

Г.Н. Садовников

**Конспекты лекций по курсу «Историческая геология»**  
(для студентов групп ПГ и РГ)

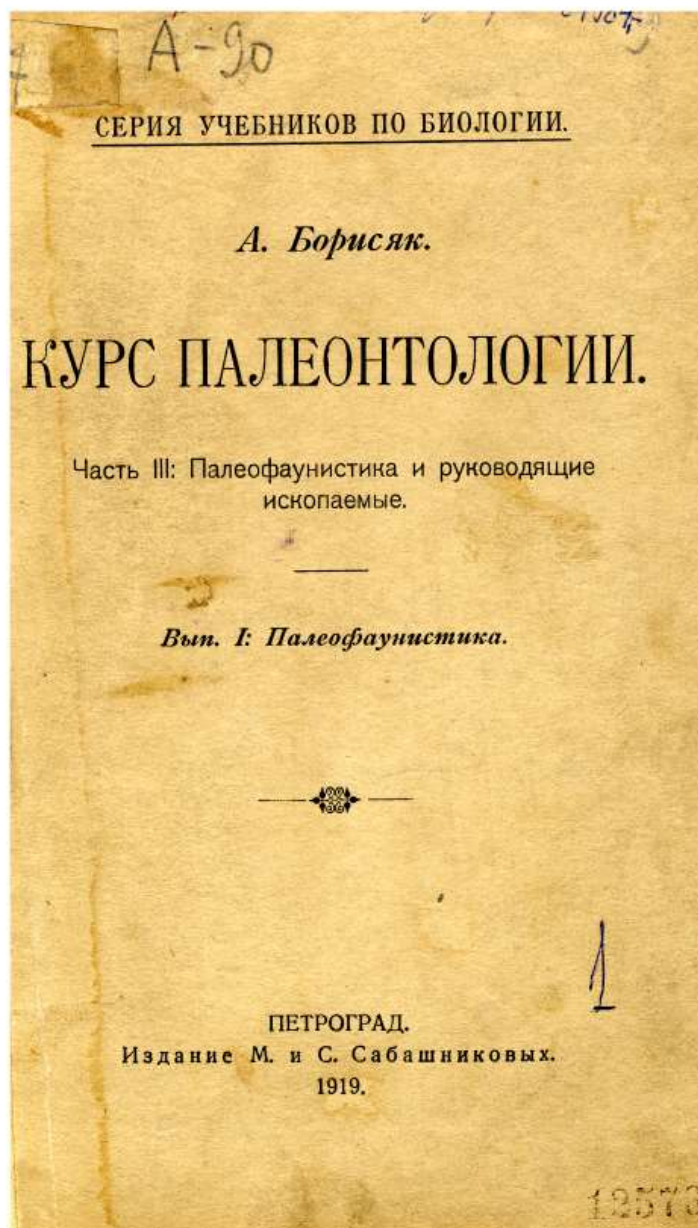
***Основные закономерности истории Земли***

**Г. Основные этапы развития биосферы**

В 1919г. выдающийся советский палеонтолог, организатор  
Палеонтологического института Академии Наук академик А.А. Борисяк в



третьей части своего «Курса палеонтологии», которая называлась  
«Палеофаунистика и руководящие ископаемые» провел анализ эволюции  
органического мира Земли.



Он писал:

« ... сравнительное изучение последовательных ... фаун рисует эволюцию животного мира с большою наглядностью и ... большей доказательностью, чем это дают отдельные, хотя бы и детально построенные ветви различных групп животных».

Мы бегло проследим сейчас историю органического мира Земли.

В раннем архее сейчас безусловно установлены бактерии (Южная Африка, Западная Австралия). Правда, здесь пока известны в основном одиночные сферические (кокки) и нитчатые нанобактерии (1, 2), трихомы (3). В конце архея появляются трубчатые нитчатые остатки, которые могут быть бактериями либо цианобионтами.

В раннепротерозойском эоне биота известна в большем количестве регионов и местонахождений. Она по-прежнему оставалась преимущественно прокариотной, но стала несколько более разнообразной. Наиболее существенно появление эукариот: грибов и одноклеточных водорослей.

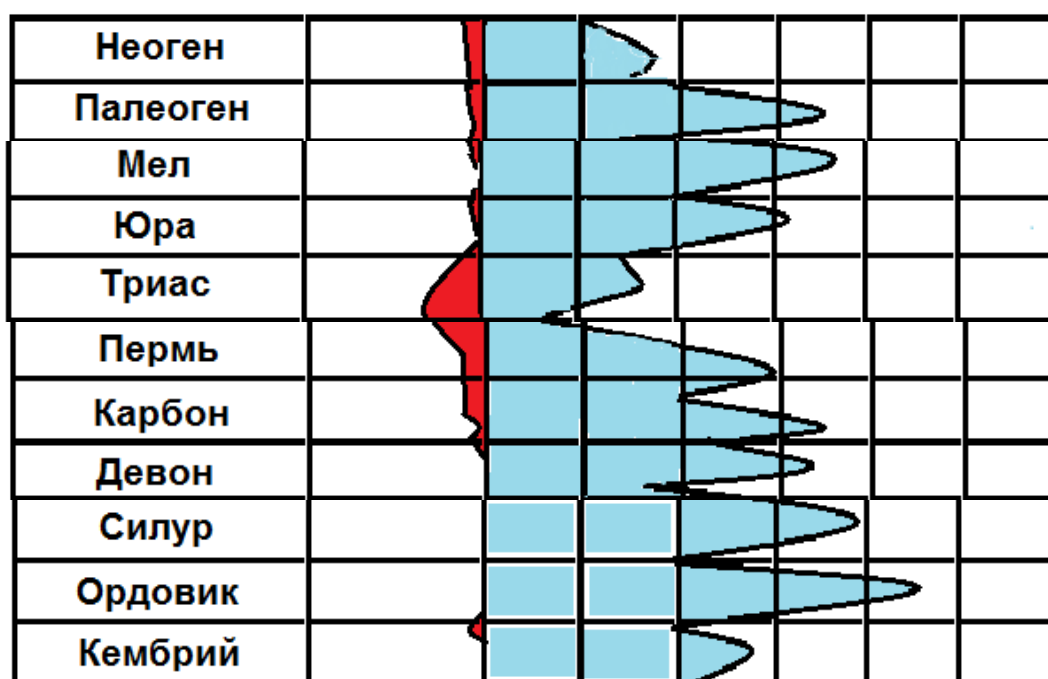
В рифее увеличивается количество находок и разнообразие бактерий. Количество и разнообразие цианобионт сильно возрастают, они становятся породообразователями. Появляются криптархи, по-видимому принадлежащие планктонным водорослям. Вероятно, можно говорить, что в начале рифея происходит первая анастрофа в истории Земли. В венде появляются акритархи, лишайники (?) и первые животные: радиальные, членистоногие (?). но биота в целом остается преимущественно прокариотной.

На рубеже венда и кембрия органический мир чрезвычайно резко меняется. Это вторая – и самая крупная – анастрофа в истории Земли. Продолжают играть существенную (в том числе породообразующую) роль

ВЕНД	КЕМБРИЙ		
			◀ АГНАТЫ
			◀ КОНОДОНТОФОРИДЫ
			◀ СТЕРЕОСТОЛОНАТЫ
	◀	ОРТИДЫ, ПЕНТАМЕРИДЫ	
	◀	ЛИНГУЛИДЫ	
	◀	НАУТИЛОИДЕИ	
		◀	ТАКСОДОНТЫ
	◀	АРХЕОГАСТРОПОДЫ	
	◀	МОНОПЛАКОФОРЫ	
?	◀	ТРИЛОБИТЫ (ПОЛИМЕРЫ)	
	◀	ТРИЛОБИТЫ (МИОМЕРЫ) > >	
			< АУЛОПОРЫ
◀	ГИДРОИДНЫЕ		
	◀ АРХЕОЦИАТЫ ▶		
	◀	ТРИАКСОНИДЫ, ТЕТРАКСОНИДЫ	
	◀	АСТРОРИЗИДЫ	
◀	АКРИТАРХИ		
◀	КРИПТАРХИ		
◀	ЦИАНОБИОНТЫ		

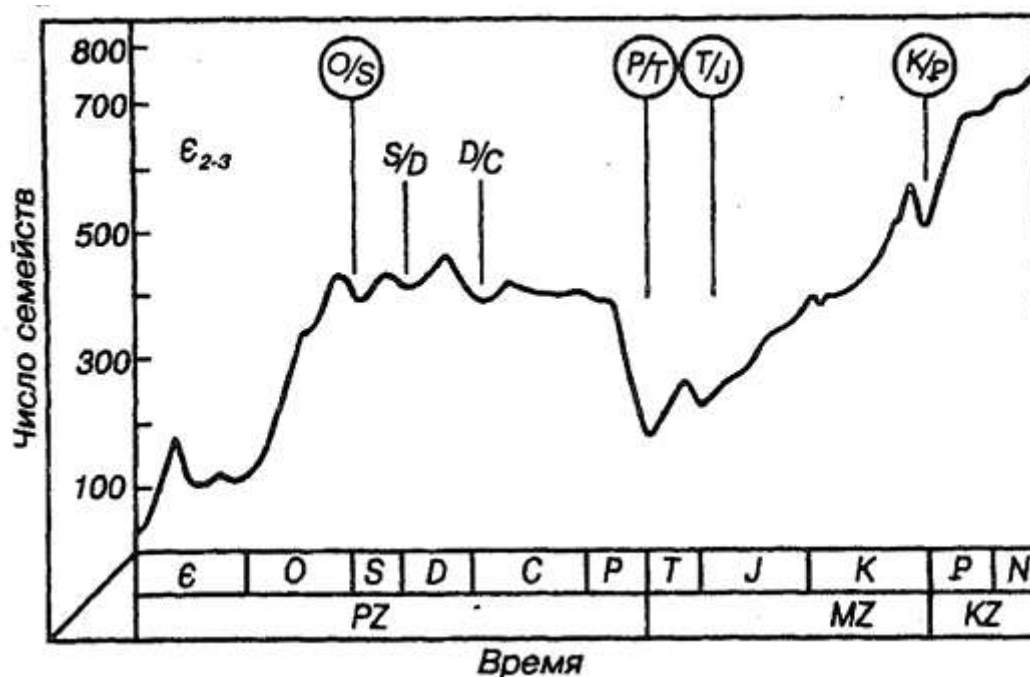
цианобионты, более разнообразными становятся криптархи и акритархи. Но главное – появляются многочисленные и разнообразные животные. Остатков песчаных фораминифер и кремневых губок немного. Зато археоциаты чрезвычайно широко распространены, разнообразны, многочисленны, являются рифостроителями. Второй важнейшей и тоже очень разнообразной, многочисленной группой являются трилобиты. Среди них очень велика роль миомер. Меньше роль моллюсков (моноплакофор, археогастропод, наутилоидей) и брахиопод. Таким образом, уже в начале кембрия сразу появились почти все типы животных.

Я говорил в разделе о развитии гидросферы о том, что в фанерозое чередуются глобальные трансгрессии и регрессии, и максимумы регрессий совпадают с границами периодов. Возможная причина этого в следующем. Границы почти всех систем приняты в морских отложениях. Регрессия для



морских организмов приводит к сокращению ареалов, перенаселенности, недостатку пищи, усилению конкуренции. Биота реагирует на ухудшение условий перестройкой.

Но есть рубежи, на которых биота изменяется наиболее существенно. По ним проведены границы мезозоя с палеозоем и кайнозоем. Граница перми и триаса, действительно отличается от всех остальных. С ней связана самая большая регрессия фанерозоя. А граница мезозоя и кайнозоя ничем не примечательна.



Вверху приведен график изменения числа семейств морских животных. Оно в большой степени зависит от изученности биоты того или иного возраста. Поэтому безусловны низкие значения для левой части графика и высокие — для правой. И это мало о чем говорит.

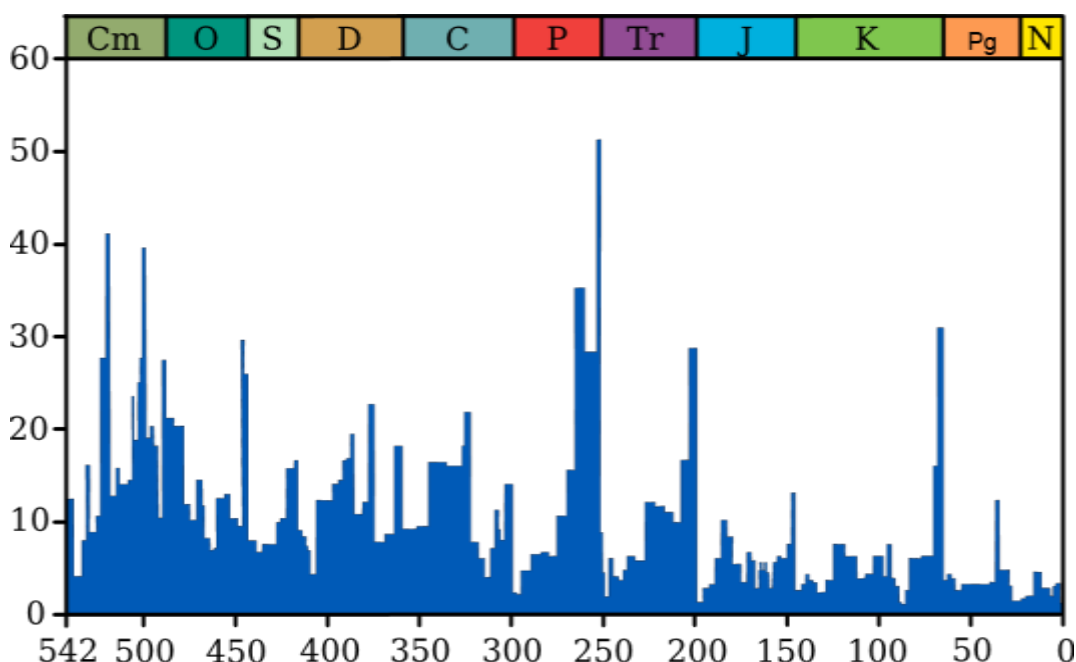
Но на этом фоне видны многочисленные повышения и понижения, которые определенно отражают изменения численности, связанные с эволюцией органического мира. Четко виден очень большой минимум на границе перми и триаса. Минимум на границе мела и палеогена значительно менее резок и мало чем отличается от трех минимумов в палеозое и одного — в мезозое. Ситуация, не идентичная, но в чем-то сходная с той, какую мы видели при анализе графика трансгрессий.

Выдающийся французский палеонтолог Ж. Кювье (1769–1832) до появления теории Дарвина предложил объяснять различия палеонтологической характеристики стратиграфических подразделений множественностью актов творения и катастрофами, уничтожавшими, сотворенное ранее. Теория эволюции зачеркнула эти предположения и теорию катастроф Кювье.



В 1980г. на границе между меловыми и палеогеновыми отложениями было установлено содержание иридия в 300 раз превышающее его обычное содержание в земных породах. Такое высокое содержание иридия ранее иногда отмечалось в метеоритах. Позднее иридиевые аномалии были обнаружены в разных районах Земли на этом уровне и вблизи некоторых других границ систем. Было высказано предположение, что иридиевые аномалии связаны с падением крупных метеоритов, которые запыляли атмосферу, делали на время непрозрачной. Это вызывало катастрофическое вымирание живого.

Эти представления распространились очень широко. Зачастую исследователи, отстаивающие эти идеи, прямо называют себя неокатастрофистами, и отнюдь не считают это званием зазорным.



Выделяются многочисленные массовые вымирания. Четыре из них называются Великими массовыми вымираниями. Кроме бесспорно лидирующего пермо-триасового вымирания, это вымирания на границах ордовика и силура, триаса и юры, мела и палеогена.

Анализируя в курсе изменения органического мира во времени я опирался не на вымирание тех или иных систематических категорий, а на появление и исчезновение разных по систематическому рангу групп, имеющих важное стратиграфическое значение.

Повторю вкратце и прокомментирую итоги этого анализа.

О нижней границе кембрия я уже говорил. На рубеже между ранним и средним кембрием исчезают археоциаты, появляются двустворки с таксондонным замком и конодонтофориды, между средним и поздним кембрием появляются примитивные табулятоморфные кораллы (аулопоры), примитивные граптолоидеи (стереостолонаты) и бесчелюстные позвоночные.

Совершенно иной характер носит рубеж между кембрием и ордовиком. Это снова мощная анастрофа, последняя в истории Земли. Нет ни одной крупной группы, которая исчезла бы на этом рубеже. Только миомеры на нем резко сокращаются в количестве и разнообразии.

А появляются багряные водоросли, радиолярии, хететиды. Растет разнообразие строматопороидей. Появляются весьма многочисленные и разнообразные табулятоморфные кораллы, гелиолитоидеи, однозонные четырехлучевые кораллы. Более разнообразны археогастроподы, появляются мезогастроподы.



ОРДОВИК	СИЛУР
	◀ ПСИЛОФИТЫ
	◀ РЫБЫ
АГНАТЫ	
КОНОДОНТОФОРИДЫ	
◀ ГРАПТОЛОИДЕИ	
СТЕРЕОСТОЛОНАТЫ	
◀ МОРСКИЕ ПУЗЫРИ, МОРСКИЕ ЛИЛИИ, МОРСКИЕ ЕЖИ	
◀ РИНХОНЕЛЛИДЫ	
◀ СПИРИФЕРИДЫ	
◀ СТРОФОМЕНИДЫ, ХОНЕТИДЫ	
ОРТИДЫ, ПЕНТАМЕРИДЫ	
◀ КРАНИИДЫ	
ЛИНГУЛИДЫ	
◀ ПАЛЕОЗОЙСКИЕ МШАНКИ	
	◀ ТЕНТАКУЛИТЫ
◀ ОРТОЦЕРАТОИДЕИ, АКТИНОЦЕРАТОИДЕИ	
◀ ЭНДОЦЕРАТОИДЕИ ▶	
НАУТИЛОИДЕИ	
◀ ШИЗОДОНТЫ	
◀ ДИЗОДОНТЫ	
ТАКСОДОНТЫ	
◀ МЕЗОГАСТРОПОДЫ	
АРХЕОГАСТРОПОДЫ	
МОНОПЛАКОФОРЫ	
◀ <<	ЭВРИПТЕРИДЫ
ТРИЛОБИТЫ (ПОЛИМЕРЫ)	
>> МИОМЕРЫ ▶	
◀ ТЕТРАКОРАЛЛЫ ОДНОЗОННЫЕ	
◀ ГЕЛИОЛИТОИДЕИ	
<<	ТАБУЛЯТА
◀ ХЕТЕТИДЫ	
ГИДРОИДНЫЕ	
ТРИАКСОНИДЫ, ТЕТРАКСОНИДЫ	
◀ РАДИОЛЯРИИ	
	◀ ЛАГЕНИДЫ
АСТРОРИЗИДЫ	
◀ БАГРЯНЫЕ	
АКРИТАРХИ	
КРИПТАРХИ	
ЦИАНОБИОНТЫ	>>

Среди двустворчатых моллюсков отметим появление дизодонт и шизодонт, среди головоногих – эндоцератоидей, ортоцератоидей, актиноцератоидей. Среди беззамковых брахиопод появляются кранииды, среди замковых – строфомениды, хонетида, спифериды, первые, пока еще



редкие ринхонеллиды, Впервые появляются иглокожие: морские пузыри, морские лилии, морские ежи, Появляются многочисленные и разнообразные граптолоидеи. Много групп переходит через эту границу.

На рубеже между ордовиком и силуром исчезают миомеры, эндоцератоидеи, резко сокращаются в количестве и разнообразии цианобионты, появляются лагениды, тентакулиты, увеличиваются в количестве и разнообразии эвриптериды.

Напомню: сторонники идеи массовых вымираний считают вымирание на границе ордовика и силура одним из Великих массовых вымираний.

На рубеже раннего и позднего силура появляются рыбы и псилофиты, считающиеся первыми наземными растениями.

На границе силура и девона исчезают криптархи, акритархи, эвриптериды, граптолоидеи (остаются только формы с сетчатой колонией - стереостолонаты), бесчелюстные.

Из групп, перешедших этот рубеж, табулята, трилобиты, ортоцератоидеи, ортиды резко сокращаются в количестве и разнообразии. Наоборот, возрастает роль спириферид, хонетид, продуктид. Появляются известковые губки. Появляются многочисленные аммоноидеи с простой (гониатитовой) лопастной линией. Появляются многочисленные и очень разнообразные насекомые. Появляются и становятся важной группой фауны пресноводных бассейнов конхостраки. Особенно резко возрастает численность и разнообразие рыб.

На протяжении девонского периода общий состав морской фауны меняется мало. Важно отметить лишь исчезновение пентамерид, морских пузырей, последних граптолитов (стереостолонат), резкое сокращение роли трилобитов, появление первых представителей теребратулид.

Но очень существенны изменения биоты суши. На рубеже среднего и позднего девона исчезают проптеридофиты и на смену им приходят разнообразные, хотя и немногочисленные, плаунообразные, членистостебельные и даже первые представители голосеменных.

СИЛУР	ДЕВОН
ПРОПТЕРИДОФИТЫ	
АГНАТЫ	▶
◀	<< РЫБЫ
◀	КОНОДОНТОФОРИДЫ
ГРАПТОЛОИДЕИ	▶
СТЕРЕОСТОЛОНАТЫ	
ДРЕВНИЕ МОРСКИЕ ЕЖИ	<
МОРСКИЕ ПУЗЫРИ, МОРСКИЕ. ЛИЛИИ	
РИНХОНЕЛЛИДЫ	
<< СПИРИФЕРИДЫ	
СТРОФОМЕНИДЫ	
<< ХОНЕТИДЫ	
<< ПРОДУКТИДЫ	
ПЕНТАМЕРИДЫ	
ОРТИДЫ	>
КРАНИИДЫ	
ЛИНГУЛИДЫ	
ПАЛЕОЗОЙСКИЕ МШАНКИ	
ТЕНТАКУЛИТЫ	
НАУТИЛОИДЕИ	
◀ АНАРЦЕСТИДЫ, КЛИМЕНИИДЫ	
◀ ГОНИАТИТИДЫ	
БАКТРИТЫ	
>> ОРТОЦЕРАТОИДЕИ	
АКТИНОЦЕРАТОИДЕИ	
ШИЗОДОНТЫ	
ДИЗОДОНТЫ	
ТАКСОДОНТЫ	
МЕЗОГАСТРОПОДЫ	
АРХЕОГАСТРОПОДЫ	
МОНОПЛАКОФОРЫ	
◀ НАСЕКОМЫЕ	
ЭВРИПТЕРИДЫ	▶
ТРИЛОБИТЫ (ПОЛИМЕРЫ)	>>
ТЕТРАКОРАЛЛЫ ОДНОЗОННЫЕ	
ГЕЛИОЛИТОИДЕИ	
ТАБУЛЯТА	>>
ХЕТЕТИДЫ	
ГИДРОИДНЫЕ	
◀ ИЗВЕСТКОВЫЕ ГУБКИ	
ТРИАКСОНИДЫ, ТЕТРАКСОНИДЫ	
РАДИОЛЯРИИ	
ЛАГЕНИДЫ	
АСТРОРИЗИДЫ	
БАГРЯНЫЕ ВОДОРОСЛИ	
АКРИТАРХИ, КРИПТАРХИ	▶

На границе девона и карбона появляются и вскоре становятся пороодообразователями разнообразные фузулиниды. Количество однозонных четырехлучевых кораллов сокращается. На смену им приходят двухзонные их представители (с хорошо развитыми диссепиментами) и трехзонные (со столбиком или сложно построенной центральной зоной). Важно появление аммоноидей с особым типом складчатости перегородок. Складки перегородок на сторонах, противоположных устью раковины, приостряются и делятся дихотомически. На лопастных линиях мы видим приострение и дихотомическое рассечение лопастей. Сокращается роль рыб, и на смену им в фаунах суши приходят земноводные, в том числе крупные (стегоцефалы).

Резко возрастает количество и разнообразие растений. Очень разнообразны споровые растения. Среди них прежде всего плаунообразные и членистостебельные. В тропиках тогда и те, и другие были большими деревьями. Много разнообразных папоротников. В тропиках и средних широтах северного полушария много примитивных цикадопсид и гинкгопсид с папоротниковидными листьями. Очень характерны кордаиты – предшественники хвойных с широкими ланцетовидными или лопатчатыми листьями с многочисленными параллельными или слабо расходящимися жилками и рыхлыми колосками вместо шишек.

В южном полушарии распространены глоссоптериевые – своеобразные примитивные гинкгоопсиды с цельными, часто крупными ланцетными или языковидными листьями со спицифическим расходящимся жилкованием, часто сетчатым.

В перми в морской фауне важно появление аммоноидей с особым типом складчатости перегородок (и рассечения лопастной линии). Наружные седла (первые от сифональной стороны) рассечены на многочисленные лопасти и седла второго порядка.

На суше характерно сохранение кордаитовой флоры в средних широтах северного полушария и появление многочисленных хвойных в тропиках.

На рубеже палеозоя и мезозоя органический мир Земли очень резко меняется. Исчезают фузулиниды, табулятоморфные и четырехлучевые кораллы, трилобиты, аммоноидеи с простой (гониятитовой) лопастной линией, мшанки с известковым скелетом, древние морские ежи, а среди растений – примитивные цикадопсиды с папоротниковидными листьями и кордаитантовые. Резко сокращается разнообразие ортид, спириферид, а на суше – плаунообразных. Сокращается разнообразие ортоцератоидей, продуктид, а на суше – примитивных, гинкгоопсид с папоротниковидными листьями.

ПЕРМЬ	ТРИАС
<b>ХВОЙНЫЕ</b>	
<b>КОРДАИТЫ ►</b>	
	<b>◄ ЦИКАДОПСИДЫ, ГИНКГООПСИДЫ</b>
<b>ПРЕГИНГГООПСИДЫ &gt;</b>	
<b>ПРЕЦИКАДОПСИДЫ ►</b>	
<b>ПЛАУНООБРАЗНЫЕ &gt;&gt;</b>	
	<b>◄ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ</b>
<b>&lt;&lt; РЕПТИЛИИ</b>	
<b>КОНОДОНТОФОРИДЫ</b>	
<b>ДРЕВНИЕ МОРСКИЕ ЕЖИ ►</b>	
	<b>◄ НОВЫЕ МОРСКИЕ ЕЖИ</b>
<b>ОРТИДЫ &gt;&gt;</b>	
<b>СПИРИФЕРИДЫ &gt;&gt;</b>	
<b>ПРОДУКТИДЫ &gt;&gt;</b>	
<b>Палеозойские МШАНКИ ►</b>	
	<b>◄ ГУБОРОТЫЕ МШАНКИ</b>
<b>&lt;&lt; БЕЛЕМНОИДЕИ</b>	
<b>ГОНИАТИТЫ ►</b>	
	<b>◄ ЦЕРАТИТЫ ►</b>
<b>&lt;&lt; РИНХОНЕЛЛИДЫ</b>	
<b>&lt;&lt; ТЕРЕБРАТУЛИДЫ</b>	
<b>ОРТОЦЕРАТОИДЕИ &gt;</b>	
<b>Таксодонты</b>	
<b>Гетеродонты</b>	
<b>&lt; ШИЗОДОНТЫ</b>	
<b>Дизодонты</b>	
<b>Т рилобиты ►</b>	
<b>Четырехлучевые кораллы ►</b>	
<b>Табулята ►</b>	<b>◄ ШЕСТИЛУЧЕВЫЕ КОРАЛЛЫ</b>
<b>Фузулиниды ►</b>	
	<b>◄ РОТАЛИИДЫ</b>

Появляются роталииды, одиночные и колониальные шестилучевые кораллы, цератиты, губоротые мшанки, новые морские ежи (с нераспадающимся панцирем). На суше появляются первые немногочисленные млекопитающие (не с начала триасового периода). В растительном мире появляются и доминируют настоящие цикадопсиды и гинкгоопсиды. Часты хвойные. Резко увеличивается разнообразие белемноидей, теребратулид, ринхонеллид, рептилий. Увеличивается разнообразие шизодонт.

Это не анастрофа и не общее вымирание. Это коренная перестройка биоты. Сторонники идеи массовых вымираний считают, что это вымирание, поскольку появление нового они вообще никак не учитывают.

Внутри мезозоя границы, естественно, менее резкие. Из них наиболее резко изменения на границе триаса и юры. На этой границе прежде всего важно отметить исчезновение цератитов, игравших важнейшую роль в триасе. Исчезают последние представители палеозойских брахиопод (ортиды, спирифериды, продуктиды). Резко сокращается разнообразие и количество плаунообразных. Они теперь представлены редкими единичными видами.

В юре появляется важнейшая группа планктона – глобигериниды. Безусловно важнейшим является появление многочисленных и разнообразных аммоноидей со сложно-расчлененной лопастной линией (филлоцератид, литоцератид, аммонитиды).

Напомню: с позиции великих массовых вымираний вымирание на границе триаса и юры – Великое. Считают это вымиранием только те, кто игнорирует появление нового. Это опять перестройка.

Граница между юрой и мелом еще менее резкая. На этом рубеже резко увеличивается количество и разнообразие птиц, исчезают последние представители примитивных гинкгоопсид. Появляются нуммулитиды, своеобразная группа двусворчатых моллюсков – толстозубые, неправильные морские ежи.

Особый интерес представляет граница между раннемеловой и позднемеловой эпохами. Из таблицы видно, что фауна не претерпевает на этом рубеже существенных изменений, но кардинально меняется мир растений. Сохраняют свою роль только хвойные. Существенно сокращается роль и разнообразие членистостебельных. Но главное – преобладавшие ранее цикадопсиды и гинкгоопсиды практически полностью исчезают. На смену им приходят магнолиофиты. Раньше этих растений вообще не было. Теперь они сразу стали крайне многочисленны, разнообразны. Флора позднего мела по облику имеет мало сходства с раннемеловой и мало отличается от кайнозойской.

В мезозое, как и в позднем палеозое, хорошо выражена климатическая зональность. Для тропических флор особенно характерны беннеттитовые и цикадовые, практически не встречающиеся во внетропических флорах. Гинкговые преобладают в северной внетропической (Сибирской) области.

На рубеже мела и палеогена происходят существенные изменения фауны животных и крайне мало меняется мир растений. Исчезают толстозубые, ортоцератоидеи, литоцератиды, филлоцератиды, аммонитиды, белемноидеи, конодонтофориды. Резко сокращается роль и разнообразие шизодонт, ринхонеллид, рептилий.

Нет ни одной крупной группы, которая появилась бы на этом рубеже. Но в морской фауне резко возрастает роль и разнообразие нуммулитид, гастропод, двустворчатых моллюсков, гетеродонт, теребратулид.

ПОЗДНИЙ МЕЛ		ПАЛЕОГЕН	НЕОГЕН
МАГНОЛИОФИТЫ			
ХВОЙНЫЕ			
>>	ЦИКАДОПСИДЫ, ГИНКГООПСИДЫ		
ЧЛЕНИСТОСТЕБЕЛЬНЫЕ			
ПЛАУНООБРАЗНЫЕ			
		<<	МЛЕКОПИТАЮЩИЕ
ПТИЦЫ			
	РЕПТИЛИИ	>>	
	КОНОДОНТОФОРИДЫ ►		
НОВЫЕ В Т.Ч. НЕПРАВИЛЬНЫЕ МОРСКИЕ ЕЖИ			
ГУБОРОТЫЕ МШАНКИ			
	БЕЛЕМНОИДЕИ ►		
	ЛИТОЦЕРАТИДЫ, ФИЛЛОЦЕРАТИДЫ, АММОНИТИДЫ ►		
	РИНХОНЕЛЛИДЫ	>>	
		<<	ТЕРЕБРАТУЛИДЫ
	ОРТОЦЕРАТОИДЕИ ►		
	ТОЛСТОЗУБЫЕ ►		
		<<	ТАКСОДОНТЫ
		<<	ГЕТЕРОДОНТЫ
	ШИЗОДОНТЫ	>	
		<<	ДИЗОДОНТЫ
		<<	НЕОГАСТРОПОДЫ
ШЕСТИЛУЧЕВЫЕ КОРАЛЛ			
		<<	Нуммулитиды >
ГЛОБИГЕРИНИДЫ			
РОТАЛИИДЫ			

Особенно важно резкое возрастание роли, количества, разнообразия млекопитающих.

На границе палеогена и неогена изменений на уровне крупных систематических категорий нет. Важно только отметить, что нуммулитиды, особенно характерные для палеогена, резко сокращаются в количестве и разнообразии.

Заканчивая этот краткий обзор, остановимся на причинах несогласованности представлений разных авторов на значимость рубежей.

Среди сторонников идеи массовых вымираний, как двигателей эволюции, нередко не вполне грамотные заключения и построения. Останавливаться на них не имеет смысла. Гораздо важнее обсудить построения, которые основаны на содержательном анализе изменений численности тех или иных характеристик сообществ или рубежей.

Такой анализ широко используется, в частности, в стратиграфии. При детальном исследовании это могут быть виды или даже более мелкие подразделения, при обобщающих работах – семейства и более крупные систематические категории.

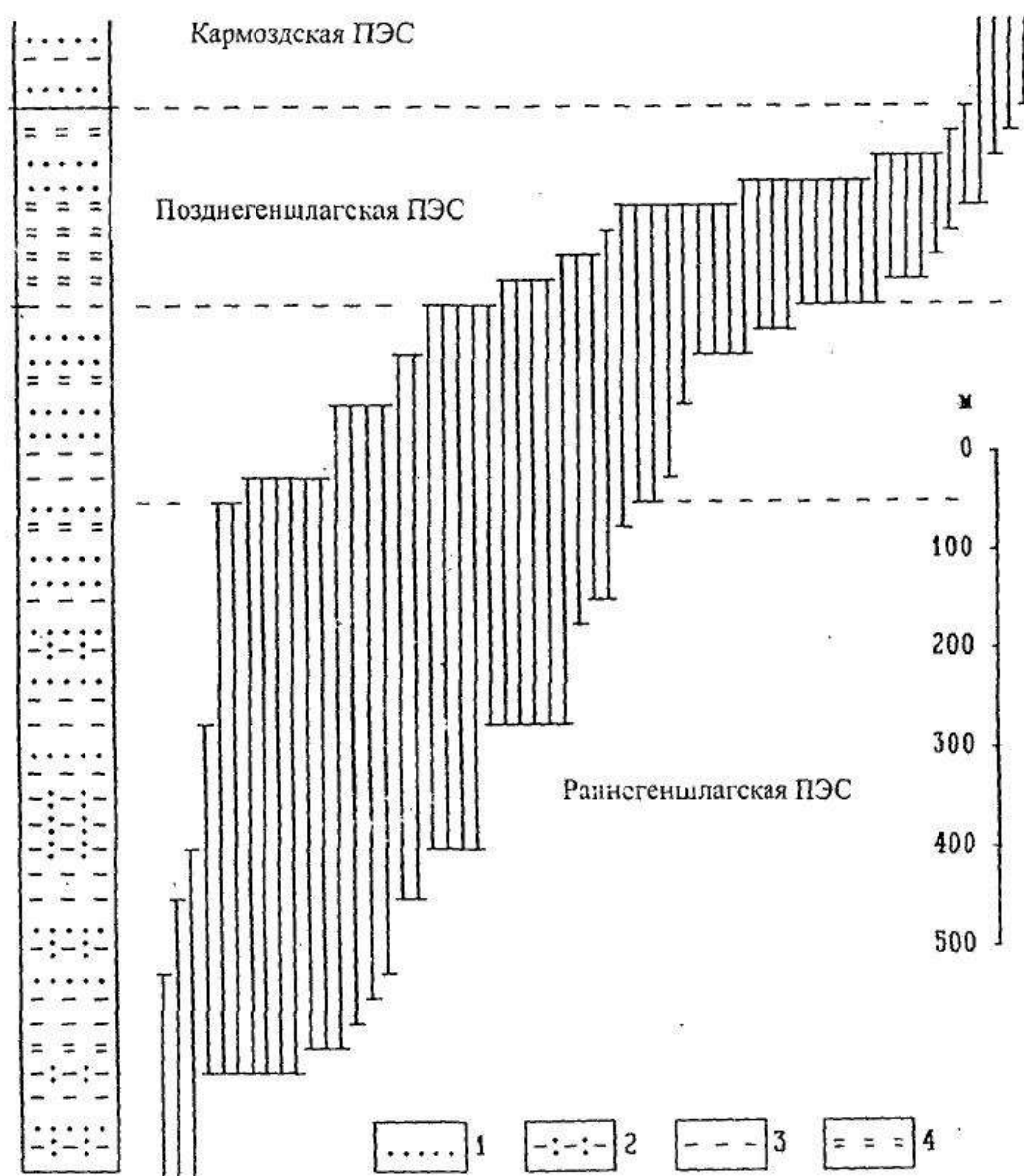
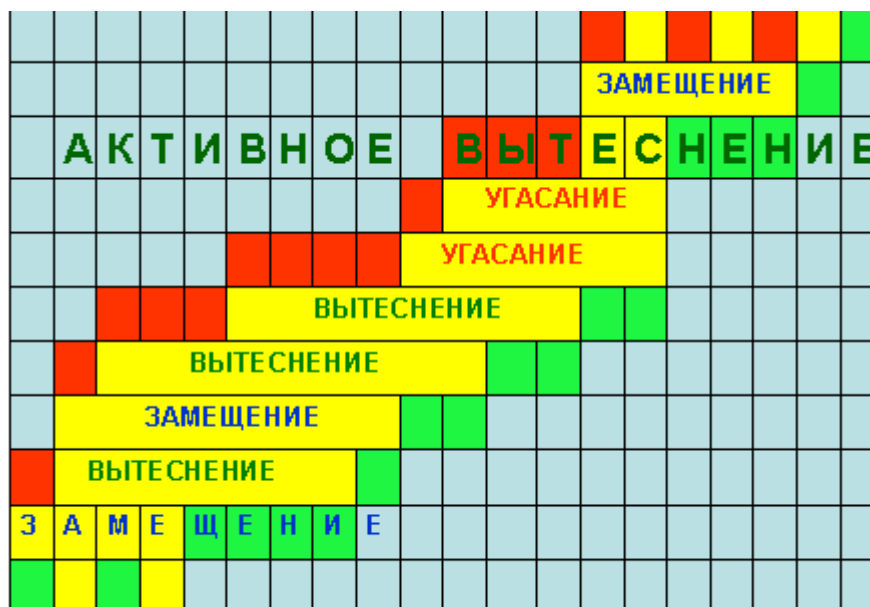


Рис. 1. Флористические смены в позднем триасе Ирана (месторождение Тазаре)  
 1 — песчанники; 2 — алевролиты крупнозернистые; 3 — алевролиты мелкозернистые; 4 — аргиллиты, угли







Подобные построения можно выполнять не для стратонов, а для границ между ними. При этом, в палеофлористических исследованиях и в работах



Рис. 3. Диаграмма смены состава флористических комплексов в вулканогенных образованиях Сибирской платформы

палеозоологов, которые занимаются изучением нескольких разных групп фауны нередко удастся установить, что резкие изменения состава разных групп организмов происходят на разных стратиграфических уровнях.

Следовательно, исключая из рассмотрения все другие варианты изменения биоты, кроме вымираний, мы неоправданно упрощаем и чаще всего искажаем ситуацию. Построения, учитывающие только вымирания, не корректны. Они не отражают в должной мере суть истории биоты Земли.