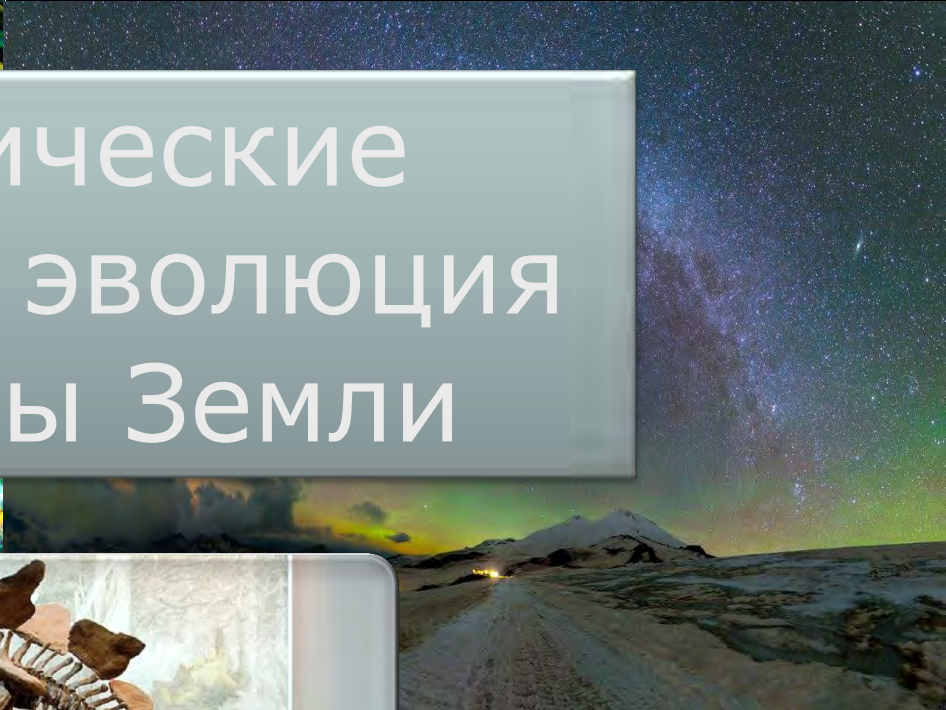
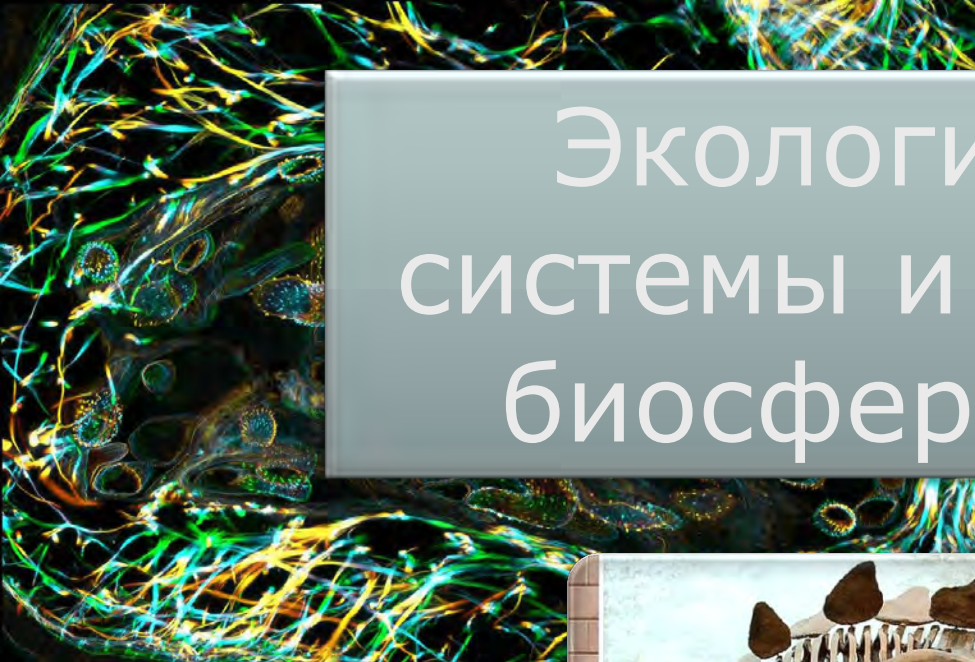


Экологические системы и эволюция биосферы Земли



Содержание

1. Образование и развитие биосферы в архее и протерозое
2. Развитие биосферы в раннем палеозое.
3. Развитие биосферы в позднем палеозое.
4. Развитие биосферы в мезозое.
5. Основные особенности четвертичного периода



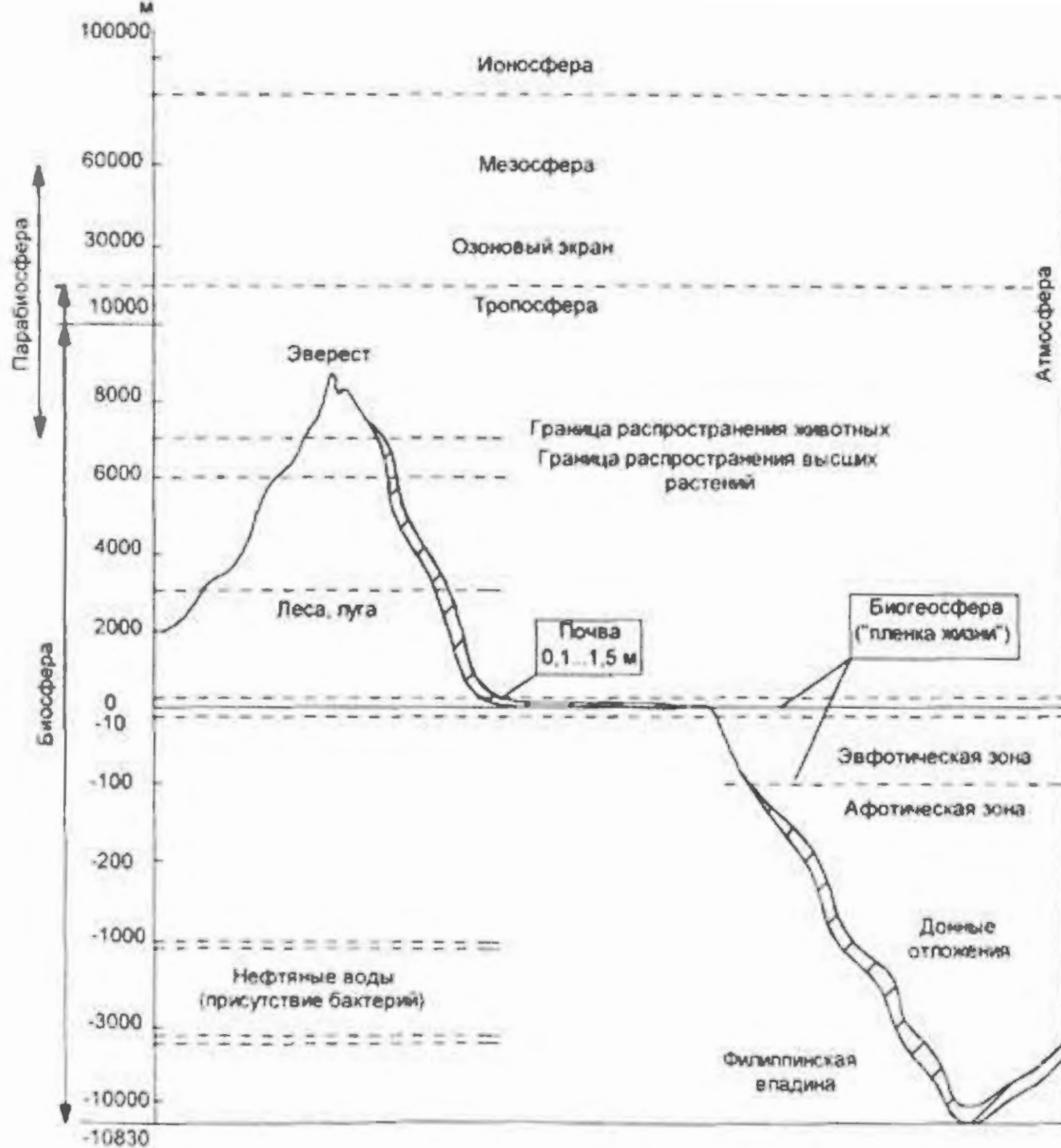
**Образование и развитие
биосферы в архее и
протерозое**

**Составил:
Юсупов Дмитрий Валерьевич,
доцент каф. ГЭГХ, к.г.-м.н.**

Понятие о биосфере.

В понятие биосфера вкладывается два определения:

- 1) биосфера – это оболочка Земли, заселенная жизнью, она охватывает часть литосферы (почвы), часть гидросферы и часть атмосферы (тропосферу).
- 2) биосфера – это сумма живого вещества Земли (бактерий, микроорганизмов, растений, животных).

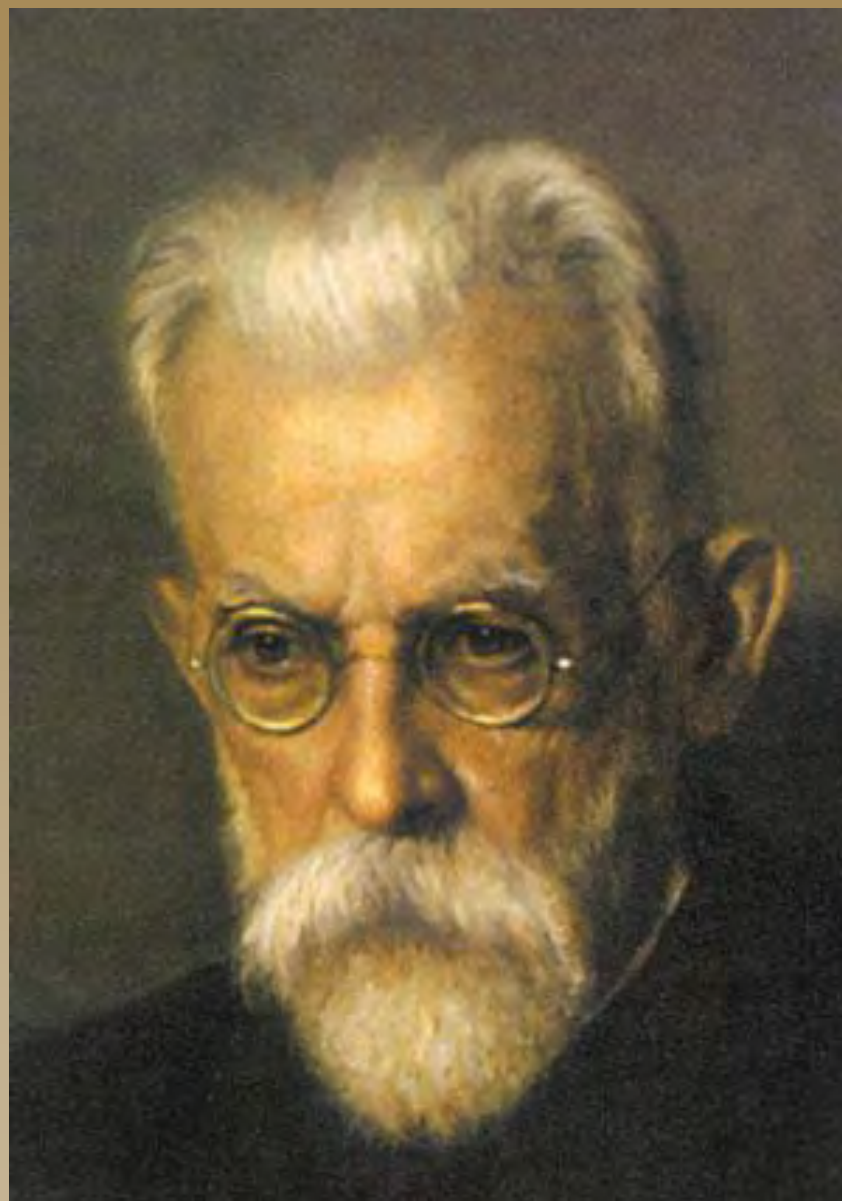


Понятие о биосфере введено в биологию в начале XIX в. Французским натуралистом Жаном Б. Ламарком, а в геологию – австрийским ученым Эдуардом Зюсом в 1875 г.



Ж. Б. Ламарк

В современном
глубоком
понимании
химического
строения
биосферы
Земли
выдающаяся
роль
принадлежит
В.И.Вернадском
у «Учение о
биосфере»



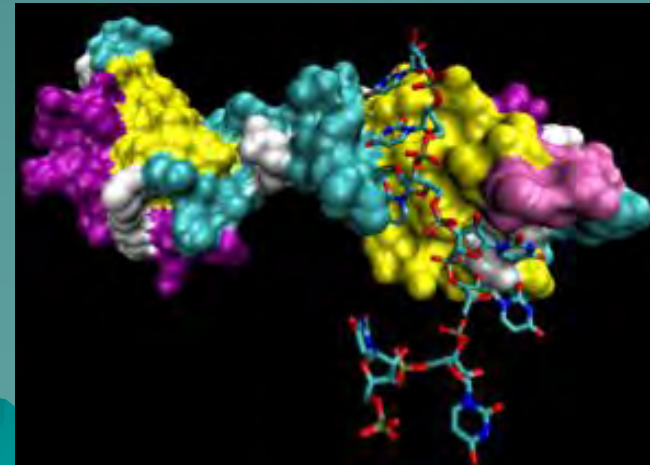
В основе учения В.И. Вернадского о биосфере лежат представления:

1) *о планетарной геохимической роли живого вещества, выражающейся в составе, массе и энергии;*

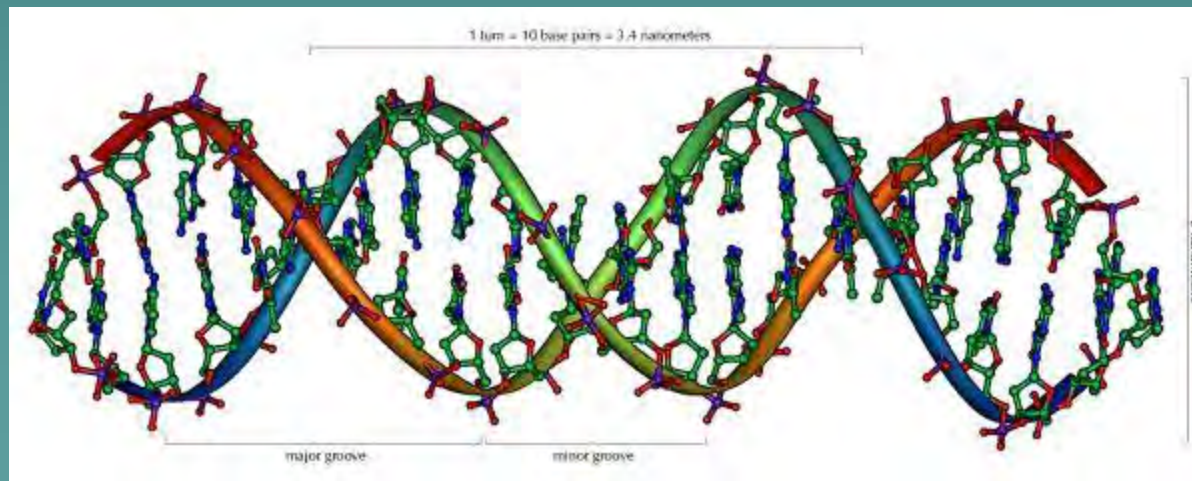
2) *об организованности биосферы в результате сложной геологической истории Земли.*

Вещество биосферы (по Вернадскому В.И.) состоит из живого вещества, биокосного вещества, радиоактивного вещества, рассеянных атомов, вещества космического происхождения.

Общим свойством жизни является присутствие в живом веществе активных белковых молекул.



С химической точки зрения живое биогенное вещество представлено спиртами, жирными кислотами и аминокислотами. Последние являются составными частями нуклеиновых кислот.



Нуклеиновые кислоты – важнейшие биологически активные биополимеры. Они содержатся в каждой клетке всякого живого организма. Находятся они в плазме и ядрах клеток и подразделяются на ДНК – в ядре, и РНК – в цитоплазме.

Биологическая роль нуклеиновых кислот состоит в хранении, реализации и передаче наследственной информации (генетического кода).





GCA AGA GAT AAT TGT...



1

2

3

4

5

Синтез и распад органических соединений идет ступенчато с поглощением и выделением энергии.

Благодаря реакции **фотосинтеза**, в результате поглощения на свету хлорофиллом CO_2 , происходит образование глюкозы и выделение кислорода и запас энергии.




Противоположный процесс – *дыхание*, протекает с образованием CO_2 , с высвобождением энергии и преобразование её в тепло и механическую работу.

В ходе длительной геологической истории развития жизни на Земле эффект фотосинтеза превысил эффект дыхания, в результате энергия, поглощенная при фотосинтезе, могла накопиться в виде торфа, угля, нефти и газа.

функции живого вещества:

- ◆ концентрационная, состоящая в аккумуляции живыми организмами химических элементов из внешней среды (образование осадочных толщ карбонатных пород, доломитов);
- ◆ окислительно-восстановительная, связанная с переменной валентности атомов при биогеохимических процессах;
- ◆ газовая, связанная с биогеохимическим превращением живого вещества и газовых продуктов: H_2O , CO_2 , CH_4 , O_2 , N_2 и др.;
- ◆ корреляционная, выраженная в биогеохимической связи **Si, Ca, P, Fe** и др. элементов с живым веществом.



Образование и развитие биосферы в архее и протерозое.

Для построения сложного органического соединения живых организмов необходимо всего 29 исходных мономеров: 20 аминокислот, 5 азотистых оснований, глюкоза и жиры. Предполагается, что период химической эволюции абиогенного органического вещества продолжался около 1 млрд. лет. В итоге должны были образоваться упорядоченные биополимеры – белки и нуклеиновые кислоты, способные делиться, воспроизводить и копировать такие же молекулы.

Появление способности к воспроизведению, к построению себе подобных себе молекул на основе заключенной в них информации и стало рождением жизни на Земле.

Первые живые органические существа, найденные в сланцах свазилендской серии в Трансваале, датируемые возрастом 3,44 млрд. лет (средний архей), были *цианобиты* – это темные сферические водорослеподобные формы с диаметром 6-2 мкм.

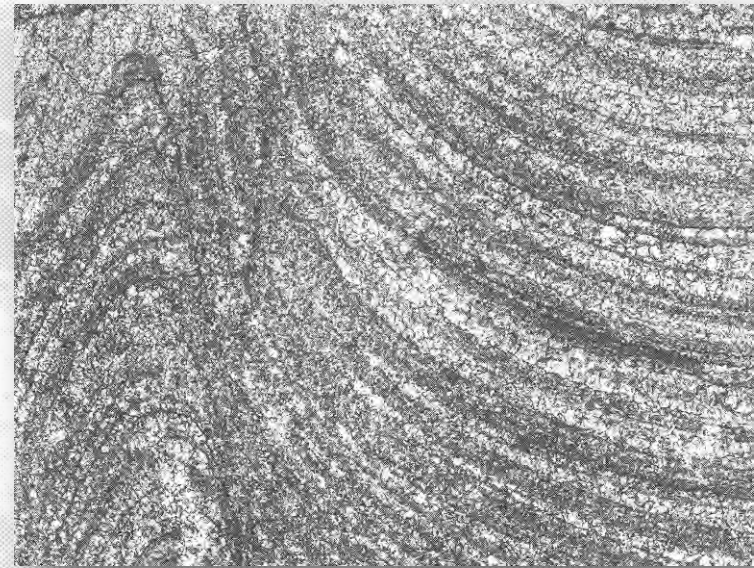
Они были одноклеточным и *прокариотам*, т.е. они были лишены клеточного ядра.





Строматолиты – карбонатные наросты, образующиеся в результате выделения извести колонией цианобактерий, найдены в западной Австралии с датировкой 3,5 млрд. лет и в Африке в Зимбабве – 3,2 млрд. лет.

- ◆ В строматолитах верхнего протерозоя канадский палеонтолог Хант выделил годичный ритм и подсчитал количество дней в году того времени. В тонкой слоистости строматолитов фиксируется суточный цикл их жизнедеятельности. Оказалось, что дней в году было в 3 раза больше, чем сейчас, соответственно скорость вращения Земли вокруг своей оси в верхнем протерозое была в 3 раза быстрее, чем сейчас!!!

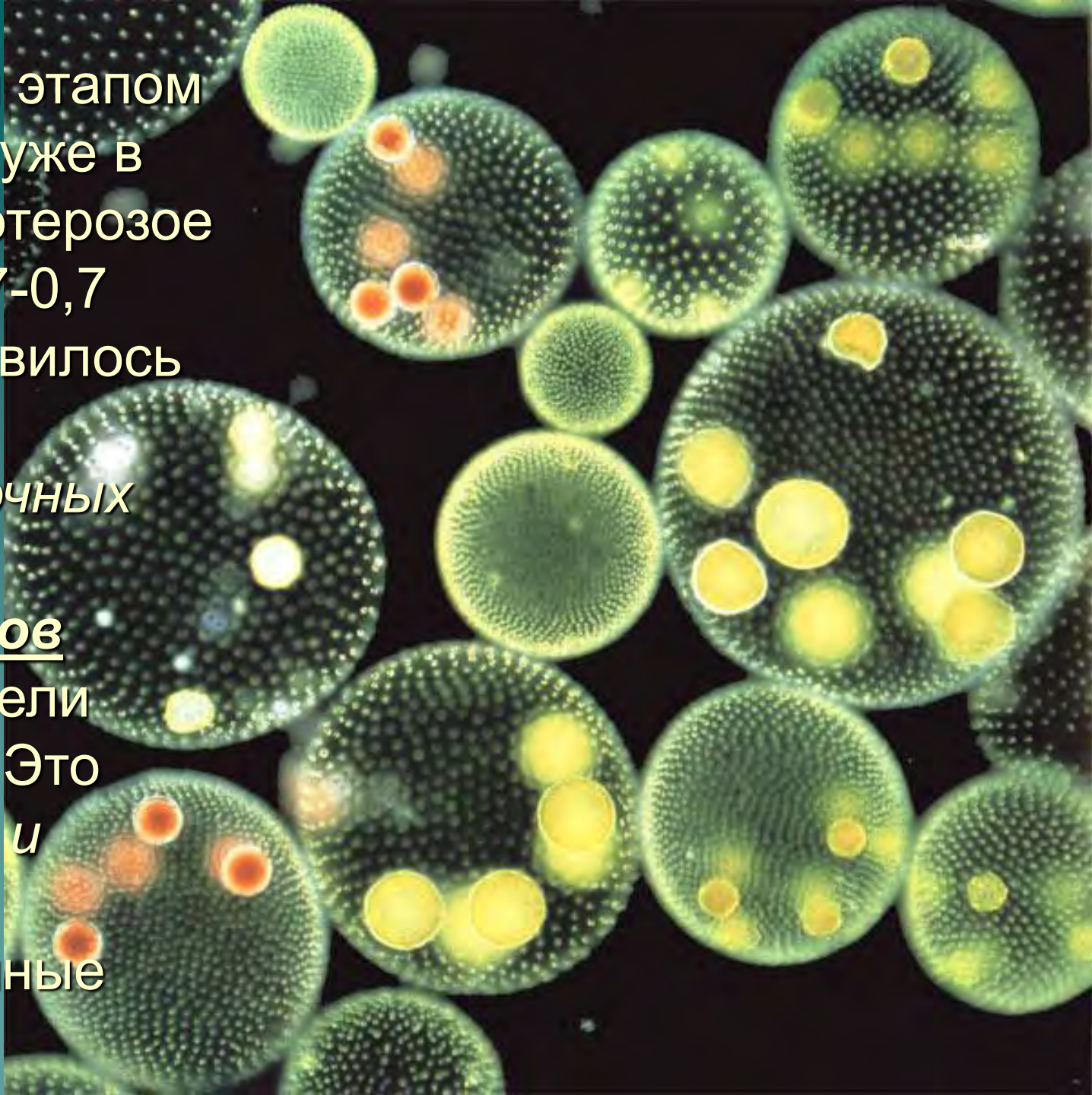


- ◆ Период времени 3-2,5 млрд. лет считается периодом появления живых существ на Земле.
- ◆ Важной особенностью первых клеточных организмов было то, что они были прокариотами (безъядерными), анаэробными (кислорода в атмосфере еще не было) и гетеротрофами (потребляли первичные абиотические органические вещества).

- ◆ *Около 2 млрд. лет. н. содержание кислорода в атмосфере достигло **0,1 %** от современного (точка Юри), его стало достаточно для появления эукариотов – одноклеточных организмов, клетки которых обладают сложными оболочками-мембранами и прочным ядром, содержащим хромосомы.*

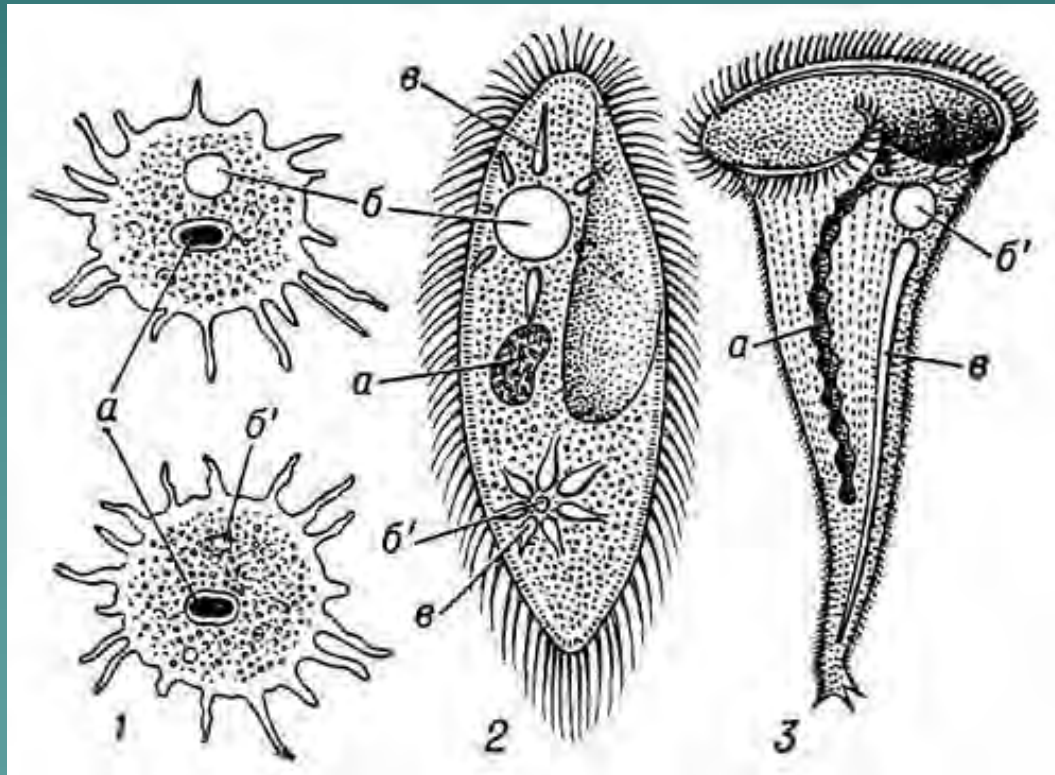


Следующим этапом эволюции – уже в позднем протерозое – рифее (1,7-0,7 млрд.лет), явилось появление *многоклеточных растений автотрофов* (производители кислорода). Это были *бурые и красные многоклеточные водоросли.*

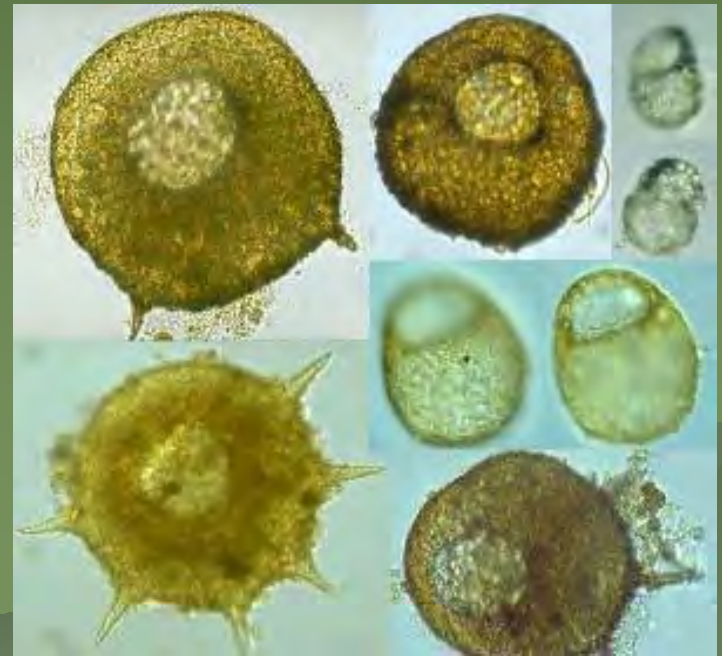
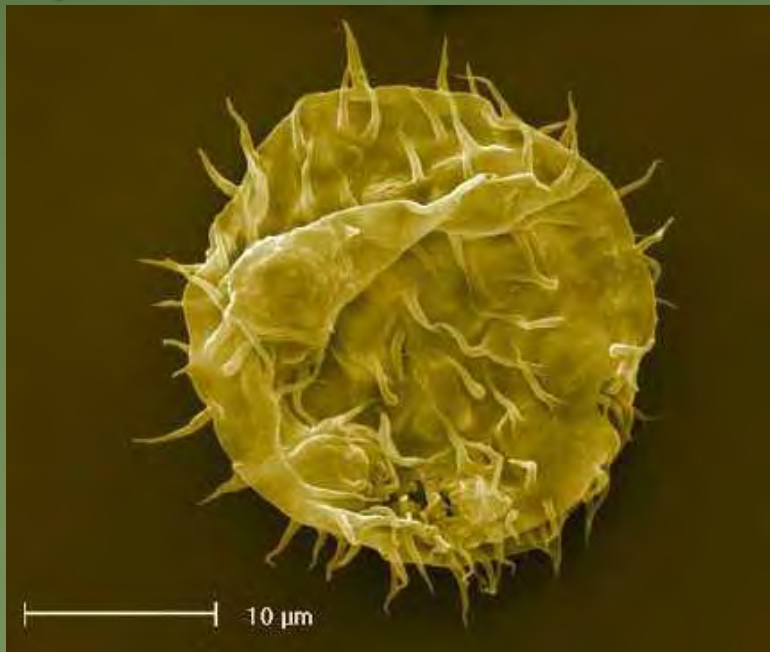


- ◆ Для появления первых животных, питающихся готовой органикой, необходим был кислород. Поэтому, настоящего расцвета животные могли достигнуть, когда в атмосфере содержание свободного кислорода достигло **1%** от современного (**точка Пастера**). Это произошло только в среднем рифее **1,3-1,0 млрд. л. н.**

Среди животных первыми возникли также одноклеточные организмы – инфузории, амебы и т.д.



Затем началось усложнение животного мира, появились многоклеточные животные. Сначала они были колониальными, затем началось разделение клеток по функциям и появились настоящие многоклеточные животные. В раннем рифее сформировались планктонные организмы.



Массовый расцвет мягкотелых организмов пришелся на конец протерозоя – венд (680-600 млн. лет). Бесскелетная фауна позднего докембрия обнаружена в Южной Австралии – это медузы, черви, членистоногие.

Для позднерифейских фаун было характерно: отсутствие скелетов, высокое разнообразие мягкотелых организмов (большой частью кишечнополостные), присутствие всех экологических групп (бентос, нектон, планктон).

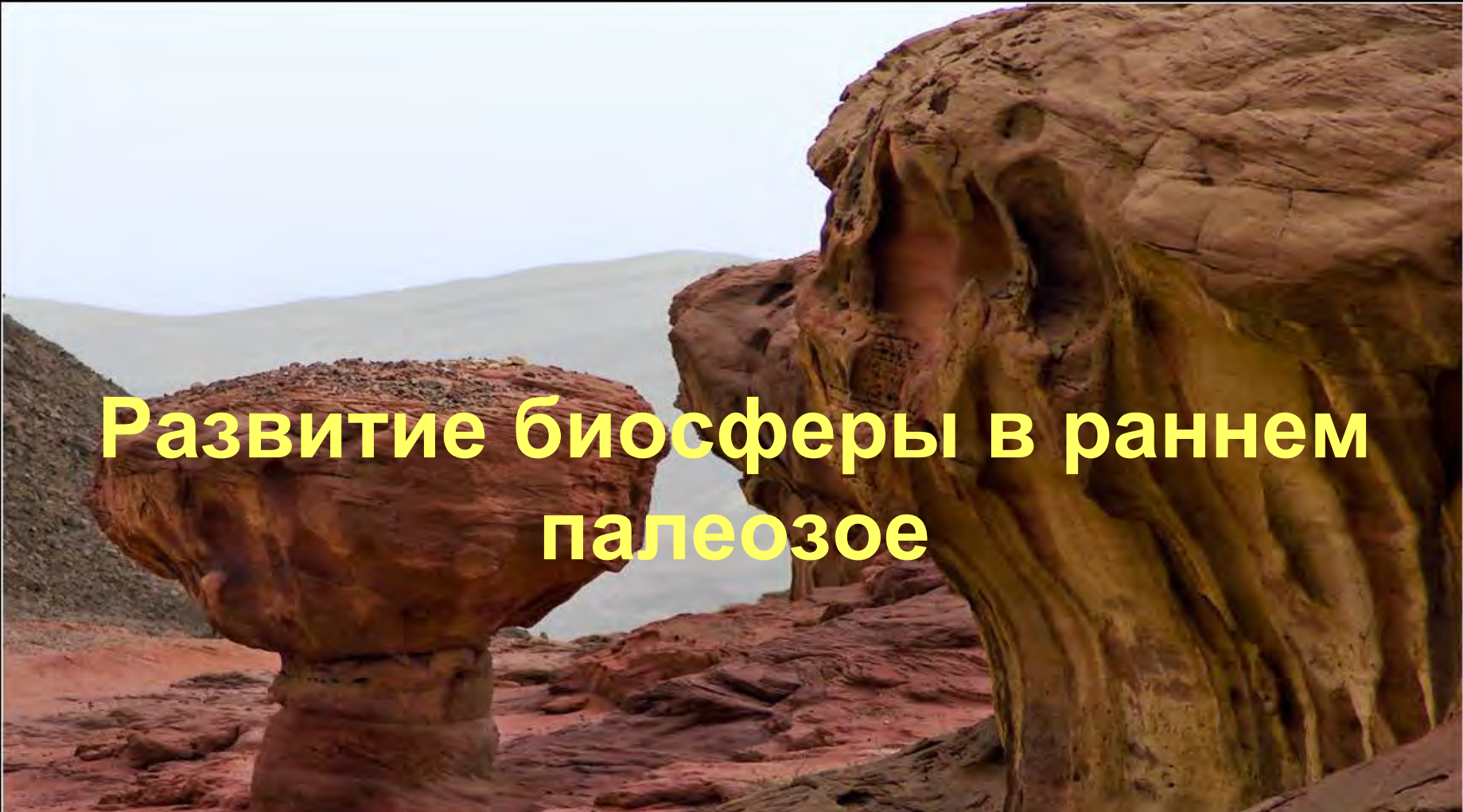
A large, well-preserved fossil of a trilobite is embedded in a dark, layered rock matrix. The trilobite's body is clearly visible, showing its segmented thorax and abdomen. The rock surface is cracked and weathered, highlighting the fossil's texture and color contrast.

Эволюция биосферы в палеозое и мезозое

Юсупов Дмитрий Валерьевич,
доцент каф. ГЭГХ, к.г.-м.н.

ПЛАН

1. Развитие биосферы в раннем палеозое.
2. Развитие биосферы в позднем палеозое.
3. Развитие биосферы в мезозое.
4. Катастрофические факторы в истории биосферы.



Развитие биосферы в раннем палеозое



В раннем палеозое в эволюции биосферы произошло ряд революционных событий:

1). **Становление хромосомного полового процесса размножения.**

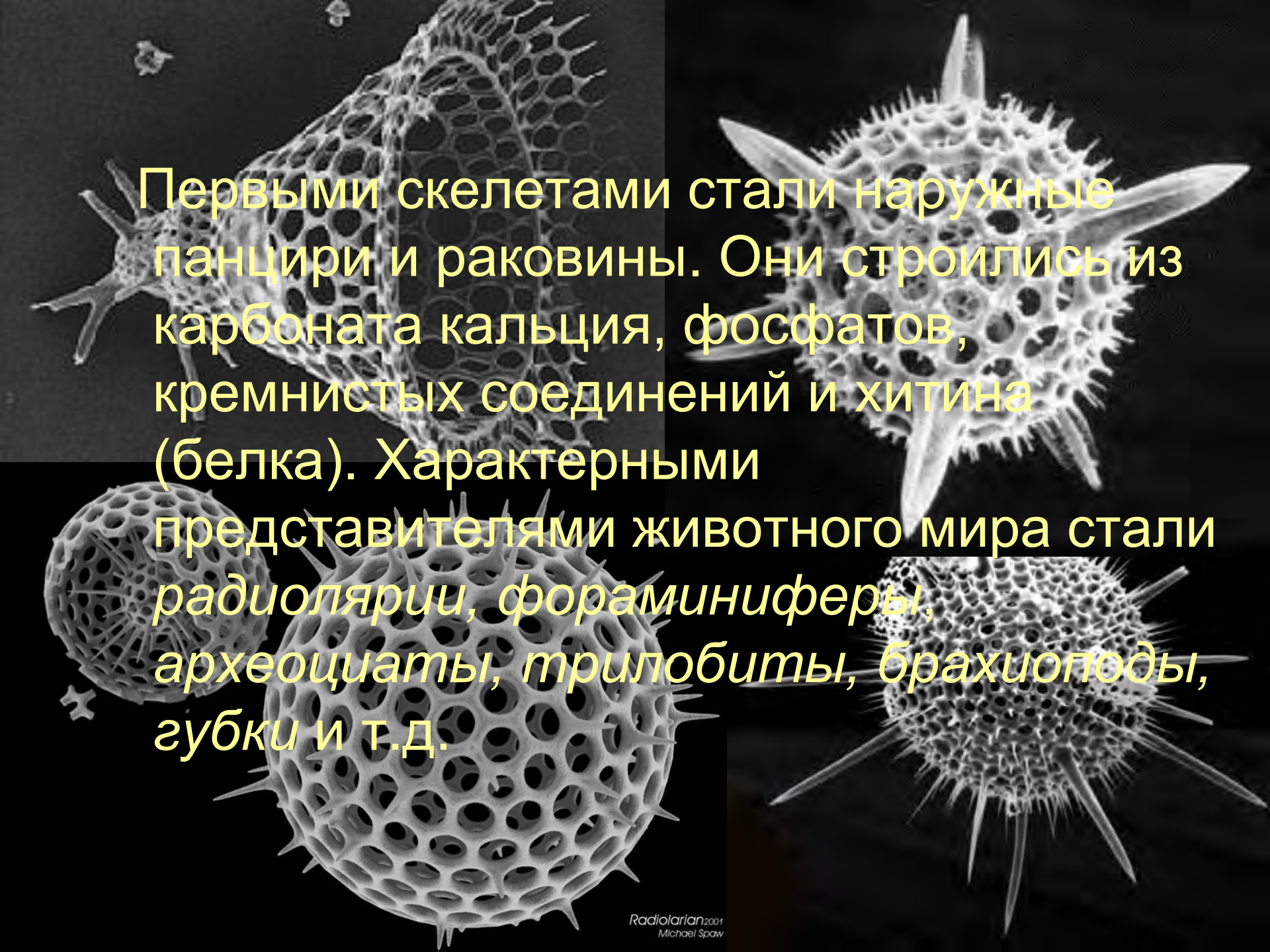
Становление хромосомного полового процесса размножения произошло около 1,5-2 млрд. лет назад у растений и простейших организмов. В раннем кембрии получил широкое распространение процесс полового размножения путем слияния двух половых хромосом. Половое размножение обусловило возможность мутаций, закрепления полезных признаков и последующей эволюции. Без полового размножения Земля была бы заселена только бесполоыми простейшими организмами.

2). *Формирование внешних скелетов у живых существ.*

Второе важное событие на рубеже венда и раннего кембрия (570 млн. лет н.) – начало формирования скелетов у животных. Развитие скелетной фауны происходило стремительно. Развитие всех скелетных групп произошло на протяжении первых миллионов лет. Однозначная причина появления твердого скелета у животных не установлена. Имеются ряд гипотез, пытающихся объяснить это явление.

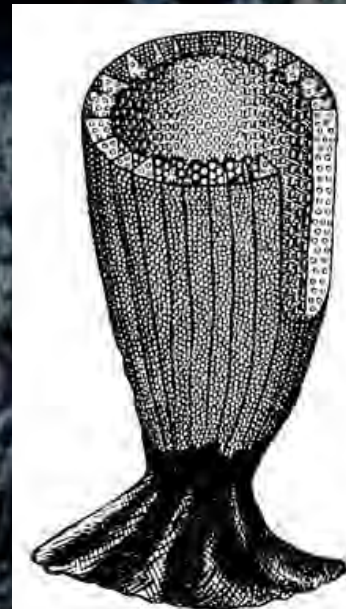
Гипотезы появления твердого скелета у животных

- 1. Биологическая**, связывается с появлением консументов – хищников, питающихся белковой животной пищей, от которых надо было защищаться броней
- 2. Геохимическая** (по А.П. Виноградову) полагает, что причина появления скелета – изменение внешних условий обитания в связи с поступлением большого количества соединений фосфора, кальция и с уменьшением количества углекислого газа, которые позволили организмам строить скелеты.

The image features several scanning electron micrographs (SEMs) of organisms with external skeletons. In the top left, a large, elongated, lattice-like structure is shown. In the top right, a spherical organism with a porous, spherical shell and several long, thin spines extending from its surface is visible. In the bottom left, a smaller spherical organism with a similar porous structure and spines is shown. In the bottom right, another spherical organism with a porous shell and numerous sharp spines is depicted. The background is dark, making the intricate, light-colored structures stand out.

Первыми скелетами стали наружные панцири и раковины. Они строились из карбоната кальция, фосфатов, кремнистых соединений и хитина (белка). Характерными представителями животного мира стали радиоларии, фораминиферы, археоциаты, трилобиты, брахиоподы, губки и т.д.

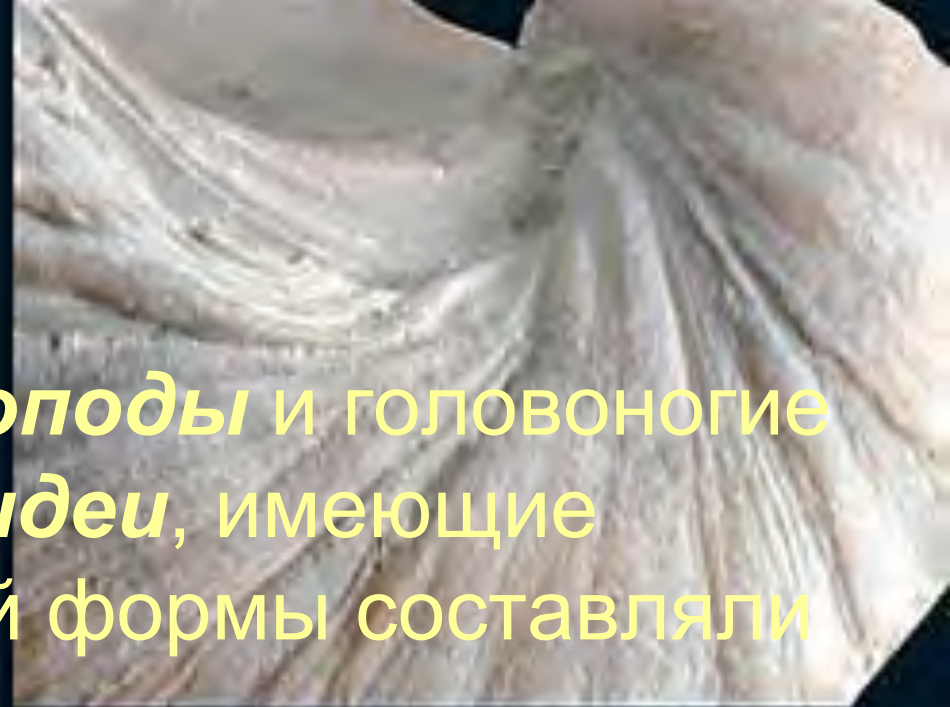
- *Археоциаты* – прикрепленные колониальные, рифообразующие животные, предшественники кораллов. Они вымерли в середине кембрия.



- ***Трилобиты*** – плоские донные членистоногие существа с сегментным туловищем, покрытым хитиновым панцирем. Трилобиты составляли около 60% кембрийской фауны.



- Плеченогие *брахиоподы* и головоногие хищники *наутилоидеи*, имеющие раковину различной формы составляли до 30% фауны.



3). Цефализация

- Появление головы и эволюция органов зрения у трилобитов и др. животных - третье важное событие **раннего кембрия** (570 млн. лет н.). Этот факт указывает на развитие нервной системы и открывает пути для становления и развития органа управления - головного мозга. В последующих геологических периодах эволюция беспозвоночных характеризуется специализацией и усовершенствованием видов.

4). Формирование внутренних скелетов у живых существ.

- В ордовике (500-440 млн. лет н.) появились *граптолиты* – существа, у которых внутри тела по ископаемым отложениям наблюдается т.н. спинная струна. Тогда же появился *ланцетник* со спинной хордой.

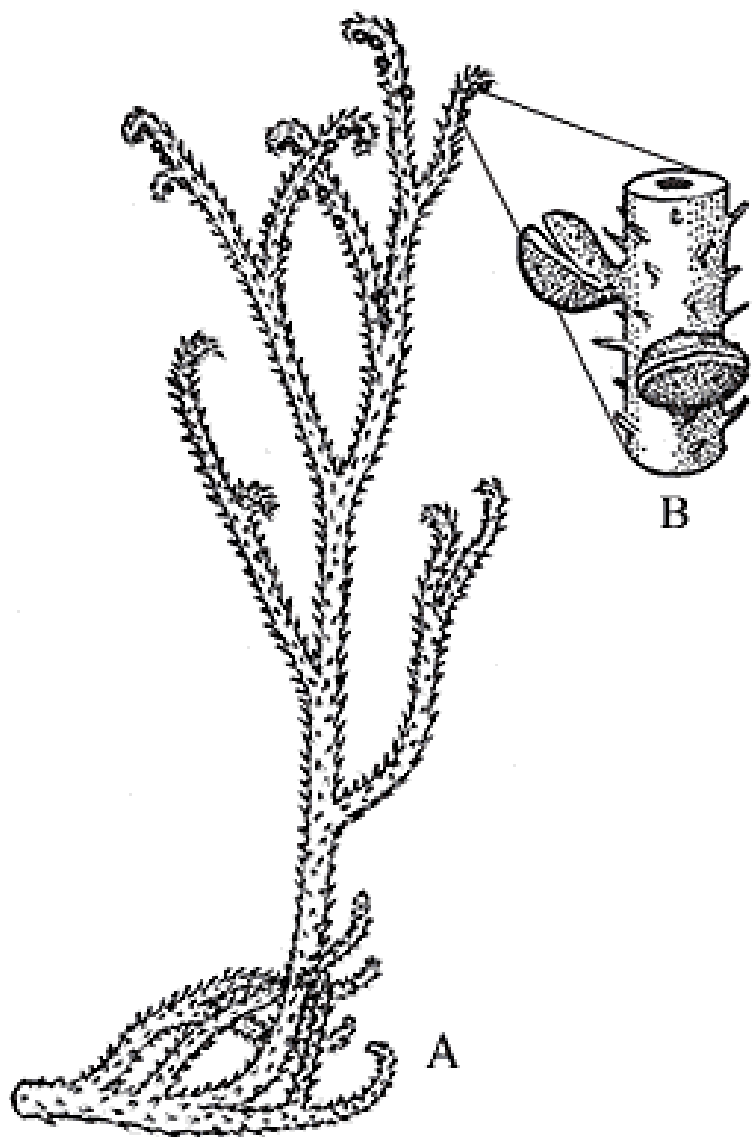


- **В силуре** (440-410 млн. лет н.) появляются первые *панцирные рыбообразные существа*. В силурийском периоде достигают расцвета гигантские ракоскорпионы (2 м в длину), сохранившиеся до нашего времени в одном виде – **мечехвоста**.



5). Выход живых организмов на сушу

- Пятый революционный момент – это освоение пространства суши вследствие повышения концентрации озона в атмосфере, появилась возможность поглощать ультрафиолет.
- В начале кембрия (570 млн. лет н.) концентрация кислорода в атмосфере достигла 10%. Эта условная точка называется **точкой Беркнера-Маршалла**.
- Теперь слой воды в 30 см задерживал ультрафиолетовые лучи, благодаря этому область распространения жизни значительно расширилась, стали заселяться очень мелководные бассейны.



В раннем силуре
(440 млн. лет н.) в
прибрежных болотах
и лагунах, озерах
появились первые
наземные растения –
нематофиты
(высотой более 2 м).
Они
просуществовали до
позднего девона.

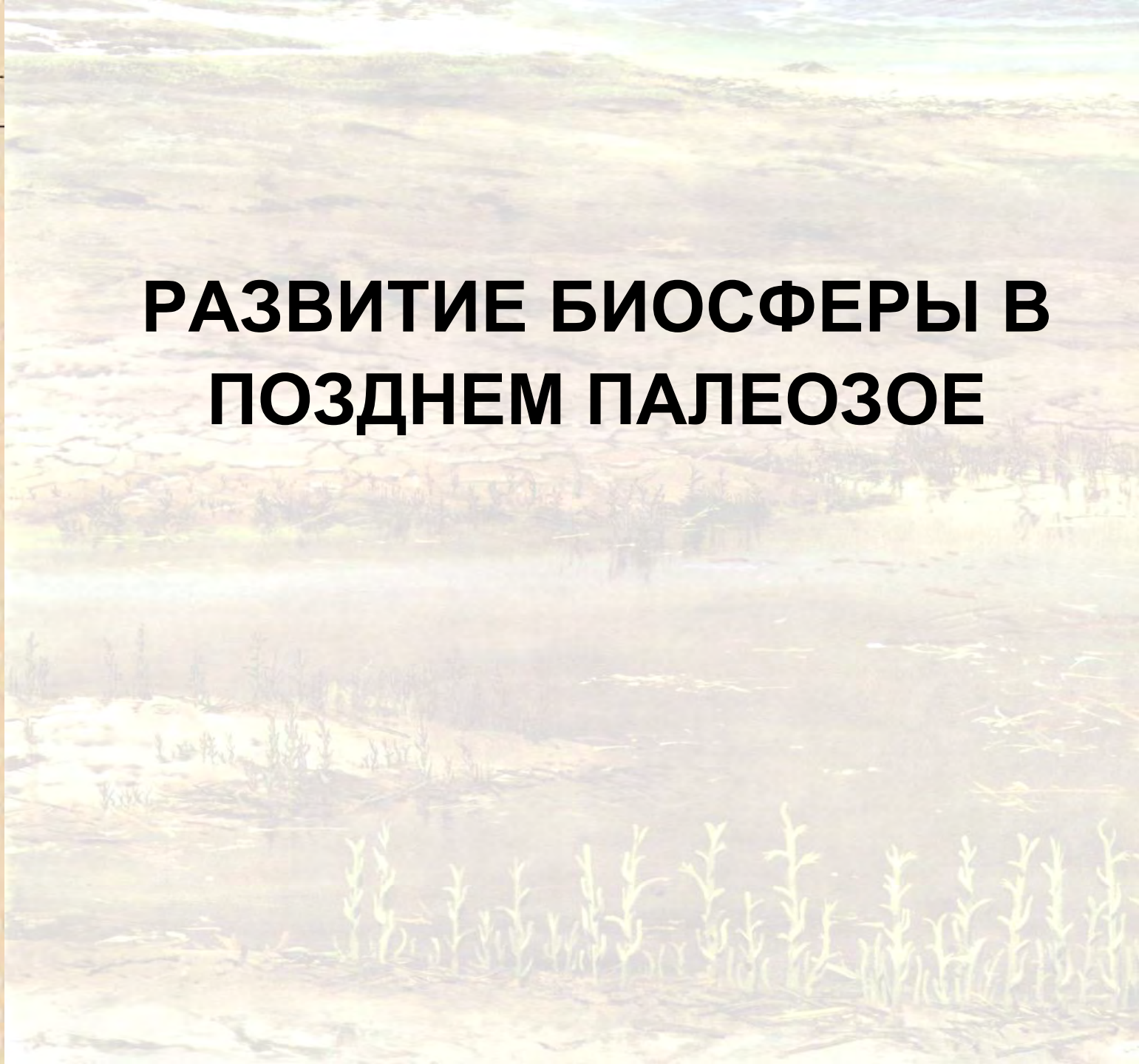
В позднем силуре
(410 млн. лет н.)
появились
псилофиты и
риниофиты –
споровые растения,
напоминающие
плауны.



ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ
ШКАЛА

	ЭРА	ПЕРИОД	млн лет
ФАНЕРОЗОЙ	КАЙНОЗОЙСКАЯ	ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ	1,8
		НЕОГЕНОВЫЙ	23,8
		ПАЛЕОГЕНОВЫЙ	65,0
	МЕЗОЗОЙСКАЯ	МЕЛОВОЙ	142
		ЮРСКИЙ	205
		ТРИАСОВЫЙ	248
	ПАЛЕОЗОЙСКАЯ	ПЕРМСКИЙ	290
		КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ	354
		ДЕВОНСКИЙ	417
		СИЛУРИЙСКИЙ	443
ОРДОВИКСКИЙ		495	
КЕМБРИЙСКИЙ		534	
КРИПТОЗОЙ	ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ	ВЕНДСКИЙ	650
		РИФЕЙСКИЙ	1650
		КАРЕЛЬСКИЙ	2500
	АРХАЙСКАЯ		3500
	КАТАРХАЙСКАЯ		4500

РАЗВИТИЕ БИОСФЕРЫ В ПОЗДНЕМ ПАЛЕОЗОЕ



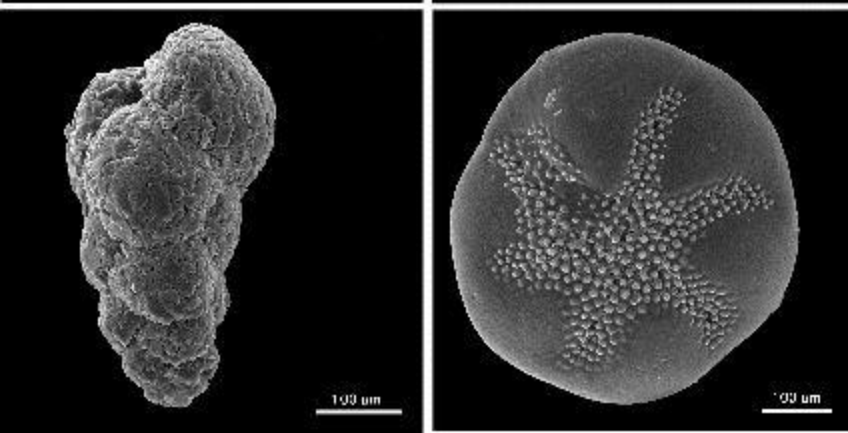
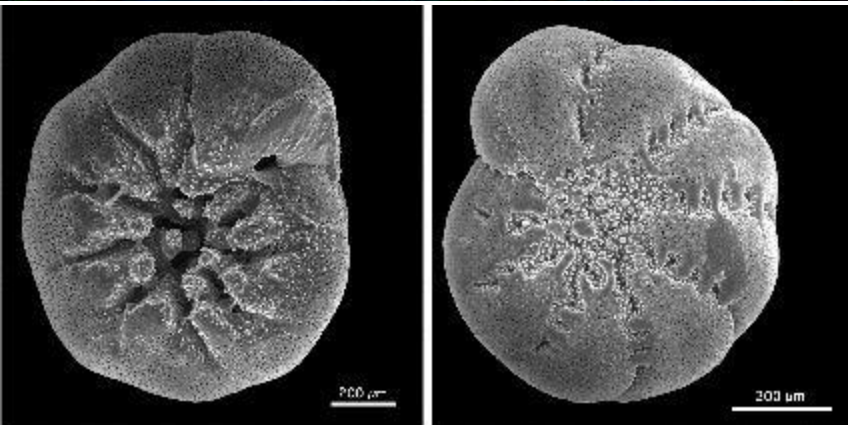
В девоне (410-340 млн. лет н.) по суше широко распространились ***псилофитовая флора***. Появляются настоящие ***плауны***. К концу девона на Земле возникают первые леса, представленные ***папоротниками***. Некоторые из них имели высоту до 12 м и диаметр ствола - до 1 м. Также существовали крупные ***хвощи*** и ***плауны***. Вероятно, в этот период уже появились первые ***голосеменные*** растения.



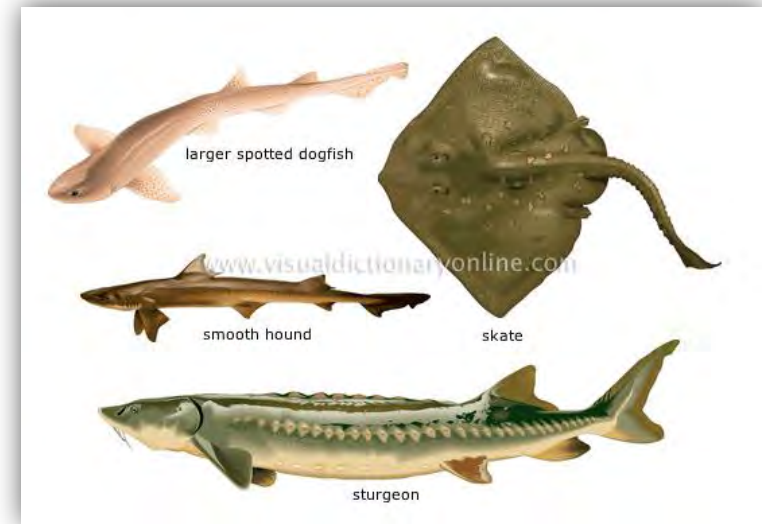
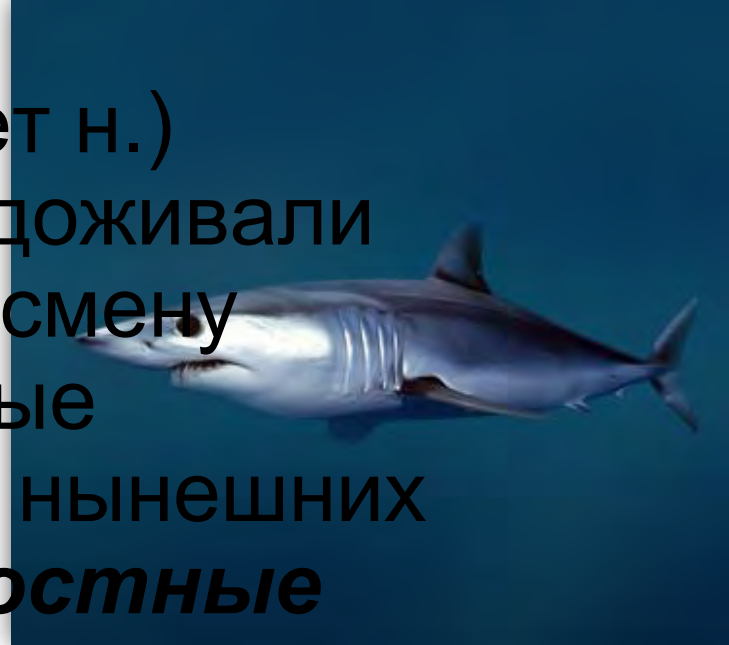


Теплые девонские моря населяли многочисленные кораллы, губки, морские звезды, голотурии, иглокожие (морские ежи), моллюски.

Простейшие организмы *фораминиферы* продолжали строить раковины. Сокращение акваторий с хорошо прогреваемыми мелководьями привело к угасанию архаичных групп морских беспозвоночных: трилобитов, граптолитов, ракоскорпионов.



- **Ранний девон (410 млн. лет н.)** называют периодом рыб – доживали **панцирные рыбы** и им на смену пришли более прогрессивные **хрящевые рыбы** – предки нынешних акул и осетров, а также и **костные рыбы**. Костные рыбы по строению плавников разделились на **лучеперых** и **кистеперых** рыб.



Кистеперые рыбы, у которых сформировались длинные плавники, напоминающие лапы, приспособились к жаркому аридному климату.

Периодически стала возникать необходимость пересекать участки суши в поисках более обводненных озер и лагун.

Более всего приспособились к таким условиям кистеперые рыбы, которые могли дышать непосредственно воздухом – через чешую и легкие.



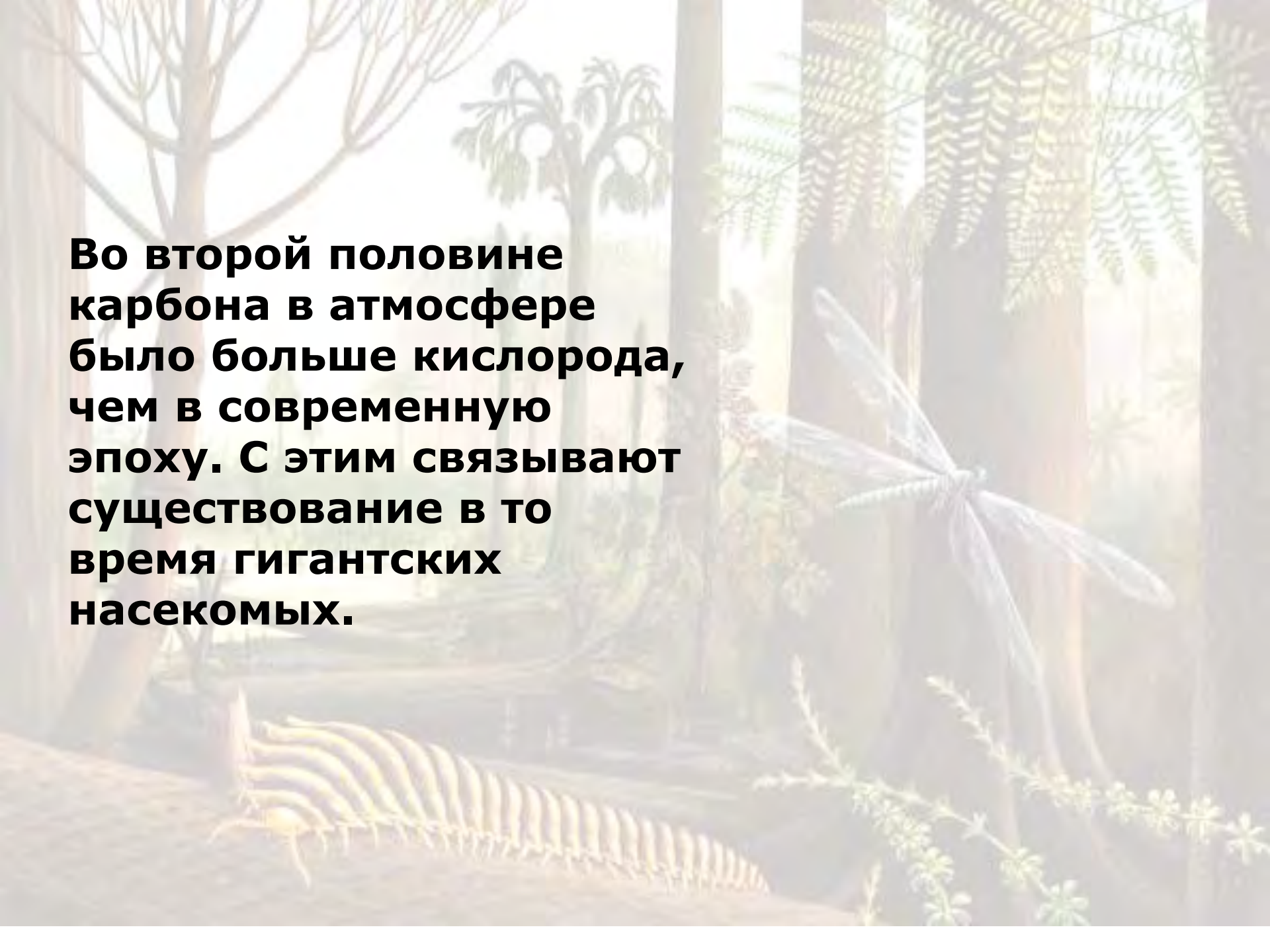
- Считается, что именно **кистеперые рыбы** эволюционно дали начало земноводным — **амфибиям**, имеющих черты рыб и наземных животных.
- Первые земноводные были похоже на рыб — **ихтиостеги**, которые появились в конце девона.



- **В карбоне** (340-285 млн. лет н.) на Земле четко образовалась зональная климатическая дифференциация, которая в главных чертах существуют и в настоящее время: с юга на север сменялись пояса - гляциальный (ледниковые области), нивальный, умеренных широт, субтропический, тропический и экваториальный. В целом для карбона более характерны гумидные тропические и умеренные ландшафты. Арктической флоры не было.

- В каменноугольном периоде на суше развитие получили *палеофитные* влажные тропики с «*вестфальской флорой*» из плаунов, папоротников и хвощей. В лесных болотах происходило захоронение стволов деревьев, давших в последствии мощные залежи углей – около 17% мировых запасов (против 0,001% в девоне).

Во второй половине карбона в атмосфере было больше кислорода, чем в современную эпоху. С этим связывают существование в то время гигантских насекомых.



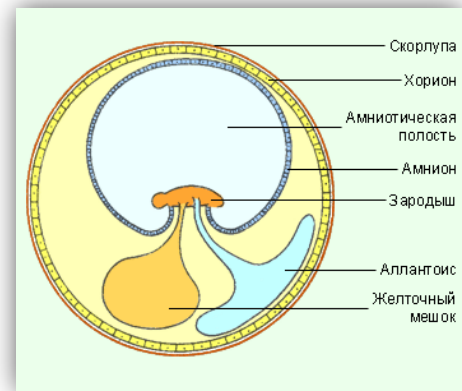
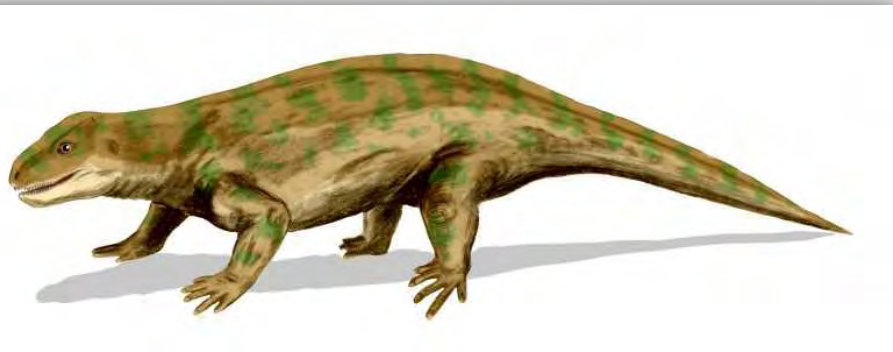
- В позднем карбоне (285 млн. лет н.) произошло похолодание климата в высоких широтах. Здесь повсеместно исчезли заросли плауновых – они заместились новой голосеменной флорой – папоротникообразными ***кордаитами*** с раскидистыми кронами и ***гинкго***.





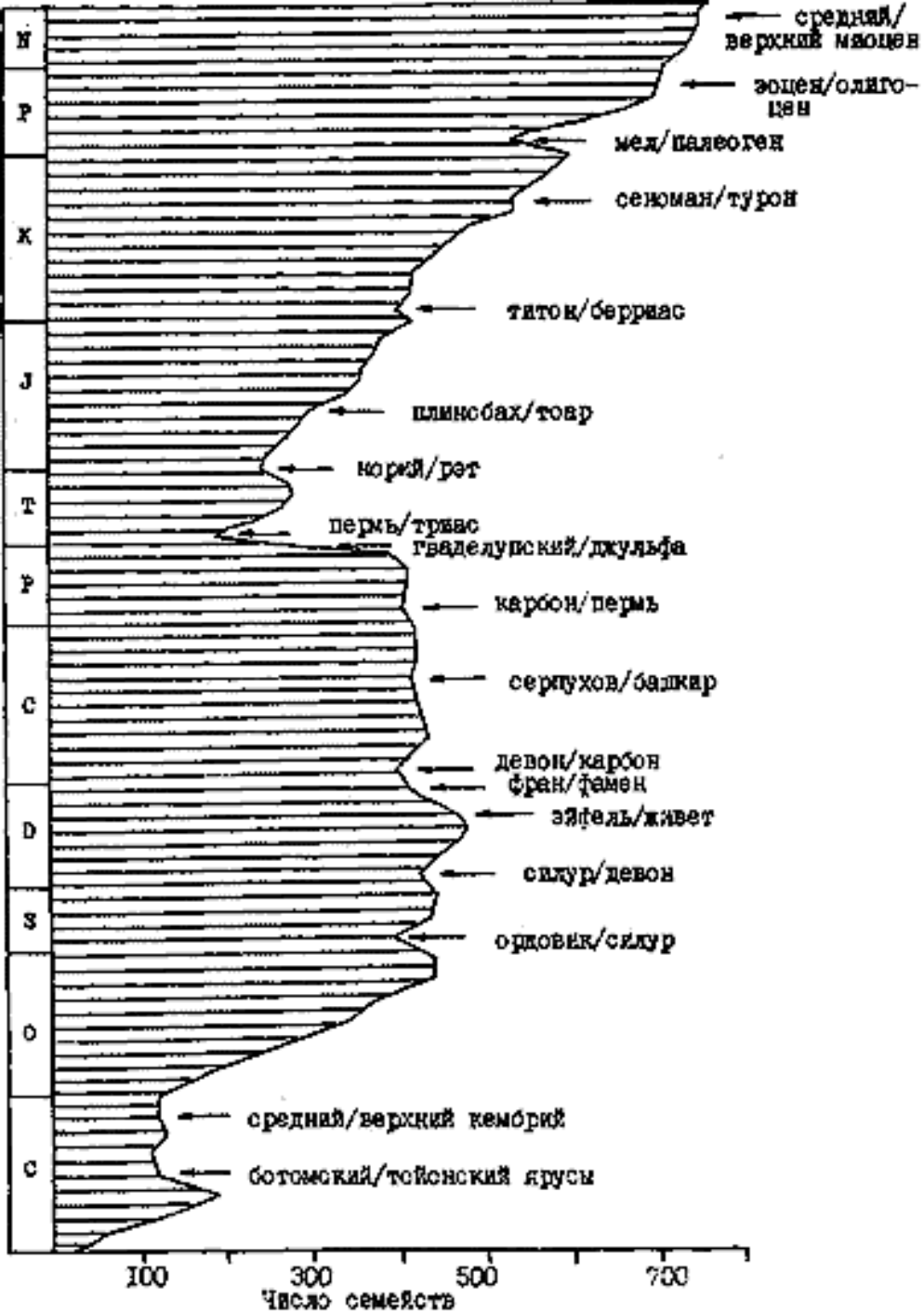
Папоротникообразные кордаиты

- В животном мире изменения затронули более всего тропические пояса – здесь часть земноводных стала приспособляться к автономному от воды существованию. Это дало начало развитию новому классу – **пресмыкающимся**. Первыми пресмыкающимися были **котилозавры**. Они полностью перешли на легочное дыхание и приобрели совершенно новую особенность в размножении – оно стало внутренним, их зародыш получил автономное от внешних условий развитие, замкнувшись в т.н. **амниотическое яйцо**. Яйцо обеспечивает полное развитие зародыша с момента зачатия до жизнеспособной особи.

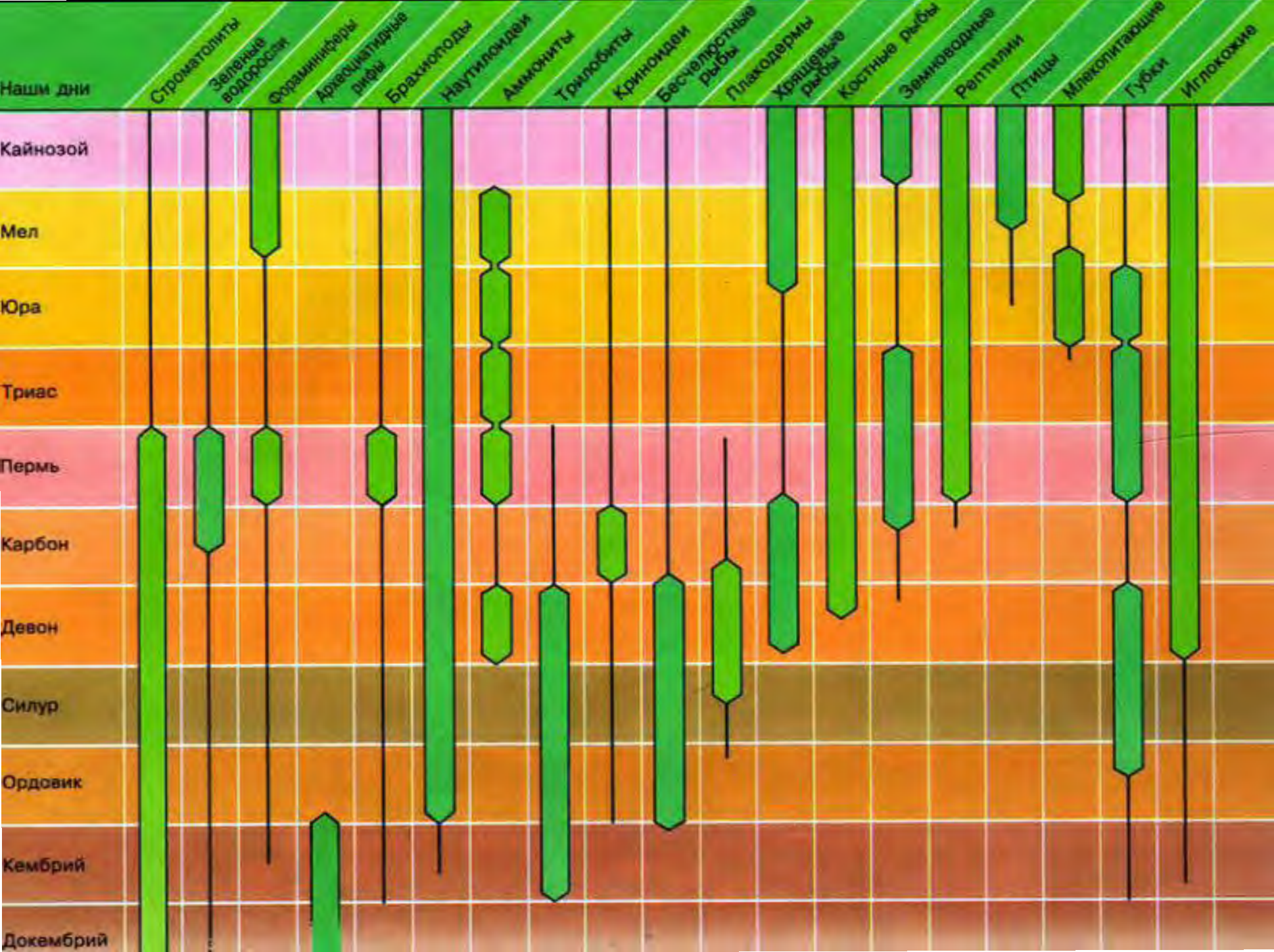


- **В пермское время (285-240 млн. лет н.) резко усилилась аридизация климата, появились настоящие климатические пустыни, интенсивно накапливались соли. В этот период большие пространства занимали красноцветные ландшафты.**

- Конец пермского периода отмечался массовым вымиранием многих организмов. Исчезают многие растения. В течение всего лишь 5 млн. лет исчезает около половины семейств и более 90% родов морских животных.
- Перестают существовать *трилобиты*, *брахиоподы*, *фузулиниты*, многие головоногие, целый ряд палеозойских *панцирных* и большая часть *кистеперых* рыб.
- Сокращается количество земноводных, насекомых. Однако продолжается развитие форм пресмыкающихся.



Изменение
 таксономического
 разнообразия морской
 биоты на уровне
 семейств в фанерозое
 (по Чернову А.В., 2004)





Развитие биосферы в мезозое

ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА

	ЭРА	ПЕРИОД	млн. лет	
ФАНЕРОЗОЙ	КАЙНОЗОЙСКАЯ	ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ	1,8	
		НЕОГЕНОВЫЙ	23,8	
		ПАЛЕОГЕНОВЫЙ	66,0	
	МЕЗОЗОЙСКАЯ	МЕЛОВОЙ	142	
		ЮРСКИЙ	205	
		ТРИАСОВЫЙ	248	
	ПАЛЕОЗОЙСКАЯ	ПЕРМСКИЙ	290	
		КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ	354	
		ДЕВОНСКИЙ	417	
		СИЛУРИЙСКИЙ	443	
		ОРДОВИКСКИЙ	495	
		КЕМБРИЙСКИЙ	534	
	КРИПТОЗОЙ	ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ	ВЕНДСКИЙ	650
			РИФЕЙСКИЙ	1650
КАРЕЛЬСКИЙ			2500	
АРХАЙСКАЯ		3500		
КРАТОНОВАЯ		4500		

- **В мезозое** (240-67 млн. лет н.) продолжалась дальнейшая дифференциация и усложнение ландшафтного покрова Земли.
- В это время большую площадь занимали мезофитные влажные тропики, в которых доминировали голосеменные растения, пришедшие в середине перми на смену папоротникообразным.
- Особенно широко они распространились в конце триаса и начале юры, когда на значительной части суши преобладал жаркий и влажный климат.

- Характерная черта влажных тропиков мезозоя – уменьшение углеобразования. Триасовые угли составляют лишь 0,03% от мировых запасов, юрские – 14,7%, меловые – 17,7%, а карбоновые и пермские угли – 41,2%

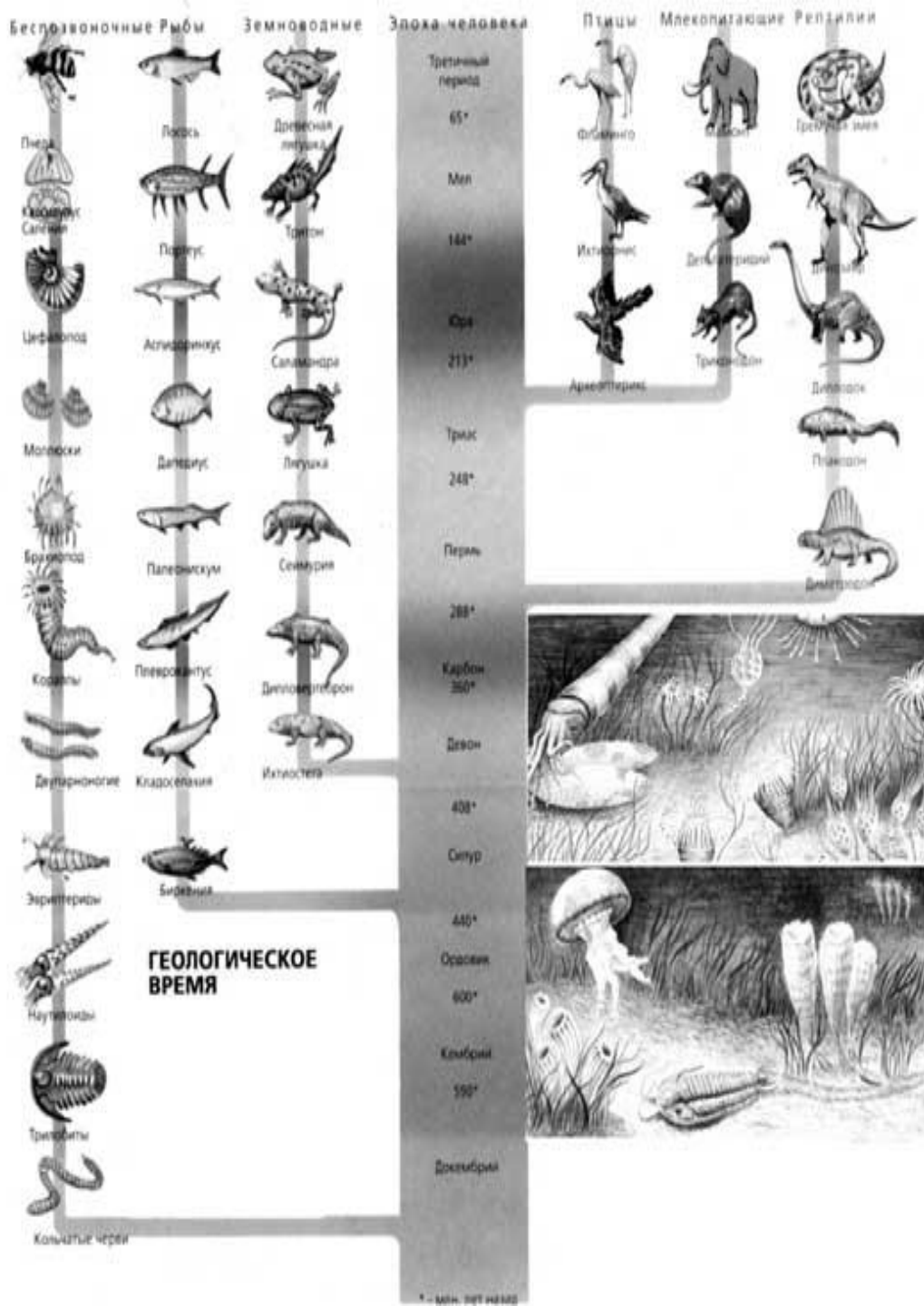
- **Триас** (240-195 млн. лет н.). С начала мезозойской эры сушу, воду и воздух быстро завоевывают пресмыкающиеся.
- От **котилозавров** обособилась ветвь **архозавров** (*тектодонтов*), которые в итоге дали начало динозаврам, летающим ящерам и крокодилам.
- От котилозавров в триасе произошли **черепахи** – наиболее древние и консервативные в эволюционном смысле пресмыкающиеся.



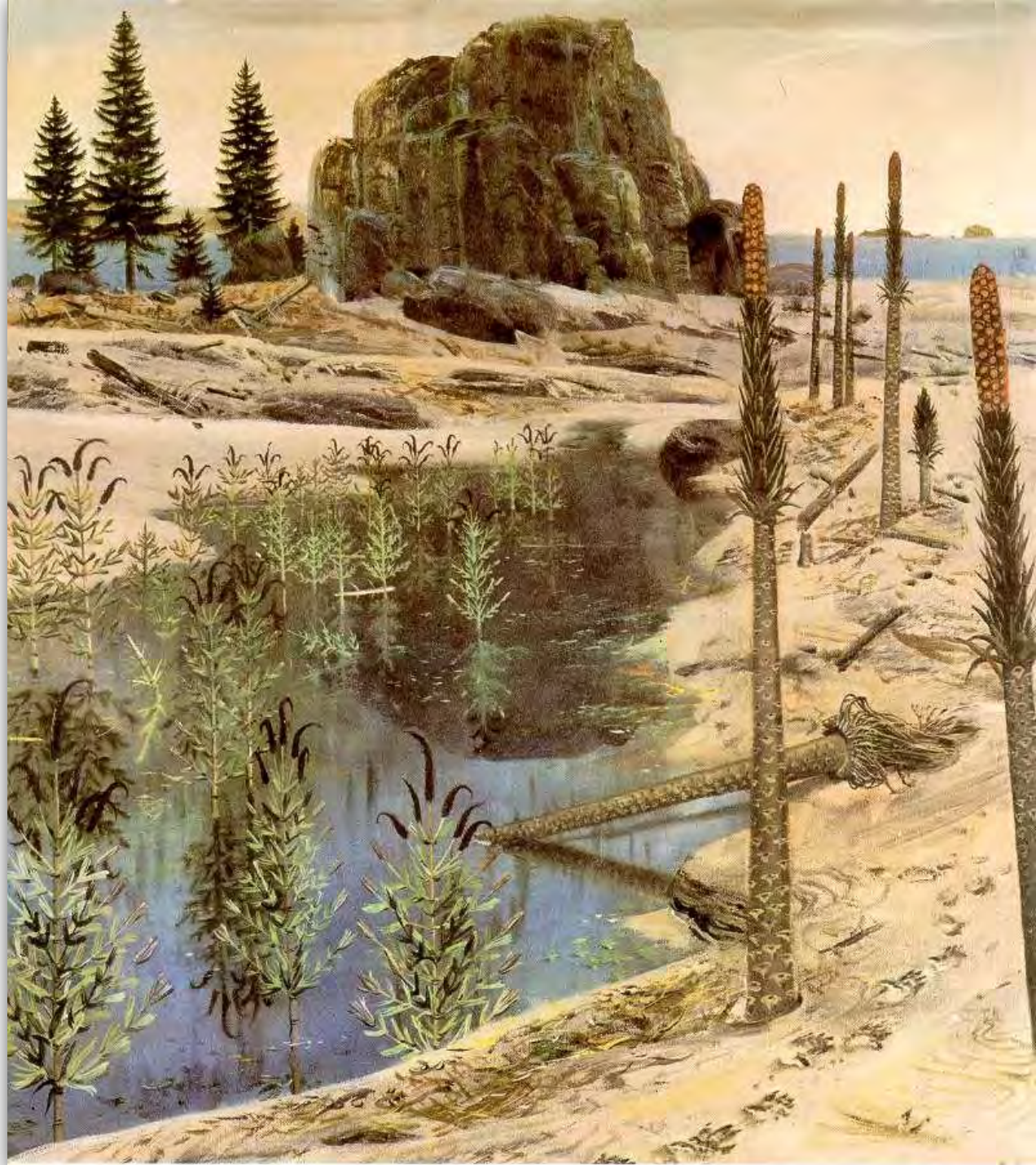
- Первые динозавры появились в начале триаса (210 млн. лет н.) и в течение десятков миллионов лет заполнили собой весь мир. Известно около 250 видов динозавров.
- Вес *брахиозавров*, длиной 25 м и высотой 12 м, достигал 80 т. Они жили в основном по горло в воде, питались растительностью.



- К триасу относят одно из важнейших событий развития биосферы – происхождение мелких **яйцекладущих млекопитающих**.



Юра (195-137 млн. лет н.). В юре в условиях увлажненного климата флора характеризуется господством теплолюбивых голосеменных форм.



- Сохраняется широкое распространение динозавров. Среди динозавров были многочисленные летающие птерозавры: **рамфоринхи** питались рыбой, **диморфодонты** – насекомыми, **птеродактили** – и тем и другим. К концу юры все они вытесняются огромными **птеродонтами** с размахом крыльев до 10 м.



- в позднеюрское время небольшие летающие ящеры стали родоначальниками древнейших птицообразных существ – **археоптериксов**. Прогрессивной особенностью первых птиц явилась их теплокровность, и появление вместо чешуи перьев, что повысило их приспособляемость к изменениям окружающей среды, и помогло им выжить в последующие эпохи.



ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ
ШКАЛА

	ЭРА	ПЕРИОД	млн. лет
ФАНЕРОЗОЙ	КАЙНОЗОЙСКАЯ	ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ	1,8 23,8 65,0
		НЕОГЕНОВЫЙ	
		ПАЛЕОГЕНОВЫЙ	
	МЕЗОЗОЙСКАЯ	МЕЛОВОЙ	142
		ЮРСКИЙ	205
		ТРИАСОВЫЙ	248
	ПАЛЕОЗОЙСКАЯ	ПЕРМСКИЙ	290
		КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ	364
		ДЕВОНСКИЙ	
		СИЛУРИЙСКИЙ	417
ОРДОВИЖСКИЙ		443	
КЕМБРИЙСКИЙ		495	
КРИПТОЗОЙ	ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ	ВЕНДСКИЙ	534
		РИФЕЙСКИЙ	650
		КАРЕЛЬСКИЙ	1650
	АРХЕЙСКАЯ	2500	
	КЛАТАРХЕЙСКАЯ	3500 4500	

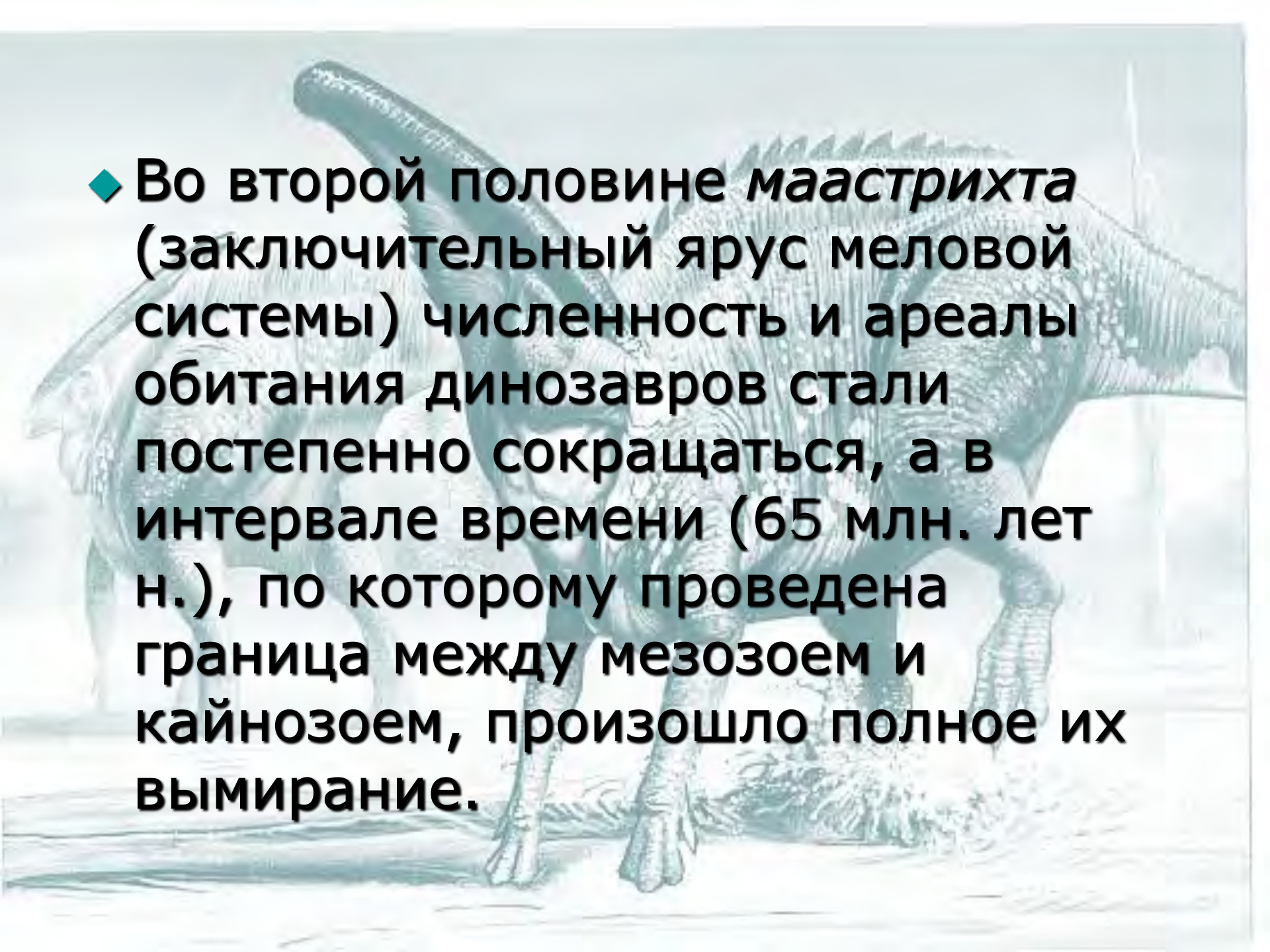
- **Мел** (137-65 млн. лет н.). После кратковременной аридизации климата в конце юры, вновь на планете наступают гумидные условия, которые сопровождаются незначительным общим похолоданием. Это заметно отразилось на фауне беспозвоночных в морях – вымерли многие кораллы, уменьшилось карбонатообразование.

- В конце раннего мела в умеренных и полярных широтах появились и быстро распространились цветковые **покрытосеменные растения**. Часть голосеменных растений вымерла.
- В субтропиках появились вечнозеленые леса, в т.ч. **секвойи**, а в экваториальной зоне росли пальмы, древовидные папоротники, магнолии и др. т.о. состав был близок к современному.



- Среди животных продолжают господствовать динозавры – **тираннозавры, цератопсы, орнитомоды**. Постепенно стали «выходить из тени» млекопитающие. В меловом периоде известны не только яйцекладущие, но и **сумчатые и плацентарные млекопитающие**. Около 100 млн. лет н. появились древнейшие насекомоядные **кондилартры** – мелкие всеядные звери – предки грызунов, зайцеобразных, приматов, хищных.



- 
- ◆ Во второй половине *маастрихта* (заключительный ярус меловой системы) численность и ареалы обитания динозавров стали постепенно сокращаться, а в интервале времени (65 млн. лет н.), по которому проведена граница между мезозоем и кайнозоем, произошло полное их вымирание.

ФАНЕРОЗОЙСКИЙ ЭОН



- ◆ **«Экологическая катастрофа» на границе мезозоя и кайнозоя** означала переход от доминирования живых существ с переменной температурой тела к теплокровным (мышь оказалась эволюционно устойчивее динозавра). **95% энергетического баланса** шло на поддержание постоянной температуры тела.
- ◆ В новых ценозах **биомасса растений в 10-100 и более раз** стала превышать биомассу животных. **Коэффициент эффективности сообщества не стал превышать 2-3%**, хотя скорость трансформации вещества и энергии повысилась в десятки раз...
- ◆ В древних до катастрофических событиях **масса растений лишь в 4-5 раз** превышала биомассу животных и **не менее 15%** продукции нижних уровней цепей питания переходило в верхние. (Н.К. Христофорова, 2013)