

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО ТИУ
Кафедра Геотехники

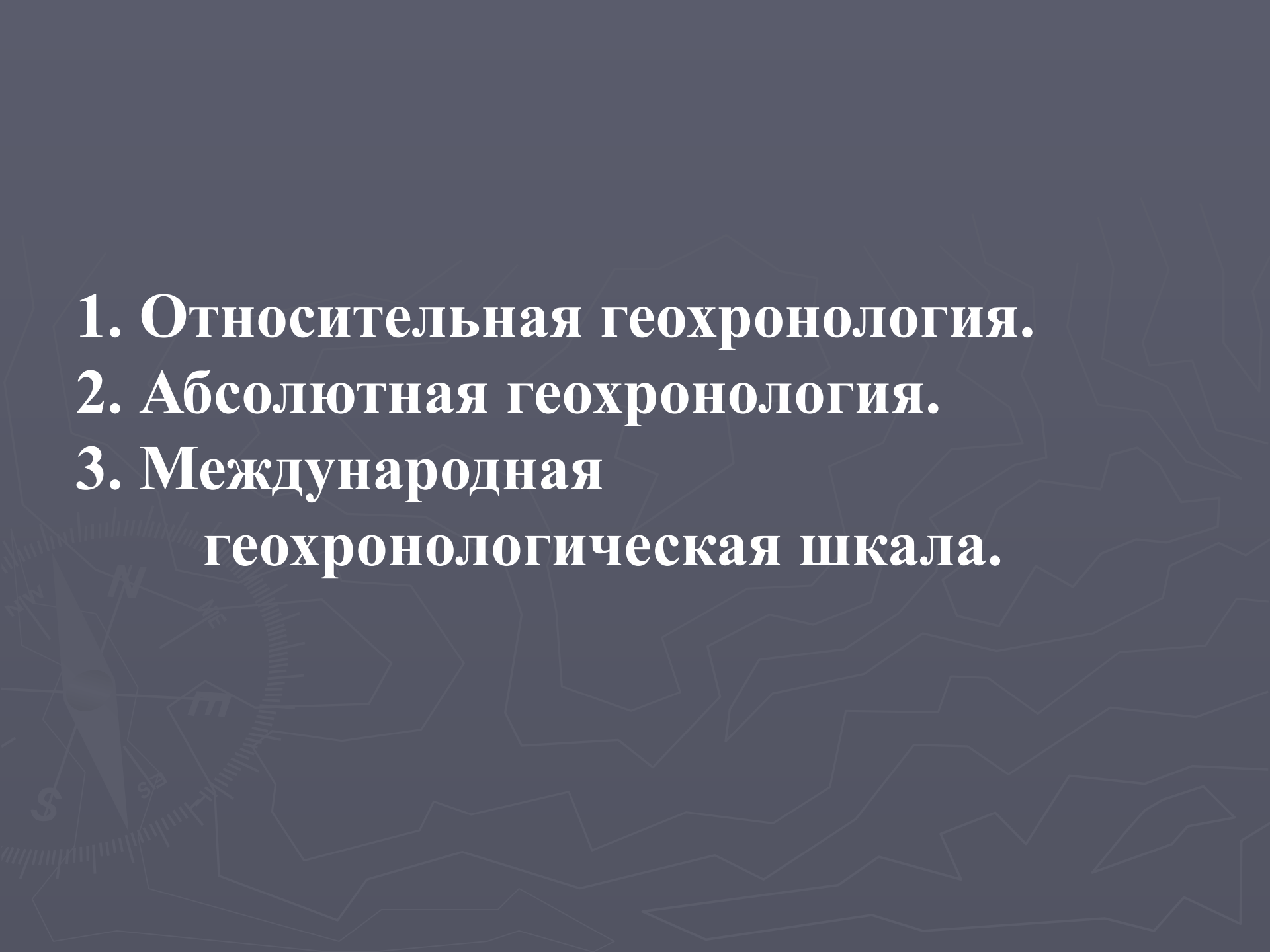
ОСНОВЫ ГЕОЛОГИИ

78 тематических слайдов

Автор: ИГАШЕВА С.П., ст. преп. каф. Геотехники

Геохронология



- 
- 1. Относительная геохронология.**
 - 2. Абсолютная геохронология.**
 - 3. Международная геохронологическая шкала.**

Что для историка документы и надписи,
монеты, медали и книги, то для геолога
каменные породы земной коры
А. Гейки

**В цикл геологических наук
включена
ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ.**

**Она изучает историю
и закономерности развития Земли
с момента образования
земной коры (*рисунок 1*)
до современного её состояния:**



Рисунок 1

Поверхность Земли на заре существования

**Геологические события
запечатлены в горных породах.
Зная условия образования пород
и их возраст,
можно произвести периодизацию
всех геологических событий.**

**Возраст горных пород
определяет строение земных толщ,
их прочность
и деформационные характеристики.
При прочих равных условиях
древние породы
значительно плотнее и прочнее,
чем более молодые,
соответствующие им по составу.**

Раздел геологии, устанавливающий
время образования горных пород
и геологических событий прошлого
называется

ГЕОХРОНОЛОГИЕЙ

*(от греч. ge - земля, chronos - время,
logos - слово)*

т. е. наука

о геологическом летоисчислении.

**В зависимости от методов,
применяемых
для геохронологических исследований,
выделяют два направления
этой науки:**

- ✓ относительная геохронология,**
- ✓ абсолютная геохронология.**

1. ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ГЕОХРОНОЛОГИЯ

**не указывает точного времени событий,
а лишь сравнивает
«древнее» или «моложе».**

**Для определения
относительного возраста объектов
пользуются следующими методами:**

а) в 1669 г. датский учёный
Н. Стено (Н. Стенсон),
изучая геологические разрезы,
обнаружил,
что при нормальном залегании
горных пород
вышележащий слой
всегда моложе нижележащего
(рисунок 2):

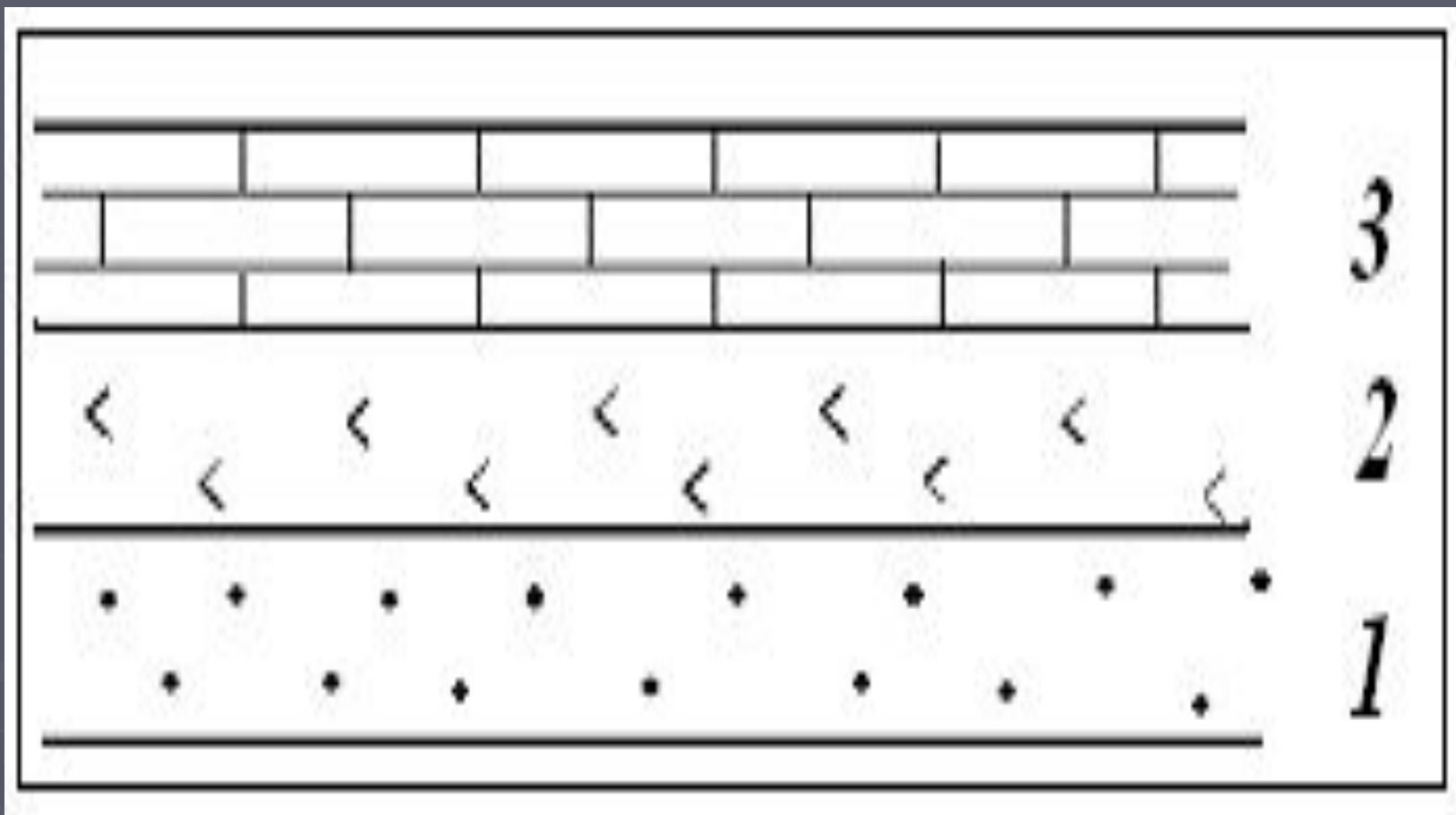


Рисунок 2

Нормальная последовательность слоёв
при ненарушенном залегании

**Закон Стено положен в основу
стратиграфического**

(от греч. stratum - слой)

метода геохронологии,

эффективного в тех случаях,

когда образцы горных пород,

извлечённые

из всех выработок на участке

не имеют существенных различий.

**Ненарушенное залегание слоёв
позволяет изучить участок,
и при этом обойтись
минимальным количеством
горных выработок,
сэкономив значительные средства
на их проходке.**

**Недостатком этого метода является
ограниченность его применения:
при наклоне слоёв более 15°
стратиграфический метод недостоверен;**

б) если первоначальное залегание горных пород нарушено, то для определения их последовательности малым количеством выработок на площадке обойтись уже нельзя.

В этом случае применяют **петрографический** метод
(от греч. *pétros* – камень),
основанный на детальном изучении
и сравнении горных пород,
извлечённых из скважин,
которые пробурены
в нескольких десятках метров
друг от друга (*рисунок 3*):

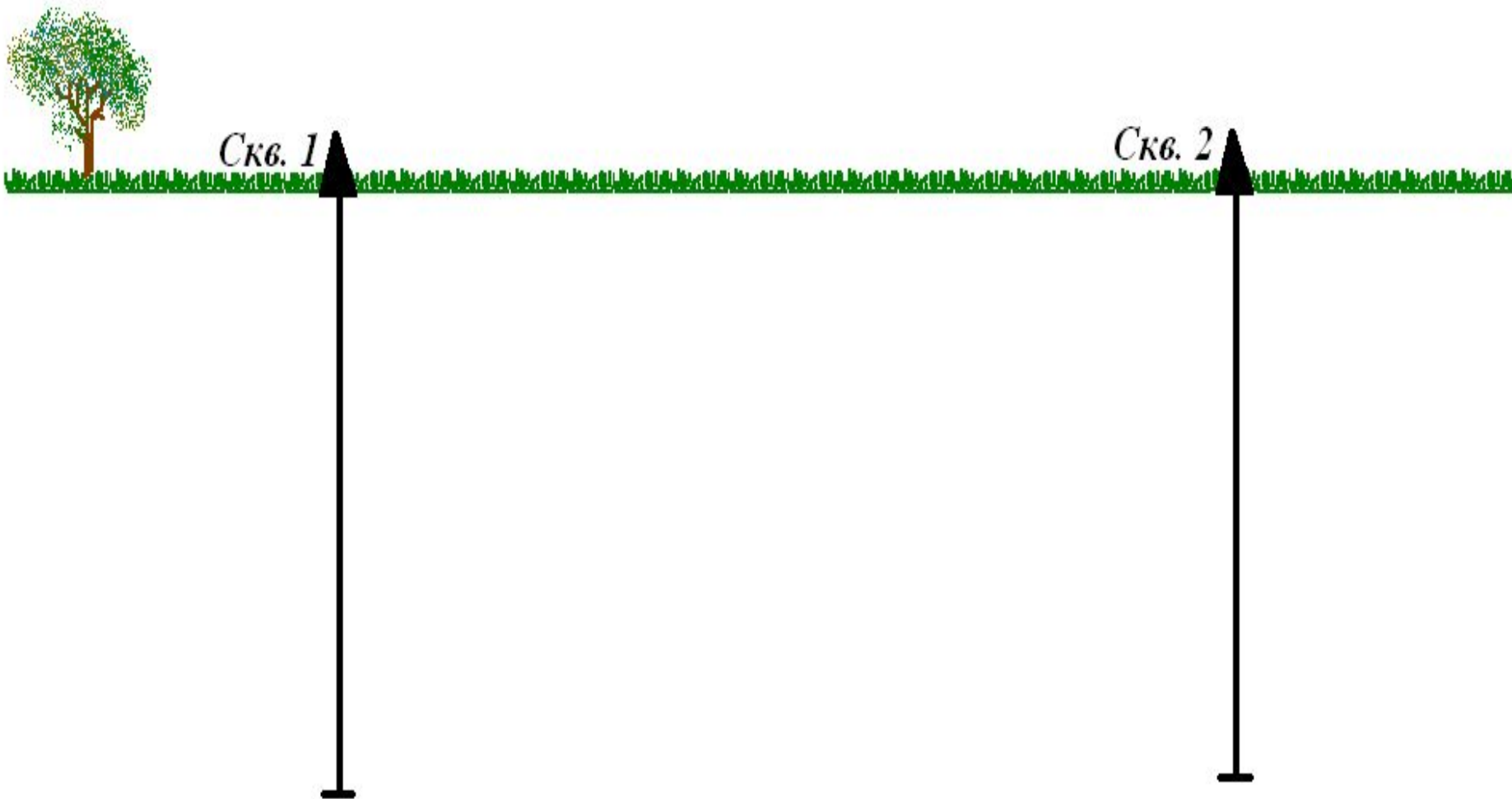


Рисунок 3а Скважины пробурены на большом расстоянии друг от друга

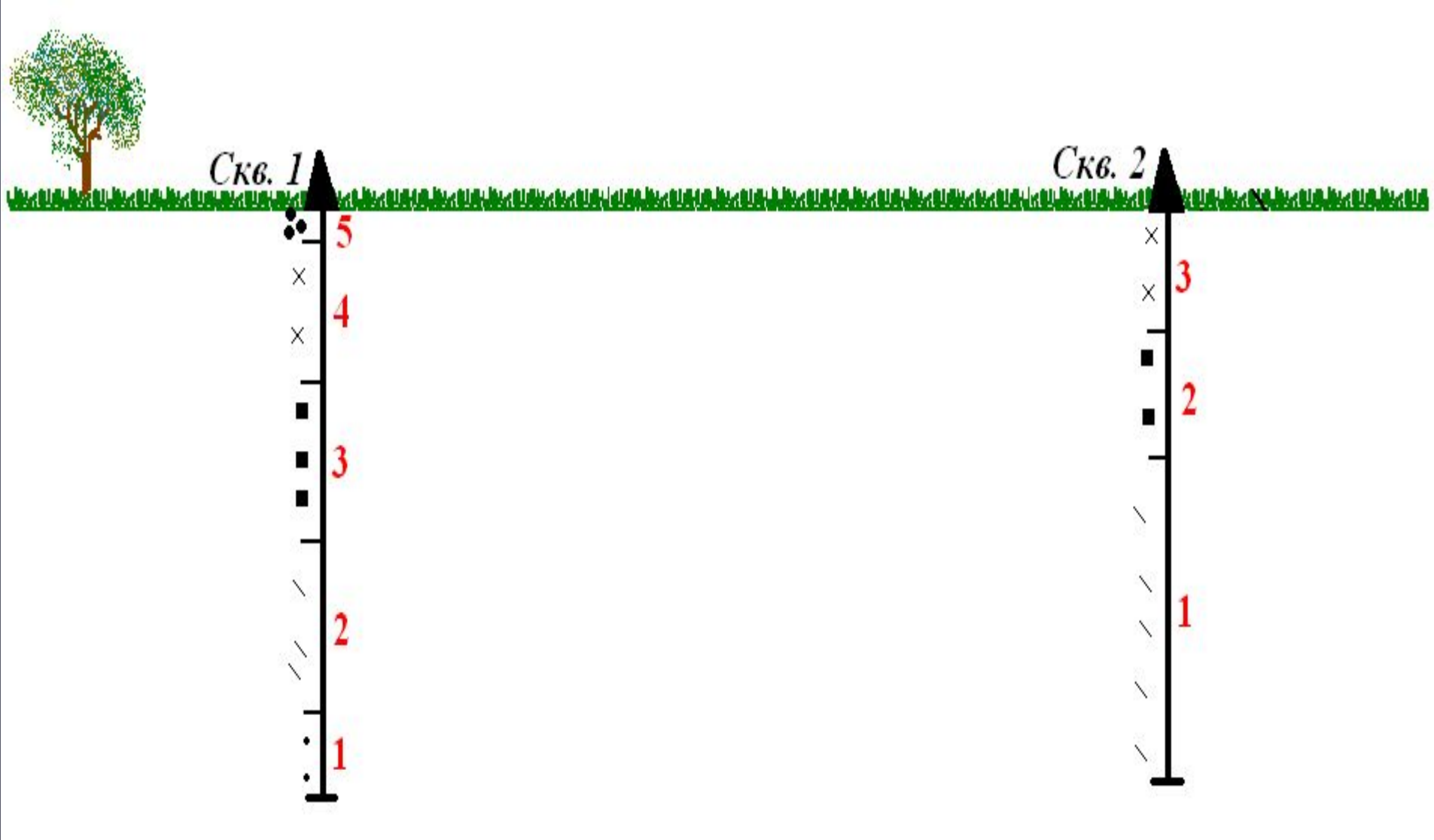


Рисунок 3б Чередование пород в скважинах имеет различия по мощности и составу

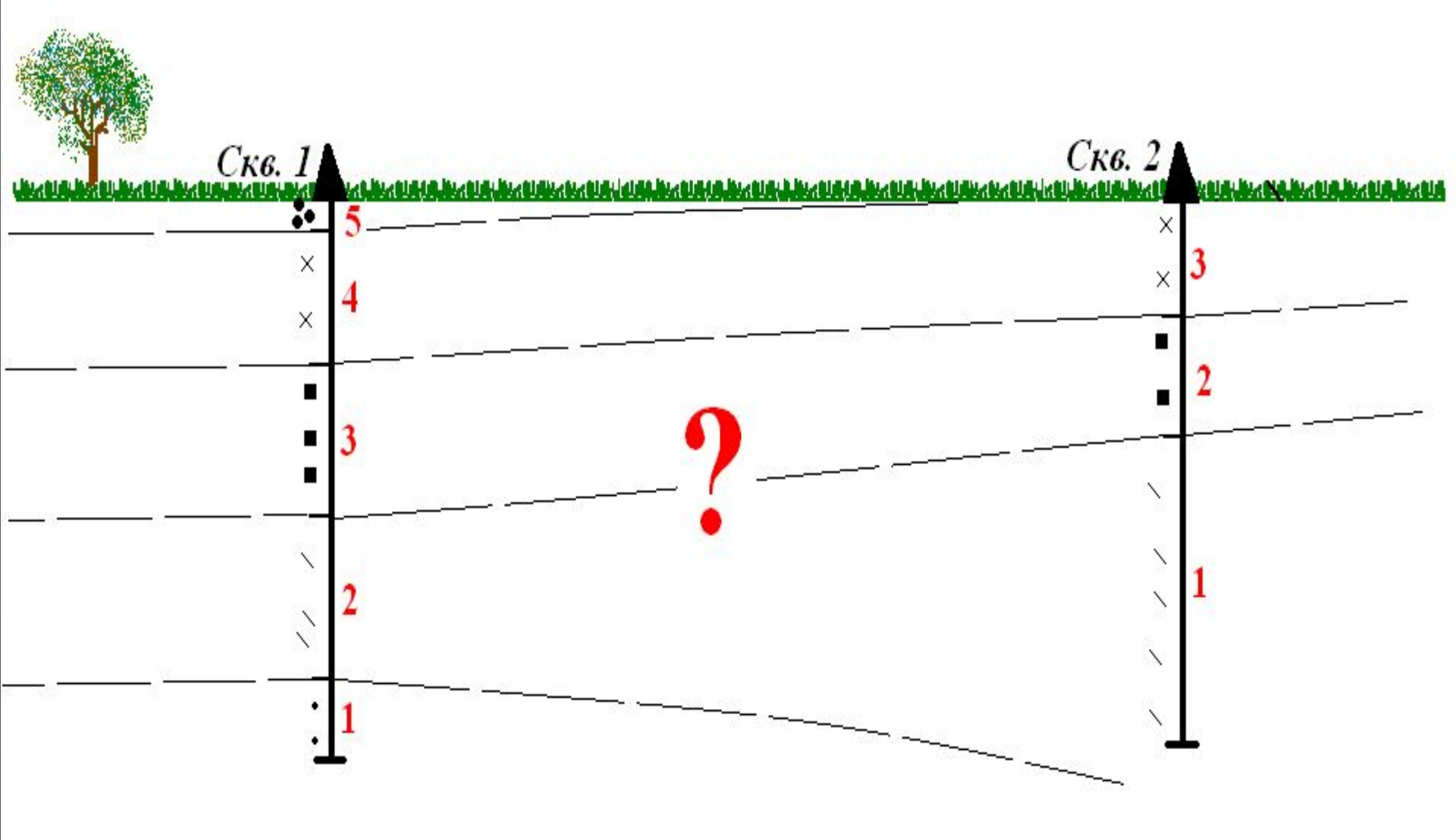


Рисунок 3в Представить строение участка при таких исходных данных затруднительно

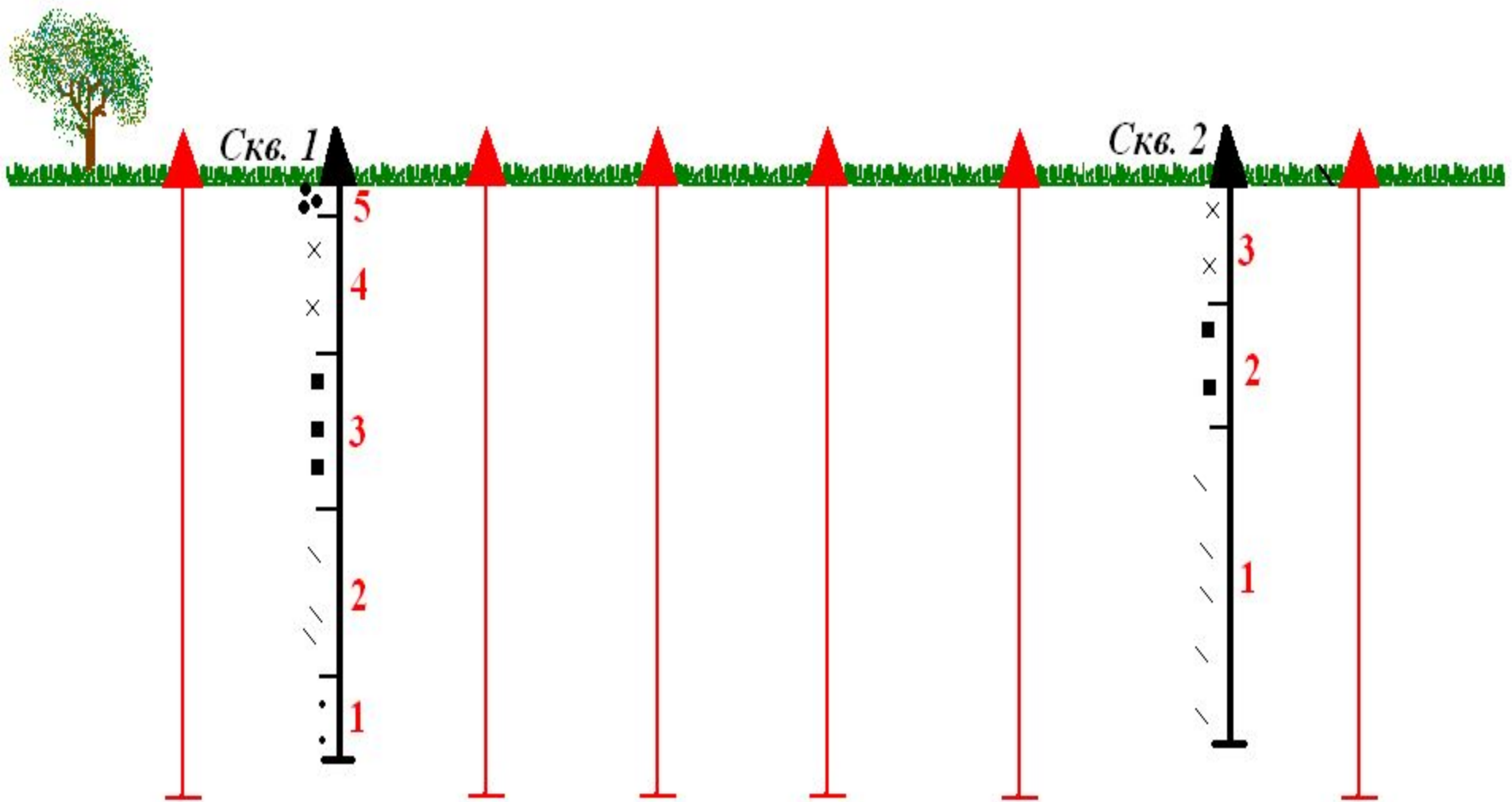


Рисунок 3г Необходимо пробурить скважины для получения дополнительной информации

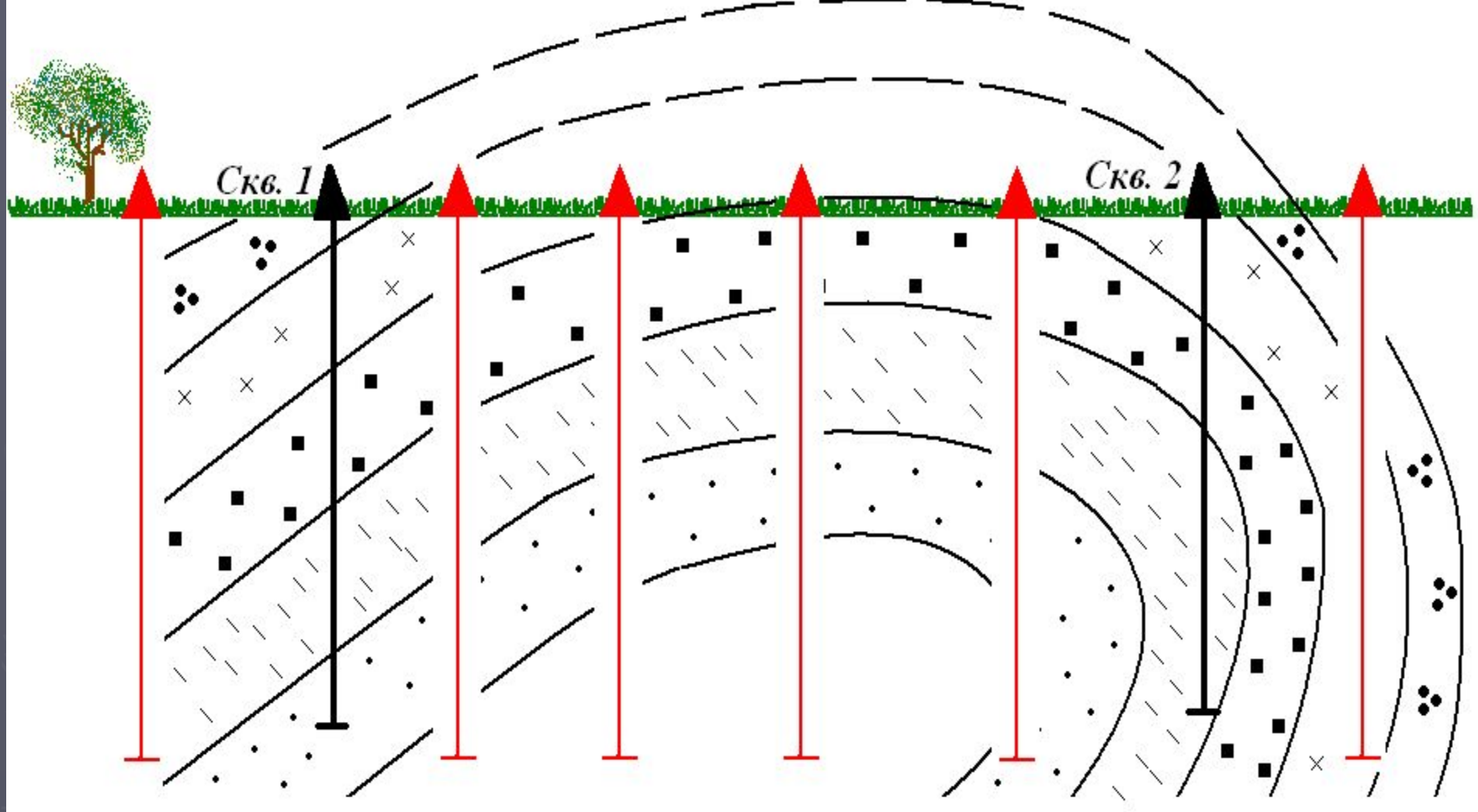


Рисунок 3д Сгущение сетки скважин
позволит установить последовательность
слоёв в опрокинутом крыле складки

**в) наукой установлено,
что развитие жизни на Земле
происходило постепенно**

(эволюционно)

**от простейших форм
до высокоорганизованных.**

**Среди них были выделены
представители флоры и фауны,
которые существовали
непродолжительное время,
но одновременно
на всех континентах, т. е. имеют
незначительное вертикальное
и глобальное горизонтальное расселение
(рисунок 4):**



Рисунок 4 Представители
ископаемой фауны

Эти руководящие формы
ПОЗВОЛЯЮТ НЕ ТОЛЬКО ВОССТАНОВИТЬ
географическую обстановку
и климат прошлого,
но и расчленить земную кору
по вертикали на интервалы,
ограниченные перерывами
в накоплении осадков
(рисунок 5).

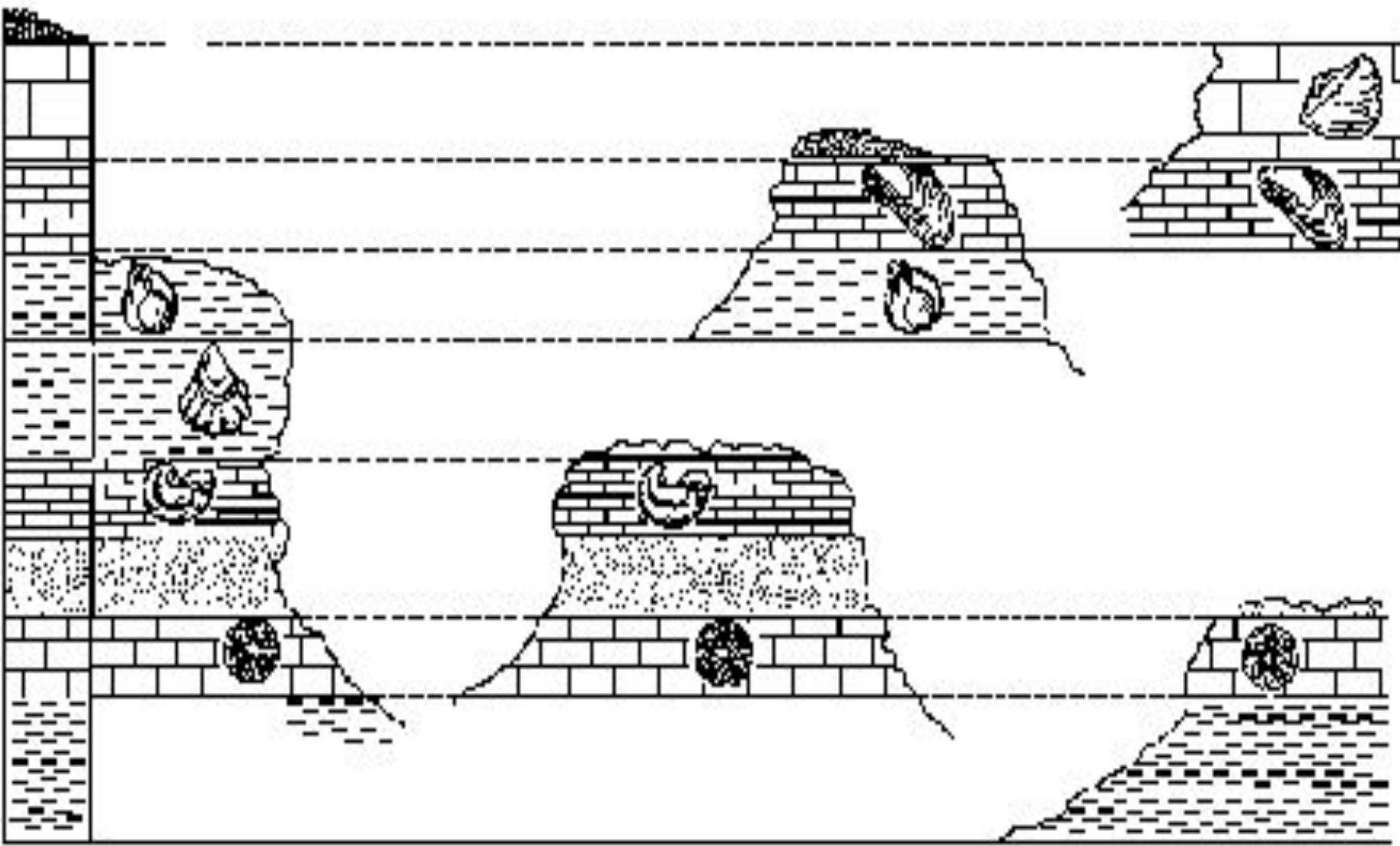


Рисунок 5

Соотношение возраста слоёв и фауны

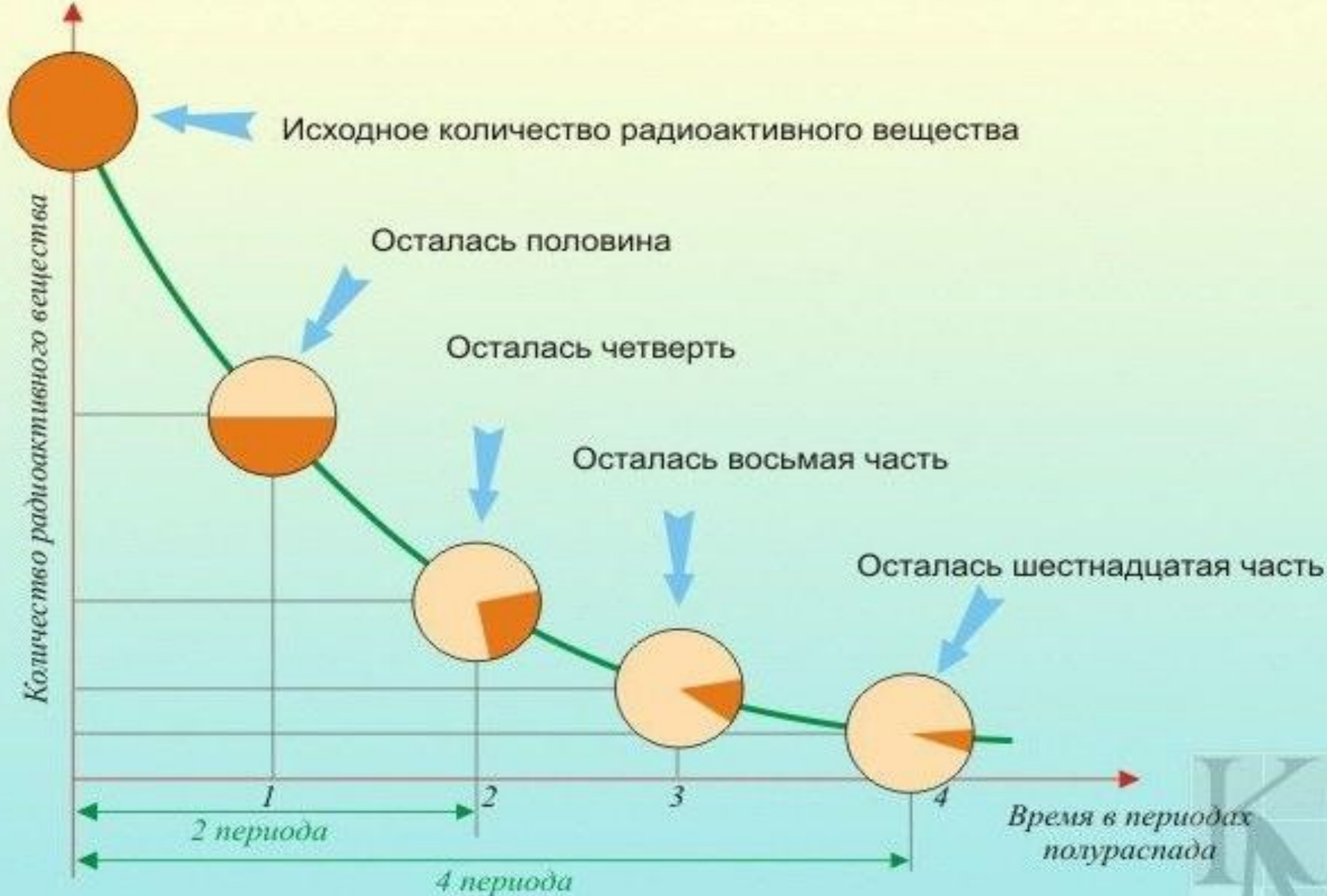
Метод геохронологии,
основанный на изучении
остатков древних живых организмов,
возраст которых
соответствует возрасту
содержащих их отложений,
называется **палеонтологическим**
(от гр. palaeos - древний, on - существо).

2. АБСОЛЮТНАЯ ГЕОХРОНОЛОГИЯ

**область науки, позволяющая
не только сравнить
последовательность событий,
но и с различной погрешностью
указывать их возраст
в тысячах и миллионах лет.**

**Своим возникновением она обязана
развитию физики в XX веке,
когда появился целый ряд методов
(свинцовый, калий-аргоновый,
рубидий-стронциевый,
радиоуглеродный и др.).**

**Все они основаны на расчёте времени,
необходимого для перехода
радиоактивного вещества
в продукты распада
(рисунок 6):**



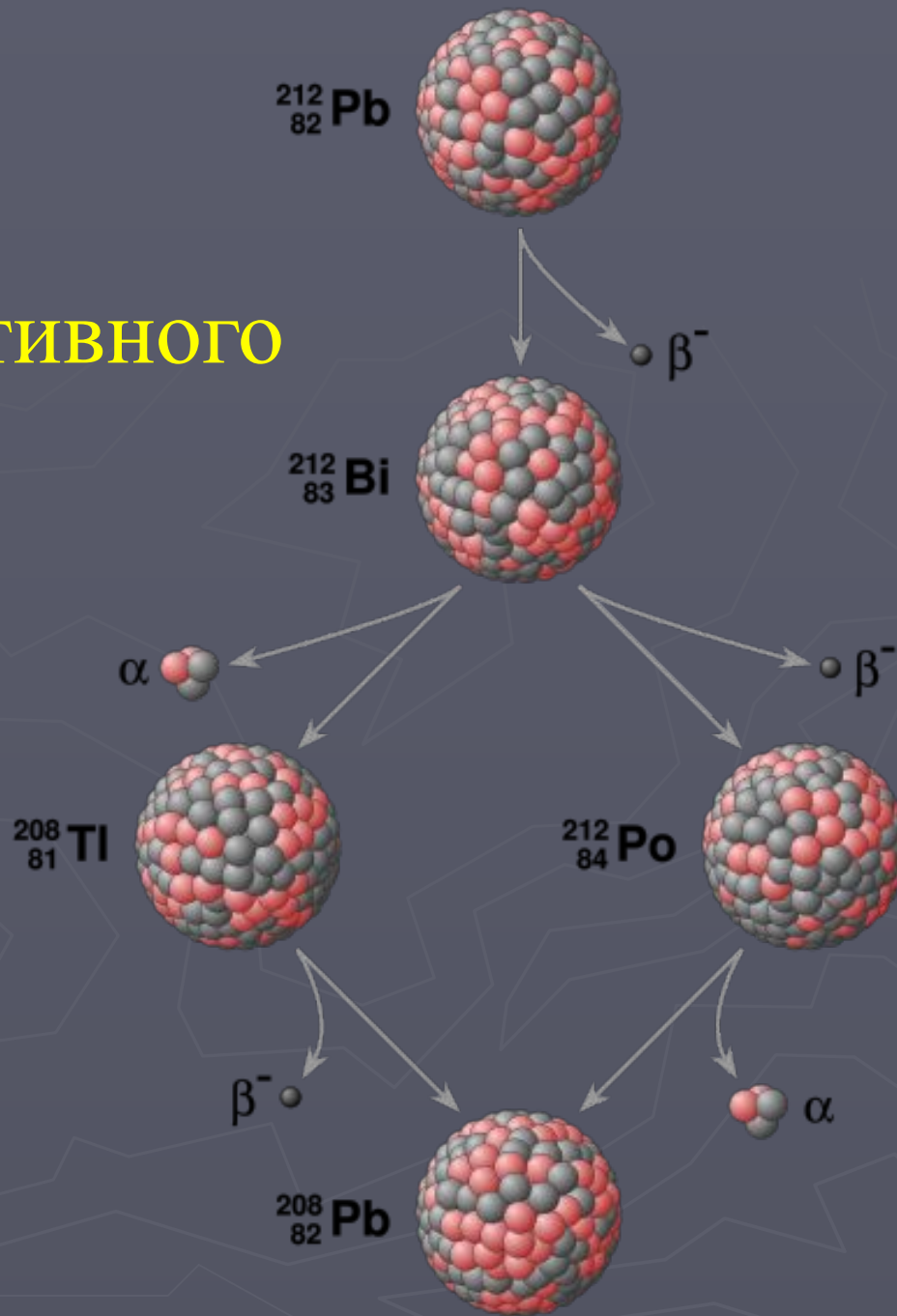
© ООО «Кирилл и Мефодий»

Рисунок 6 Время в периодах полураспада

**Известно,
что радиоактивный распад элементов,
всегда присутствующих в минералах
в незначительном количестве,
начинается сразу
с момента образования горной породы
(*рисунок 7*):**

Рисунок 7

Ход радиоактивного распада



**Процессы радиоактивного распада
идут с постоянной скоростью,
несмотря ни на изменения
температур и давления,
ни на воздействие магнитных
и электрических полей,
ни на другие факторы.**

Методы,
основанные на расчёте времени,
необходимого для образования
некоторого количества
продуктов радиоактивного распада
называются **радиологическими**
(радиоактивными).

**Так были определены
условные отрезки времени,
на которые делится история Земли.
Они имеют разную длительность,
но следуют друг за другом
без пропусков и перекрытий,
в их основу положен
объективный ход времени.**

3. МЕЖДУНАРОДНАЯ ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА

**была составлена и утверждена
Решением Международного
геологического конгресса
по результатам стратиграфических
и палеонтологических исследований.**

**Каждый промежуток
относительного времени
в геохронологической шкале
и каждая толща накопившихся пород
в стратиграфической шкале
имеют собственные названия,
находящиеся в строгом соподчинении:**

Э́ОН – латинское название
очень длительного промежутка времени.

ЭОНОТÉМА - комплекс горных пород,
сформировавшихся за время одного э́она.

ЭРА – наиболее крупный промежуток времени (продолжительностью сотни и многие десятки миллионов лет), в течение которого процессы эволюции земной коры и органического мира не претерпели существенных изменений.

ЭРАТÉМА – комплекс горных пород, сформировавшихся в течение эры.

ПЕРИОД (*от греч. periodos - обход, определённый круг времени*),
в геологии - временное подразделение продолжительностью десятки млн. лет.

СИСТЕМА – горные породы, сформировавшиеся за один геологический период.

ЭПОХА и **ВЕК** – отдельные отрезки геологической истории, гораздо более длительные, чем «век» и «эпоха» в обычном понимании.

Названия временны'х подразделений,
их индексы

(по первым буквам латинских названий),

и соответствующая им














условная окраска,

приведены

в Международной

геохронологической шкале.

МЕЖДУНАРОДНАЯ ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА

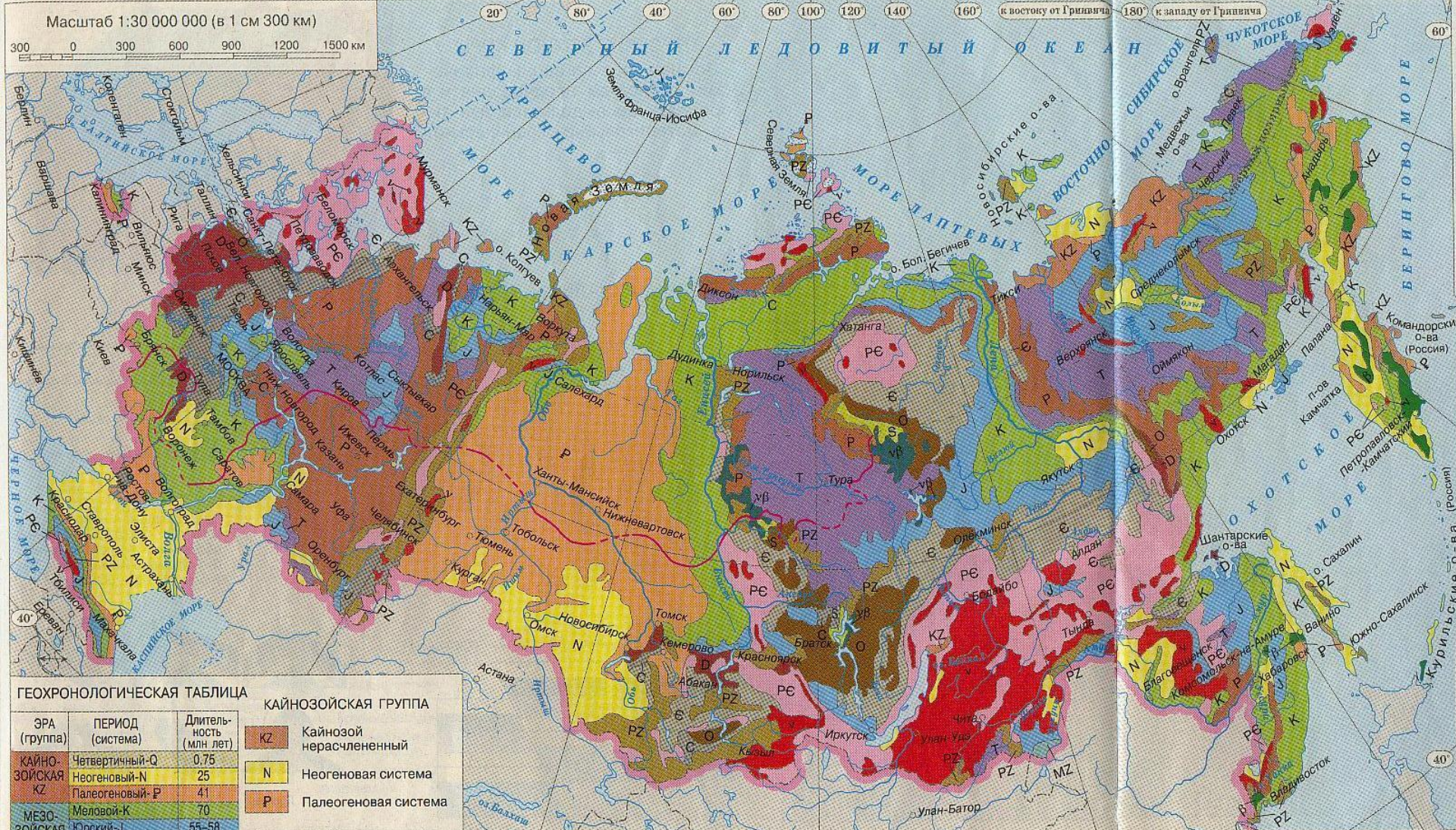
Эры (в млн лет)	Основные этапы развития жизни	Периоды (в млн лет) и их индексы	Эпоха складчатости	Основные геологические события. Облик земной поверхности	Наиболее характерные полезные ископаемые
КАЙНОЗОЙСКАЯ KZ около 70 млн лет	Господство покрытосеменных. Расцвет млекопитающих. Существование природных зон, близких к современным, при неоднократных смещениях границ	Четвертичный, или антропогенный 2 млн лет	 Q	КАЙНОЗОЙСКАЯ (альпийская) Общее поднятие территории. Неоднократные оледенения. Появление человека Возникновение молодых гор в областях кайнозойской складчатости (Кавказ, Камчатка, Курильские острова). Возрождение гор в областях всех древних складчатостей. Господство покрытосеменных (цветковых) растений Разрушение мезозойских гор. Наступление морей на Западно-Сибирскую и Восточно-Европейскую платформы. Широкое распространение цветковых растений. Развитие птиц и млекопитающих	Торф, россыпные месторождения золота, алмазов, драгоценных камней Бурый уголь, нефть, янтарь Фосфориты, бурый уголь, бокситы, нефть
		Неогеновый 25 млн лет	 N		
		Палеогеновый 41 млн лет	 P		
МЕЗОЗОЙСКАЯ MZ 165 млн лет	Расцвет голосеменных и гигантских рептилий. Появление лиственных древесных пород, птиц и млекопитающих	Меловой 70 млн лет	 K	МЕЗОЗОЙСКАЯ Поднятие разрушенных гор байкальской складчатости, возникновение молодых гор в областях мезозойской складчатости. Вымирание гигантских пресмыкающихся (рептилий). Развитие птиц и млекопитающих. Появление покрытосеменных (цветковых) растений Образование современных океанов. Горобразование (хребты Верхоянский, Черского, Сихотэ-Алинь). Жаркий, влажный климат. Расцвет рептилий. Господство голосеменных растений. Появление примитивных птиц Наибольшее за всю историю Земли отступление моря и поднятие материков. Разрушение докембрийских гор. Обширные пустыни. Первые млекопитающие	Нефть, горючие сланцы, мел, уголь, фосфориты Каменный уголь, нефть, фосфориты, горючие сланцы Каменная соль, нефть, уголь
		Юрский 50 млн лет	 J		
		Триасовый 40 млн лет	 T		
ПАЛЕОЗОЙСКАЯ PZ 340 млн лет	Расцвет папоротников и других споровых растений. Время рыб и земноводных	Пермский 45 млн лет	 P	ГЕРЦИНСКАЯ Возникновение молодых гор в областях герцинской складчатости (образование Урала и фундамента Западно-Сибирской платформы). Сухой климат. Возникновение голосеменных растений Широкое распространение заболоченных низменностей. Жаркий, влажный климат. Развитие лесов из древовидных папоротников, хащей и плаунов. Появление хвойных растений. Первые рептилии. Расцвет земноводных	Каменная и калийная соль, гипс, уголь, нефть, горючий газ Обилие угля и нефти, медные, полиметаллические руды
		Каменноугольный (карбон) 65 млн лет	 C		
	Появление на Земле животных и растений	Девонский 55 млн лет	 D	КАЛЕДОНСКАЯ Уменьшение площади морей. Жаркий климат. Первые пустыни. Появление земноводных. Рыбы Возникновение молодых гор в областях каледонской складчатости (Алтай, Саяны). Первые наземные растения, появление рыб Уменьшение площади морских бассейнов. Вулканизм. Появление первых наземных беспозвоночных животных Возникновение молодых гор в областях байкальской складчатости. Заполнение обширных пространств морями. Расцвет морских беспозвоночных животных	Соли, нефть, горючий газ Железная и медная руда, золото Горючие сланцы, фосфориты, руды марганца и железа Бокситы, осадочные руды марганца и железа
		Силурийский 35 млн лет	 S		
Ордовикский 60 млн лет	 O				
Кембрийский 70 млн лет	 Є				
ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ PR около 2000 млн лет	Зарождение жизни в воде. Время бактерий и водорослей	не выделяются	 Є	Начало байкальской складчатости. Мощный вулканизм. Время бактерий и водорослей Древнейшие складчатости. Напряженная вулканическая деятельность. Время примитивных одноклеточных бактерий	Огромные запасы железных руд, слюда, графит Железные руды
АРХЕЙСКАЯ AR более 1800 млн лет					

**Они едины
для геологической документации
во всём мире.**

**Поэтому, например, чтение карт
не вызывает затруднений,
независимо от того,
в какой стране они составлены
*(рисунок 8):***

Масштаб 1:30 000 000 (в 1 см 300 км)

300 0 300 600 900 1200 1500 км



ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА

ЭРА (группа)	ПЕРИОД (система)	Длительность (млн лет)
КАЙНОЗОЙСКАЯ КЗ	Четвертичный-Q	0,75
	Неогеновый-N	25
	Палеогеновый-P	41
МЕЗОЗОЙСКАЯ МЗ	Меловой-K	70
	Юрский-J	55-58
	Триасовый-T	40-45
ПАЛЕОЗОЙСКАЯ ПЗ	Пермский-P	45
	Каменноугольный-C	65-70
	Девонский-D	55-60
	Силурийский-S	35
	Ордовикский-O	60-70
Кембрийский-K	70-80	
ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ ЭРА		2100-100
АРХЕЙСКАЯ ЭРА		более 1800

- КАЙНОЗОЙСКАЯ ГРУППА**
- КЗ Кайнозой нерасчлененный
 - N Неогеновая система
 - P Палеогеновая система

- МЕЗОЗОЙСКАЯ ГРУППА**
- МЗ Мезозой нерасчлененный
 - K Меловая система
 - J Юрская система
 - T Триасовая система

- ПАЛЕОЗОЙСКАЯ ГРУППА**
- ПЗ Палеозой нерасчлененный
 - P Пермская система
 - C Каменноугольная система
 - D Девонская система

- МАГМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ**
- S Силурийская система
 - O Ордовикская система
 - E Кембрийская система
 - PE АРХЕЙСКАЯ И ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ ГРУППЫ (ДОКЕМБРИЙ)
 - K Кайнозойские вулканические породы: лавы и туфы
 - V Интрузивные породы: гранитоиды
 - VP Основные породы, траппы

- Граница максимального четвертичного оледенения
- Области, покрытые современными ледниками в Арктике

Рисунок 8 Геологическая карта СССР

**Таблица построена так,
как залегают слои горных пород –
более древние внизу, молодые вверху.**

**Чтение геохронологической шкалы
начинают снизу вверх
от самых древних отложений
к молодым:**

Криптозо́йский эо́н или *криптозо́й* -
(от греч. *kriptos* - *скрытый*; *zoo* – *жизнь*)

очень длительный промежуток
времени, охватывающий геологическую
историю с момента образования Земли
как планеты,
до заселения её бактериями
и водорослями (*протерозойской эры*)
включительно (*рисунок 9*):



Рисунок 9 Первозданный облик
планеты Земля

Архэйская эра или архэй -
(от греч. archaios – древний, изначальный).

Протерозойская эра или протерозой
(от греч. proteros – более ранний) –
«эра простейшей жизни»:

- *Рифэй (от древнего названия*
Уральских гор);
- *Венд (от названия древнего*
славянского племени).

Фанерозойский эон – или фанерозой
(от греч. phaneros – явный)

**очень длительный промежуток времени
от появления первых беспозвоночных
до настоящего времени включительно.**

Палеозойская эра - или палеозой -
(от греч. palaios – древний) –
«эра древней жизни»:

- *кембрийский период - или кембрий*
(от Камбрия - лат. назв. Уэльса)
(рисунок 10):



Рисунок 10

Палеонтологическая реконструкция кэмбрия

• *ордóвикский период - или ордóвик*
(по древнему кельтскому племени
ордовиков) (рисунок 11);

• *силурийский период - или силúр*
(по древнему кельтскому племени силуров
населявших Шропшир в Уэльсе).

Второе его название готлáндий

(от о. Готланд в Балтийском море,
где есть отложения этого возраста)

(рисунок 11):

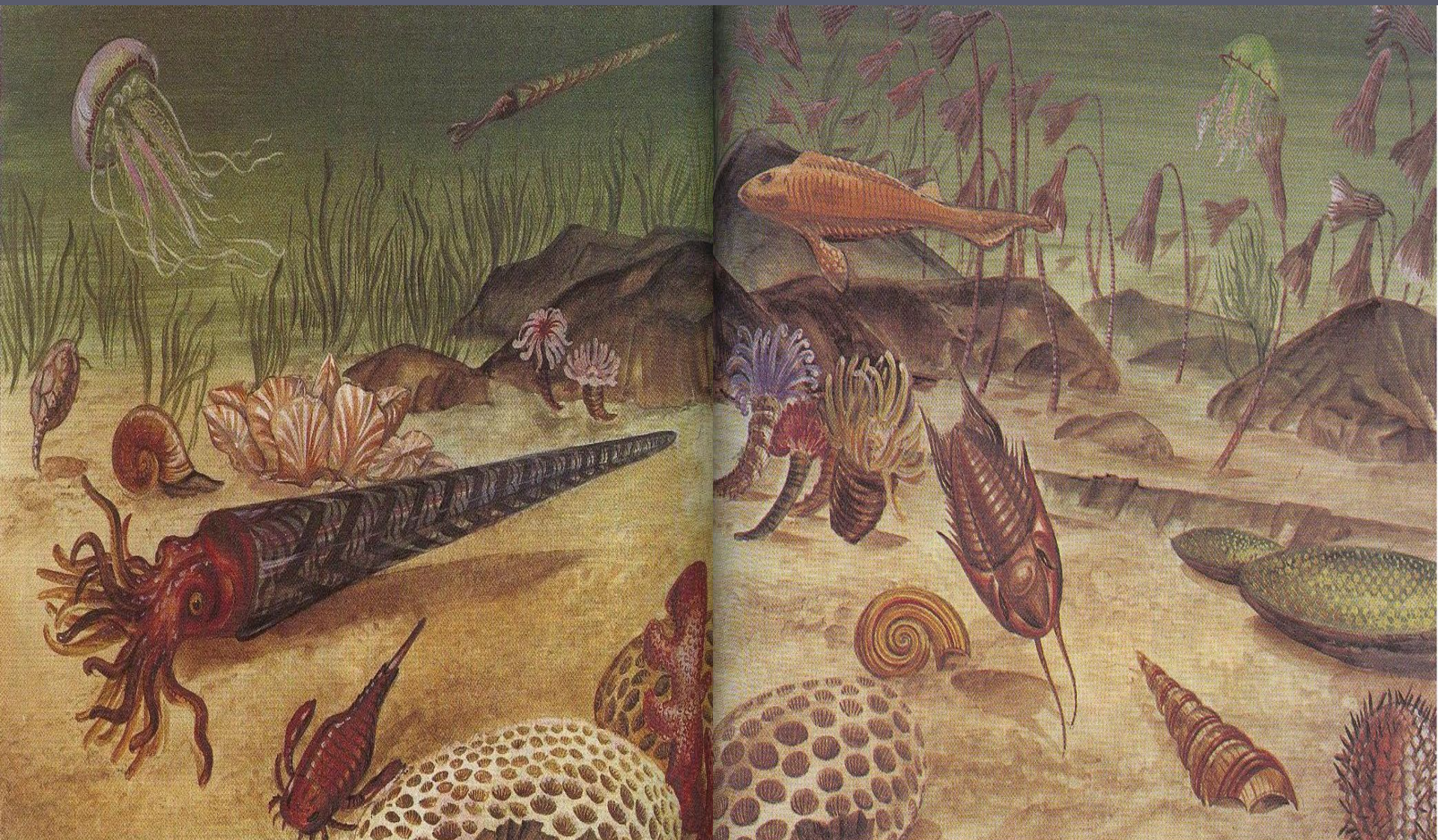


Рисунок 11 Палеонтологическая
реконструкция ордóвика и силу́ра

• *девонский период – или девон*
(по графству Девоншир) (рисунок 12):



Рисунок 12

Палеонтологическая реконструкция девона

• *каменноугольный период*

(от горной породы, в слоях которой изучались отложения этого возраста).

**Второе название периода – карбóновый
или карбóн**

(от французского названия этой породы)

(рисунок 13):



Рисунок 13

Палеонтологическая реконструкция карбона

- *пéрмский период или пéрмь*
(от Пермской губернии,
где изучались песчаники
соответствующего возраста)
(рисунок 14):

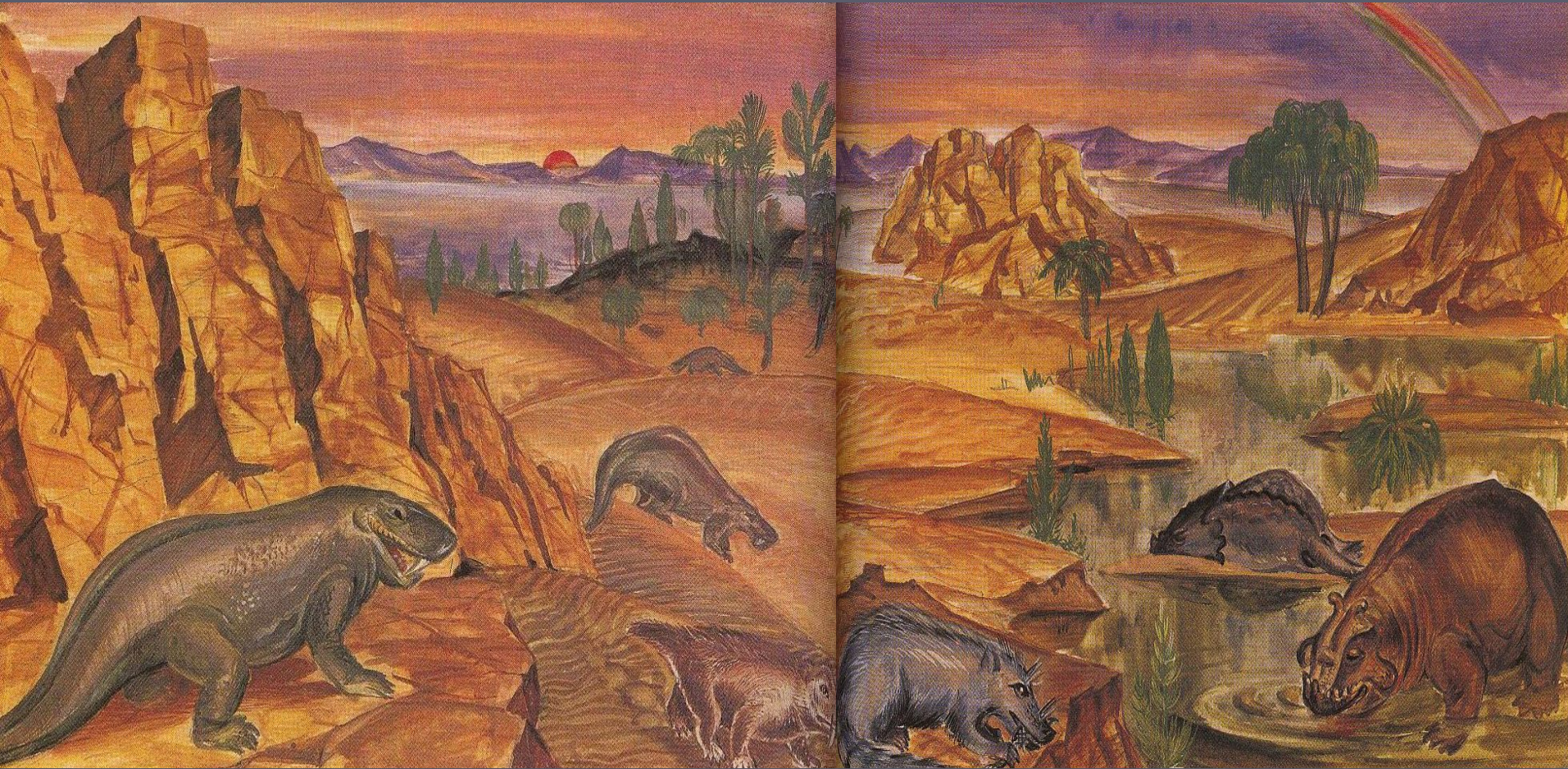


Рисунок 14

Палеонтологическая реконструкция перми

Мезозойская эра или *мезозой*

(от греч. mesos – средний) –

«эра средней жизни»:

- *триасовый период* или *триас* –
(от греч. trias – троица), т. к.

отложения этого периода геологи
разделяли на три части:

T_3 - слой Кейпера

(по местному названию мергелей),

T_2 – слой раковистого известняка,

T_1 – слой пестроокрашенного

песчаника *(рисунок 15):*



Рисунок 15

Палеонтологическая реконструкция триаса

юрский период – юра́ - (от гор Юра́
во Франции и Швейцар) (рисунок 16):

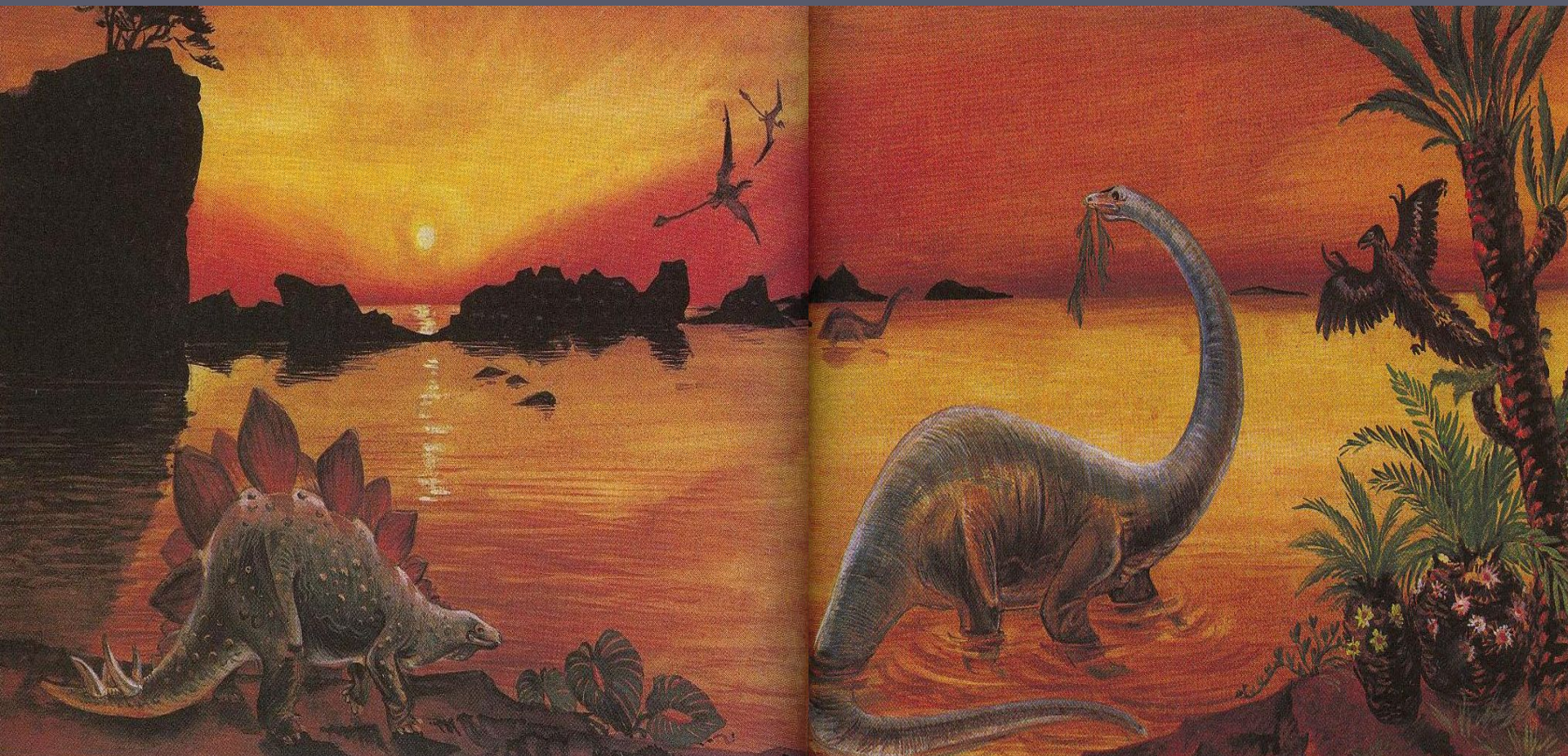


Рисунок 16

Палеонтологическая реконструкция юры

• *меловый период* или *мел* –
(от горной породы, на основе которой
впервые были изучены отложения этого
возраста).

**Индекс этого периода принят
по первой букве французского
названия породы (*рисунок 17*):**

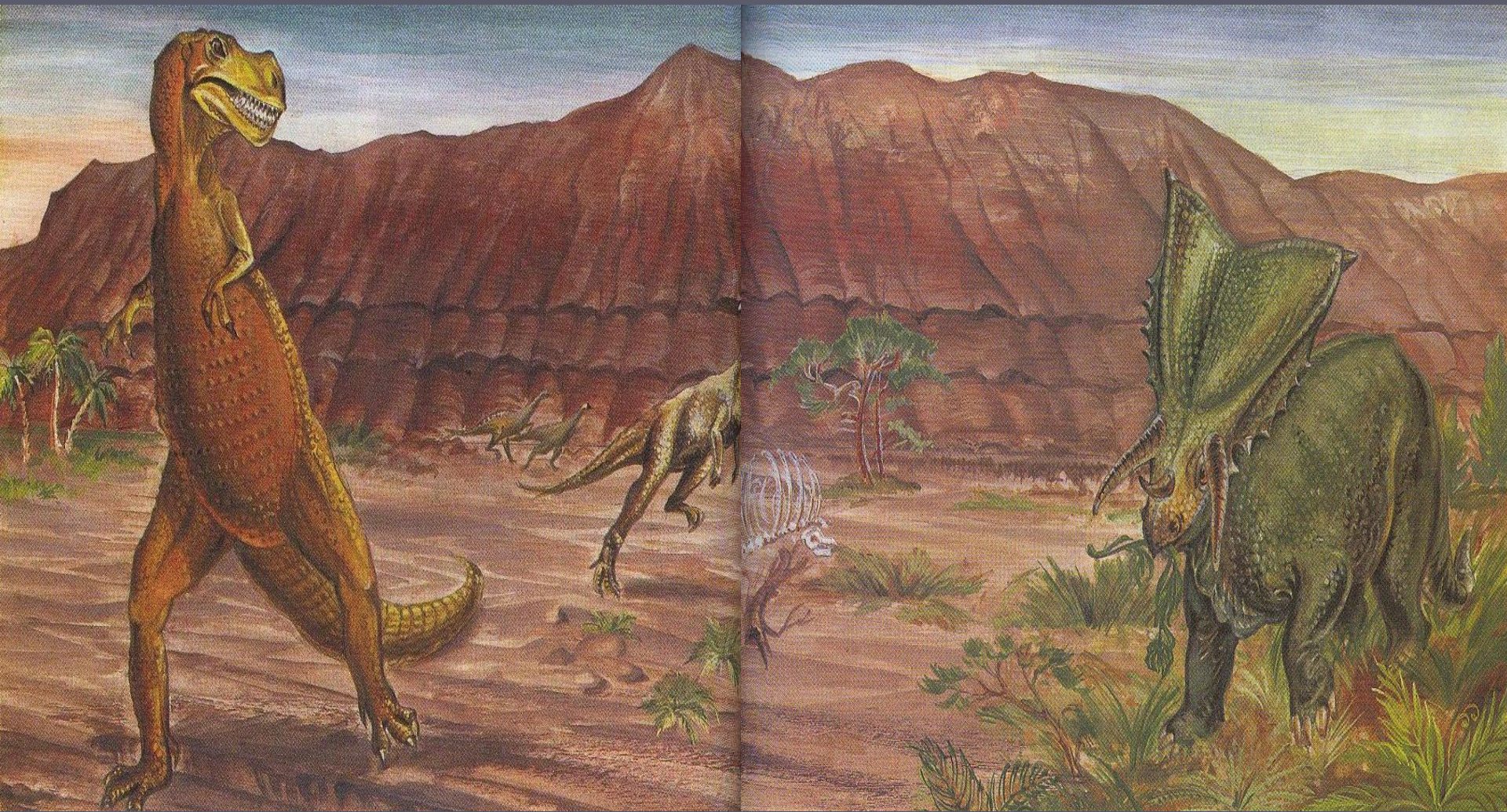


Рисунок 17

Палеонтологическая реконструкция мѣла

Кайнозойская эра или *кайнозой* –
(от греч. *kainos* – *новый*) –
«эра новой жизни»:

- *палеогеновый период* или *палеоген* –
(от греч. *palaios* – *древний*)
(по отношению к остальным
отложениям кайнозойской эры)
(рисунок 18):

- *неогэновый период* или *неогэн* –
(от греч. *neos* – *новый*) –
впервые отложения
этого возраста были выделены
в Италии (*рисунок 18*):



Рисунок 18 Палеонтологическая
реконструкция палеогэна и неогэна

**Изначально в геологии
магматические и метаморфические
породы считались первичными,
осадочные – вторичными.**

**Когда в середине XVIII
были выделены более молодые
из осадочных пород,**

их называли третичными

(отложения палеогена и неогена

до 1950 г. объединяли в третичный период).

- в 1829 г. были выделены «самые молодые отложения», их называли четвертичными, соответственно выделили и *четвертичный период*.

Его второе название –
антропогеновый или *антропогэн* –
(от лат. antropos – человек;
и греч. genos – рождение)
было предложено в 1922 г.,
как отражающее появление человека
(рисунок 19):

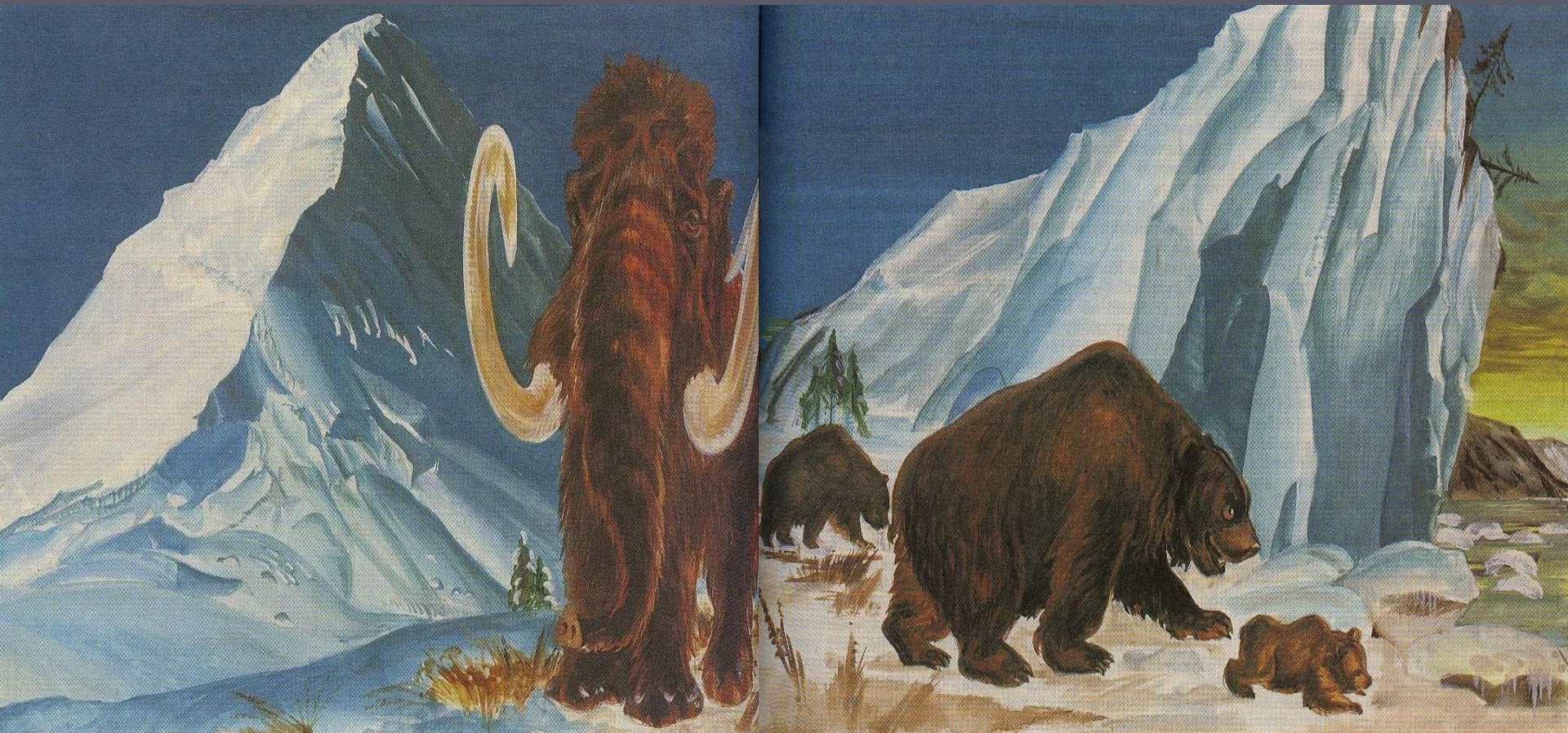


Рисунок 19 Палеонтологическая
реконструкция антропогэна

**Геологические индексы
и стандартная окраска,
закреплённая за каждым периодом,
являются обязательными
при оформлении**

геологической документации во всём мире

МЕЖДУНАРОДНАЯ ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА (А.С. Монин, 1980 г.)

ЭОН (зона-тема)	ЭРА (эпoтема)	ПЕРИОДЫ (системы) и их индексы	ЭПОХИ (отделы) и их индексы	ЦВЕТ на геологических картах	Шкала абсолютного времени, млн лет		ТИПИЧНЫЕ ОРГАНИЗМЫ	ЭПОХИ СКЛАДЧАТОСТИ					
					Начало и конец	Продолж-ть периода							
ФАНАЕРОЗОЙ (явная жизнь)	КАЙНОЗОЙСКАЯ (эра новой жизни) <i>KZ</i>	Четвертичный или антропогенный <i>Q</i> (четвертичная)	Голоцен <i>Q_{IV}</i>	Светло-желтый	2	2	Расцвет растений, птиц, человека	АЛЬПИЙСКАЯ 100					
			Плейстоцен						Поздняя <i>Q_{III}</i>				
									Средняя <i>Q_{II}</i>				
		Неогеновый (неогеновая) <i>N</i>	Плиоцен <i>N₂</i>	Желтый			25-2		23	Млекопитающие, цветковые растения			
			Миоцен <i>N</i>										
			Палеогеновый (палеогеновая) <i>P</i>								Олигоцен <i>P₃</i>		
	МЕЗОЗОЙСКАЯ (эра средней жизни) <i>MZ</i>	Меловой (меловая) <i>K</i>	Поздняя <i>K₂</i>	Зеленый	137-67	70				Головоногие моллюски и пресмыкающиеся	КИММЕРИЙСКАЯ 210		
			Ранняя <i>K₁</i>										
			Юрский									Поздняя <i>J₃</i>	
		Юрский (юрская) <i>J</i>	Средняя <i>J₂</i>	Синий			195-137		58				
			Ранняя <i>J₁</i>										
			Триасовый (триасовая) <i>T</i>									Поздняя <i>T₃</i>	
ПАЛЕОЗОЙСКАЯ (эра древней жизни) <i>PZ</i>	Пермский (пермская) <i>P</i>	Поздняя <i>P₂</i>	Желто- коричневый	230-195	55	Амфибии и споровые		ГЕРЦИНСКАЯ 400					
		Ранняя <i>P₁</i>											
		Каменноугольный или карбоновый (каменноугольная) <i>C</i>								Поздняя <i>C₃</i>	Серый	285-230	65
							Средняя <i>C₂</i>						
							Ранняя <i>C₁</i>						
		Девонский (девонская) <i>D</i>					Поздняя <i>D₃</i>		Коричневый	350-285	55		
	Средняя <i>D₂</i>												
	Ранняя <i>D₁</i>												
	Силурийский (силурийская) <i>S</i>	Поздняя <i>S₂</i>	Серо-зеленый	405-350	35		КАЛЕДОНСКАЯ 500						
		Ранняя <i>S₁</i>											
		Ордовикский (ордовикская) <i>O</i>						Поздняя <i>O₃</i>	Оливковый			440-405	60
								Средняя <i>O₂</i>					
Ранняя <i>O₁</i>													
Кембрийский (кембрийская) <i>E</i>		Поздняя <i>E₃</i>						Сине-зеленый	500-440	70			
	Средняя <i>E₂</i>												
	Ранняя <i>E₁</i>												
ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ (эра простейшей жизни) <i>PR</i>	Поздний <i>PR₂</i>	Венд <i>V</i>	Розовый	570-500	530	Бактерии, водоросли	БАЙКАЛЬСКАЯ 1000						
		Рифей <i>R</i>						Поздний <i>R₃</i>					
								Средний <i>R₂</i>					
	Ранний <i>PR₁</i>	Ранний <i>R₁</i>						Коричнево- розовый	1100-570	600	Редкие остатки Примитивных (доклеточных) форм - археицаты		
		Поздний <i>AR₂</i>										2000-1700	300
												Ранний <i>AR₁</i>	
АРХЕЙСКАЯ (эра древнейшей жизни) <i>AR</i>	Ранний <i>AR₁</i>	Формирование земной коры	3500-2700	800									
						КАТАРХЕЙСКАЯ <i>KA</i>	Малиновый	4600-3500				1100	

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ:

- Относительная геохронология и её методы.
- Абсолютная геохронология и её методы.
- Международная геохронологическая шкала, её значение и применение.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!