *Sole, R. V., and Newman, M.*, 2002. Extinctions and Biodiversity in the Fossil Record – Volume Two, The earth system: biological and ecological dimensions of global environment change, p. 297–391, *Encyclopedia of Global Environmental Change* John Wiley & Sons.
99. *Sprigg, Reg C.* (1947). Early Cambrian (?) Jellyfishes from the Flinders Ranges, South Australia (PDF). *Trans. Roy. Soc. S. Aust.* 71: 212–24.
100. *Sperling, Erik; Vinther, Jakob; Pisani, Davide; Peterson, Kevin* (2008). A placozoan affinity for Dickinsonia and the evolution of Late Precambrian metazoan feeding modes. В кн.: Cusack, M; Owen, A; Clark, N. Programme with Abstracts. 52. Palaeontological Association Annual Meeting. Glasgow, UK, p. 81.
101. *Sperling, Erik et al.* (2008). «A Placozoan Affinity for Dickinsonia and the Evolution of Late Precambrian Metazoan Feeding Modes». *Geological Society of America Abstracts with Programs* 40 (6): 508.
102. The late ordovician mass extinction – *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 29(1):331 – Abs. Arjournals.annualreviews.org (28 ноября 2003). Архивировано из первоисточника 8 июля 2012.
103. *Stehlen H.G.*, 1910. Remarques sur les faunules de Mammifères des couches eocenes et oligocenes du Bassin de Paris, in *Bulletin de la Société Géologique de France*, 4'9, p. 488–520.
104. *Ulfur Arnason*, et al. Mammalian mitogenomic relationships and the root of the eutherian tree. *Proceedings of the National Academy of Science* 99: 8151–8156.
105. *Vilhelmsen, L.* (2001): Phylogeny and classification of the extant basal lineages of the Hymenoptera (Insecta). *Zoological journal of the Linnean Society*, 131(4): 393–442.
106. *Waggoner, B.; Collins, A.G.* (2004). «Reductio Ad Absurdum: Testing The Evolutionary Relationships Of Ediacaran And Paleozoic Problematic Fossils Using Molecular Divergence Dates». *J. of Paleontol.* 78 (1): 51–61.

107. *Wanjek, Christopher*. Explosions in Space May Have Initiated Ancient Extinction on Earth. NASA (April 6, 2005). Архивировано из первоисточника 8 июля 2012.
108. *Whittington H. B.*, Phylogeny and distribution of Prdovician trilobites, *J. of Paleontol.*, 1966, vol. 40, № 3.
109. *Whyte, Martin A.* Palaeoecology: A gigantic fossil arthropod trackway. *Nature* 438, 576-576 (01 December 2005).
110. *Young. S.A. et al.* (2009). A major drop in seawater 87Sr/86Sr during the Middle Ordovician (Darriwilian): Links to volcanism and climate?. *Geology* 37 (10): 951-954. DOI:10.1130/G30152A.1.
111. *Zhang, H.-C., Zhang, J.-F.* 2000: Xyelid sawflies (Insecta, Hymenoptera) from the Upper Jurassic Yixian Formation of Western Liaoning, China. *Acta Palaeontologica Sinica*, 39(4): 476-492.

Оглавление

Введение	5
Глава 1. Пространственно-временной изоморфизм	8
1.1. Тождество Н. Стенона	8
1.2. Событийная геохронология	9
1.3. Прошлое, настоящее и будущее	16
Глава 2. Древнейшее нарушение эволюции	24
2.1. Эволюционный этап	24
2.2. Эдиакарский «взрыв»	37
Глава 3. Великие вымирания в палеозое	41
3.1. Первое великое вымирание (эдиакарское вымирание)	41
3.2. Кембрийско-ордовикское великое вымирание	63
3.3. Ордовикско-силурийское вымирание	67
3.4. Позднее девонское великое вымирание	73
3.5. Вымирание в каменноугольный период	81
3.6. Массовое пермское вымирание	85
Глава 4. Великие вымирания в мезозое	93
4.1. Триасово-юрское вымирание	93
4.2. Позднемеловое вымирание	103
Глава 5. Великие вымирания в кайнозое	109
Глава 6. Трансфинитность развития	131
6.1. Самоорганизация	131
6.2. Трансфинита	136
Глава 7. Трансфинитность времени	145
7.1. Внешнее время	145
7.2. Стрела времени	148
7.3. Внутреннее время	149
7.4. Связь внутреннего и внешнего времён	151
7.5. Материальность времени	152
7.6. Квантование времени	155
7.7. Движение во времени	157
Глава 8. Принцип неопределённости в геологии	158
8.1. Общие положения	158
8.2. Теоретические предпосылки	159
8.3. Космогонические предпосылки	160
8.4. Предпосылки квантовой механики	162
8.5. Экспериментальные доказательства	162
8.6. Геологический аналог постоянной Планка	169
8.7. Возможность синхронизации геологических часов	171
Глава 9. Принцип актуализма в геологии	177
9.1. Актуализм сегодня	177
9.2. Эволюционируют ли законы природы?	180
9.3. Возможная эволюция шкал пространства и времени	182
Заключение	185
Литература	193

Contents

Introduction	5
Chapter 1. Spatio-temporal isomorphism	8
1.1. Identity of Nicolaus Steno	8
1.2. Event geochronology	9
1.3. Past, present and future	16
Chapter 2. Ancient breach of evolution	24
2.1. Evolutional stage	24
2.2. Ediacaran explosion	37
Chapter 3. Great extinctions in Paleozoic	41
3.1. The first great extinction (Ediacaran extinction)	41
3.2. Cambrian-Ordovician great extinction	63
3.3. Ordovician-Silurian extinction	67
3.4. Late Devonian great extinction	73
3.5. Extinction in Carboniferous	81
3.6. Mass Permian extinction	85
Chapter 4. The great extinctions in Mesozoic	93
4.1. Triassic-Jurassic extinction	93
4.2. Late Cretaceous extinction	103
Chapter 5. The great extinctions in Cenozoic	109
Chapter 6. Transfinitude of the evolution	131
6.1. Self-organization	131
6.2. Transfinitude	136
Chapter 7. Transfinite of time	145
7.1. External time	145
7.2. Arrow of time	148
7.3. Internal time	149
7.4. Connection between internal and external times	151
7.5. Materiality of time	152
7.6. Quantization of time	155
7.7. Movement in time	157
Chapter 8. Principle of indefinity in geology	158
8.1. General positions	158
8.2. Theoretical premises	159
8.3. Cosmogony premises	160
8.4. Premises of quant mechanics	162
8.5. Experimental evidences	162
8.6. Geological analogue of Plank constant	169
8.7. Possibility of synchronization of geological time	171
Chapter 9. Principle of actualism in geology	177
9.1. Actualism today	177
9.2. Do the natural laws evolve?	180
9.3. Возможная эволюция шкал пространства и времени	182
Conclusions	185
References	193

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Вера Алексеевна Кошелева
Александр Николаевич Павлов

ПРОСТРАНСТВО-ВРЕМЯ
В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

Монография

Редактор: И.Г. Максимова
Компьютерная верстка: Н.И. Афанасьева
Дизайн обложки: Ю.И. Климов

В оформлении обложки использована
работа художника А.Г. Богнычева
(из домашней коллекции А.Н. Павлова)

ЛР № 020309 от 30.12.96

Подписано в печать 29.04.15. Формат 60×90 1/16. Гарнитура Times New Roman.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 12,75. Тираж 500 экз. Заказ № 405.
РГГМУ, 195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр. 98.
Отпечатано в ЦОП РГГМУ

Книгу можно приобрести в издательстве и книжном киоске РГГМУ
по адресу: 195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., 98.