

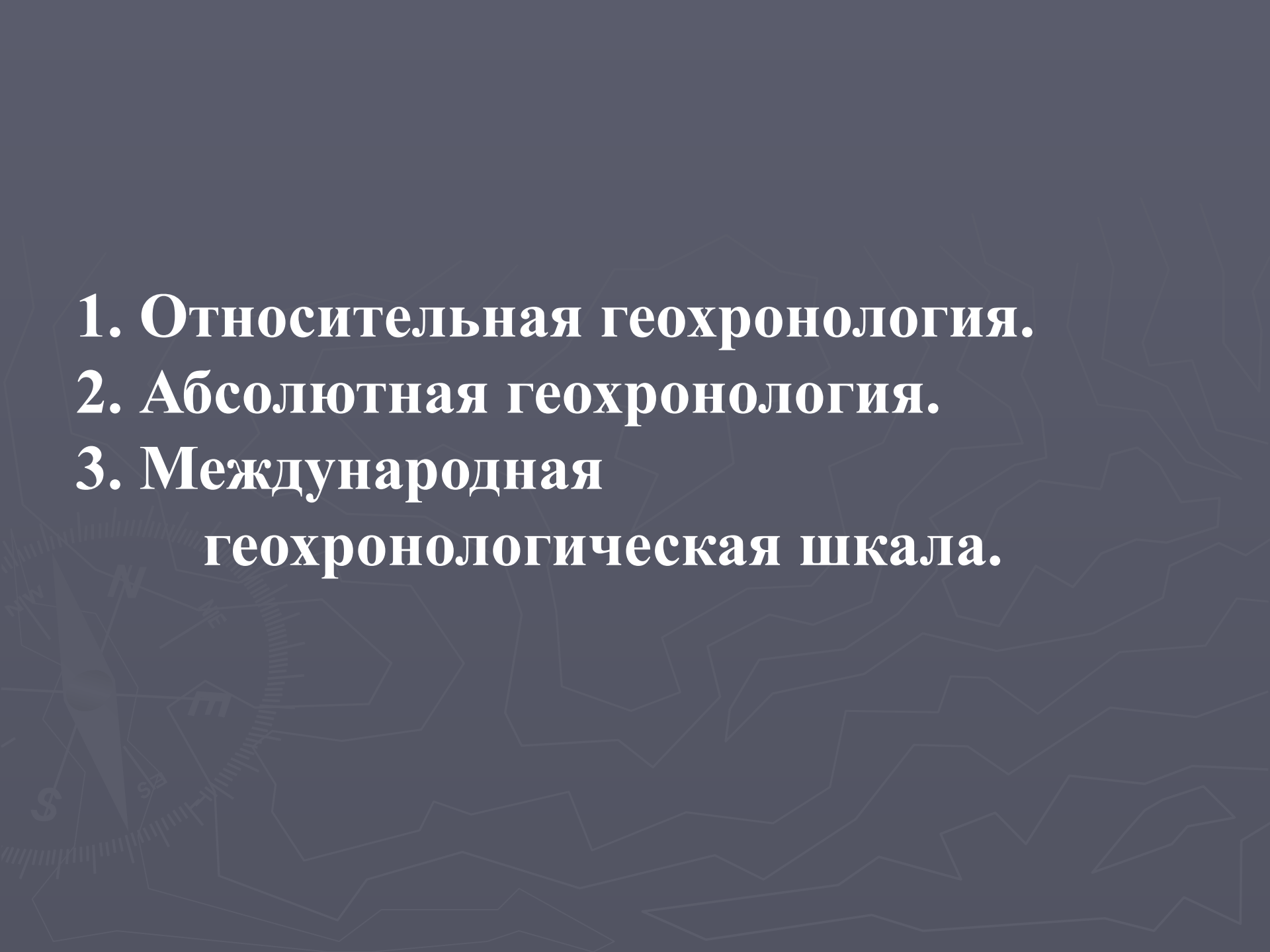
Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО ТИУ
Кафедра Геотехники

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):

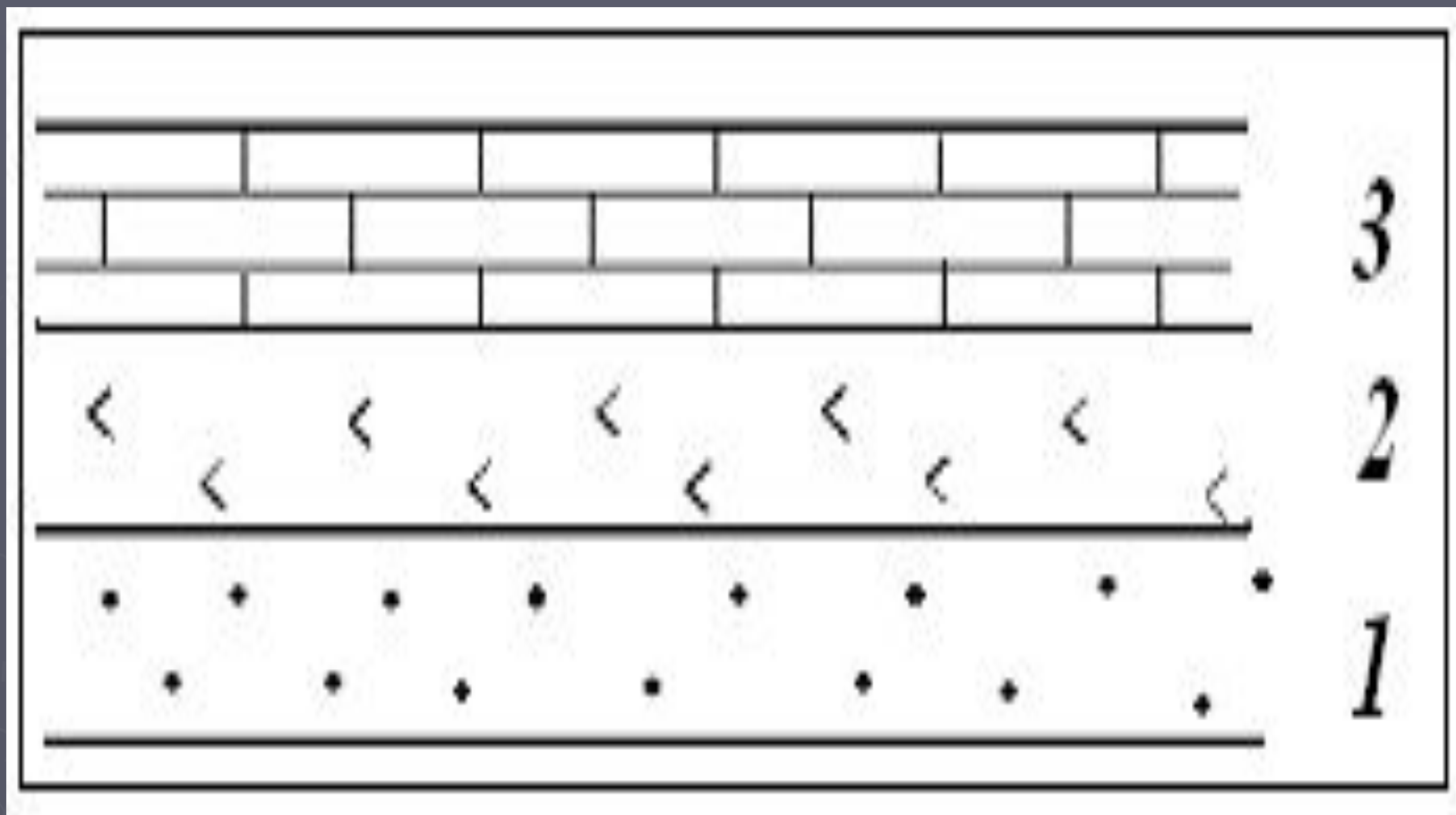


Рисунок 2

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):*

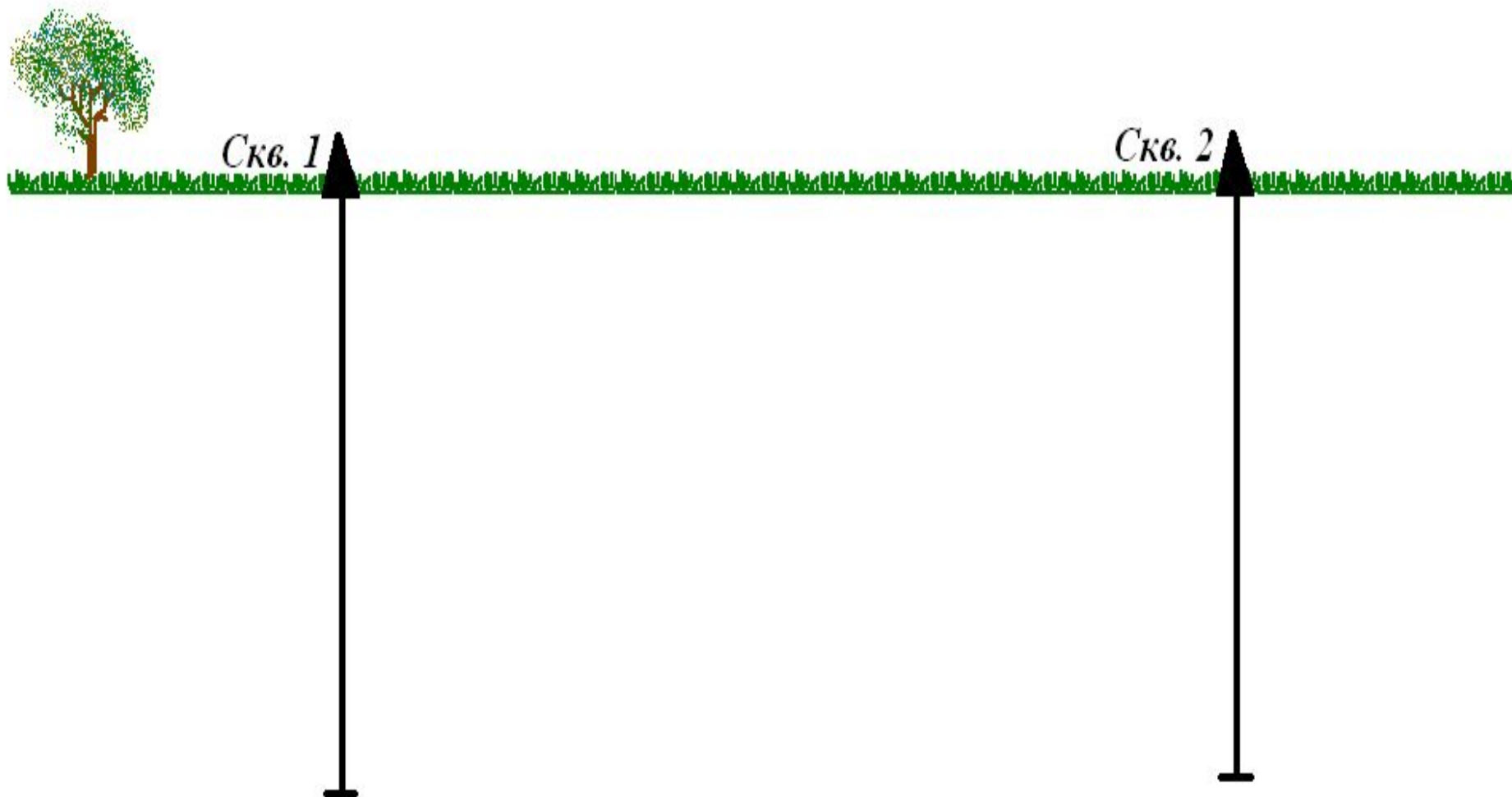


Рисунок 3а Скважины пробурены
на большом расстоянии друг от друга

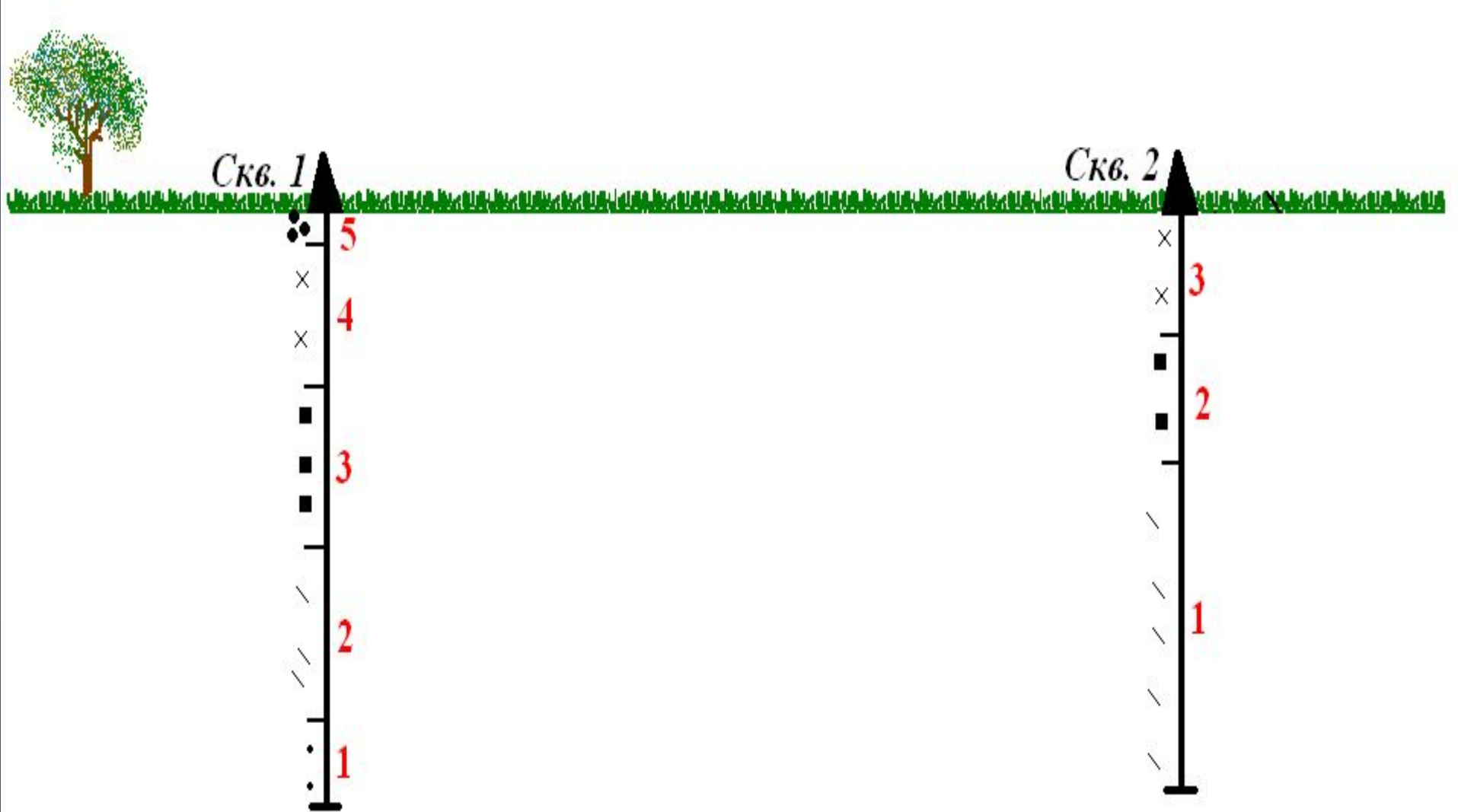


Рисунок 3б Чередование пород в скважинах имеет различия по мощности и составу

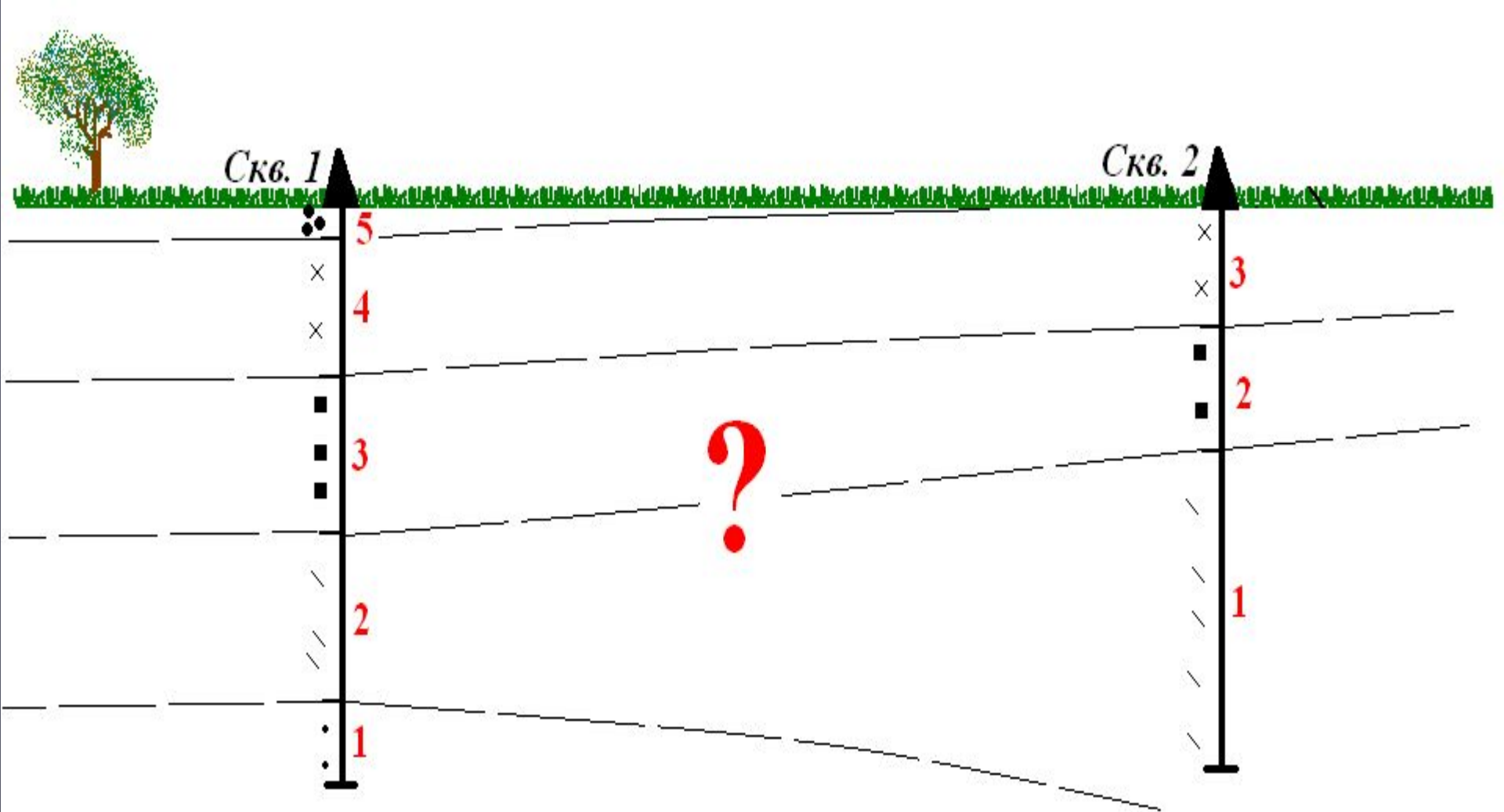


Рисунок 3в Представить строение участка при таких исходных данных затруднительно

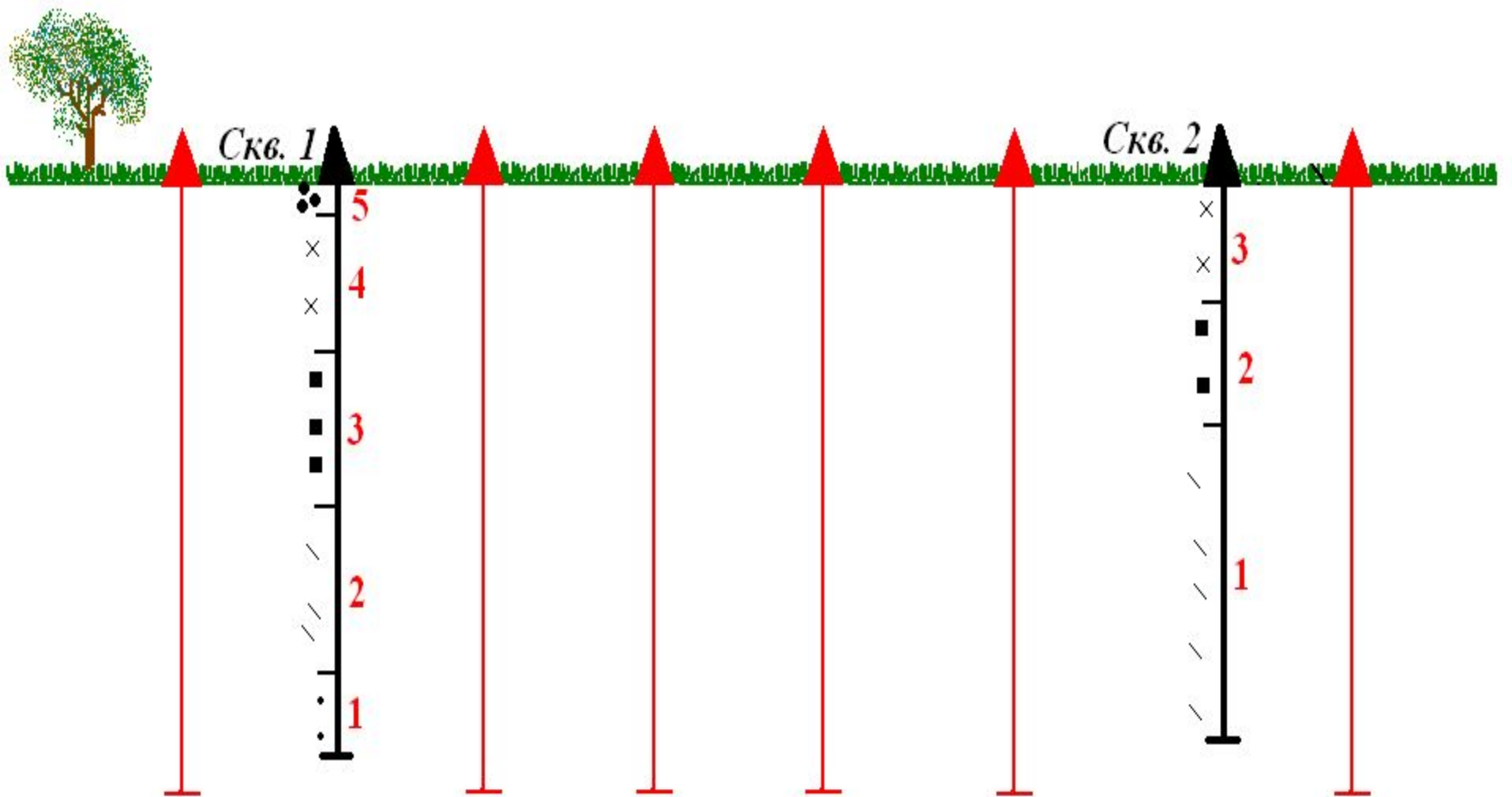


Рисунок 3г Необходимо пробурить скважины для получения дополнительной информации

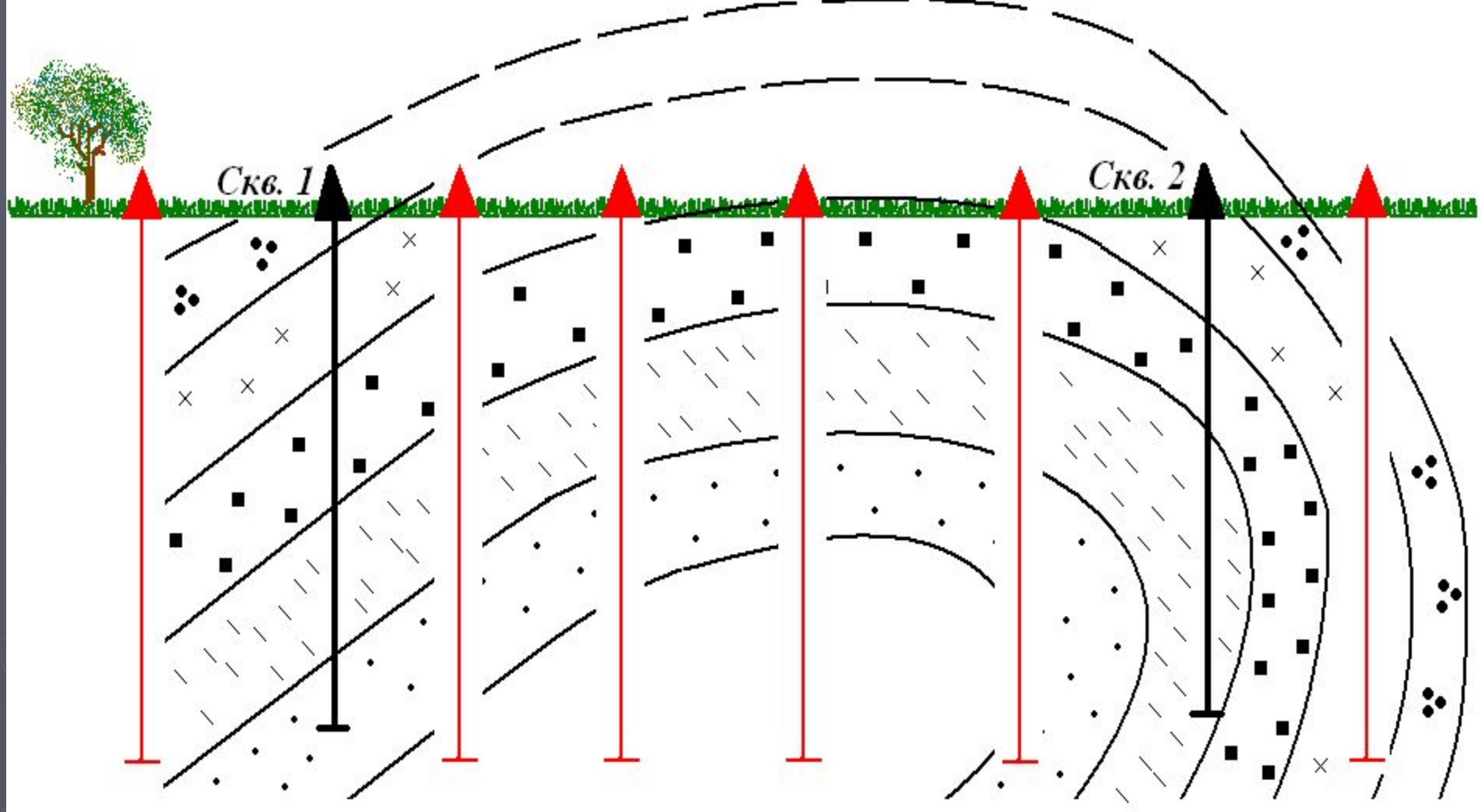


Рисунок 3д Сгущение сетки скважин
позволит установить последовательность
слоёв в опрокинутом крыле складки

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).**

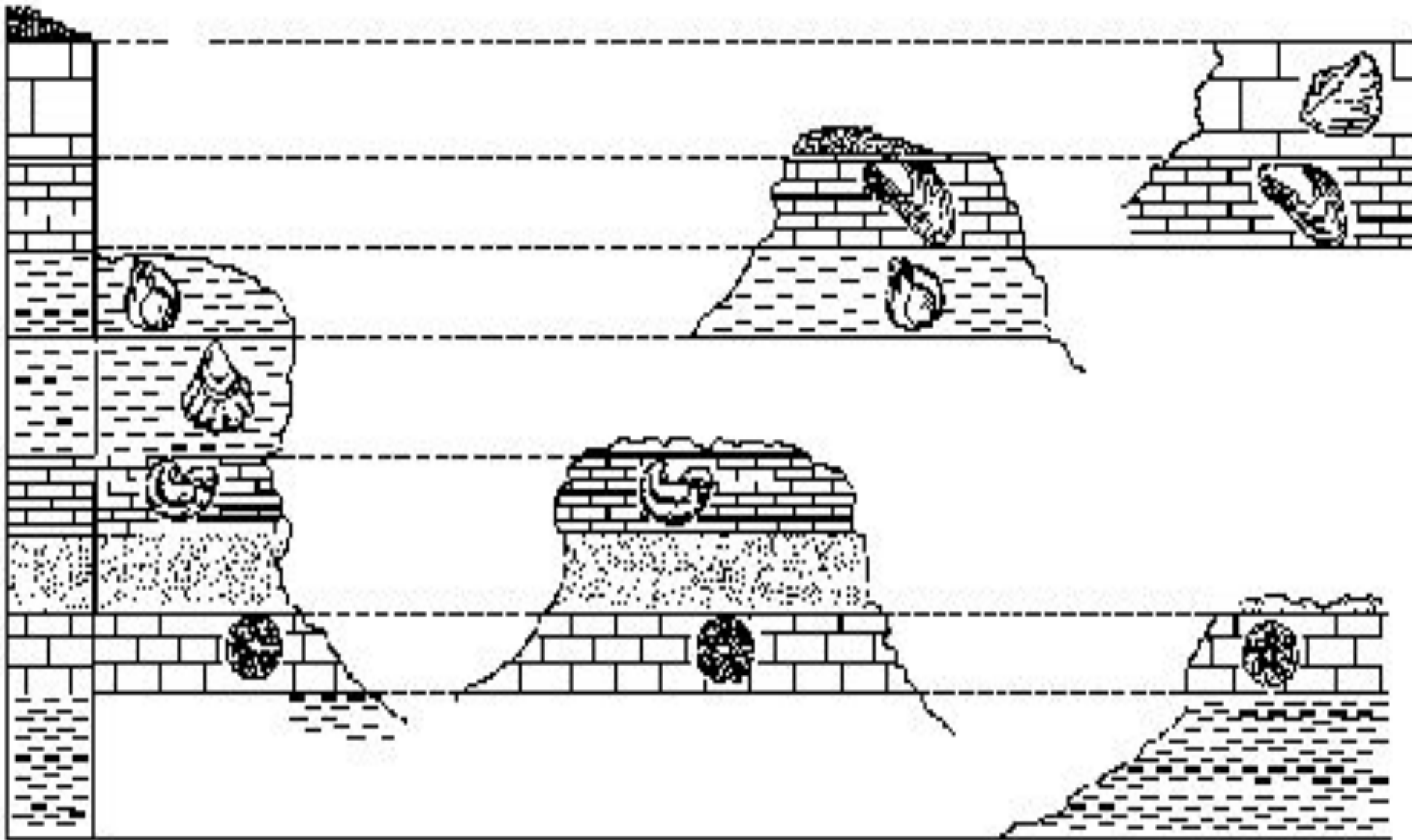


Рисунок 5

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):

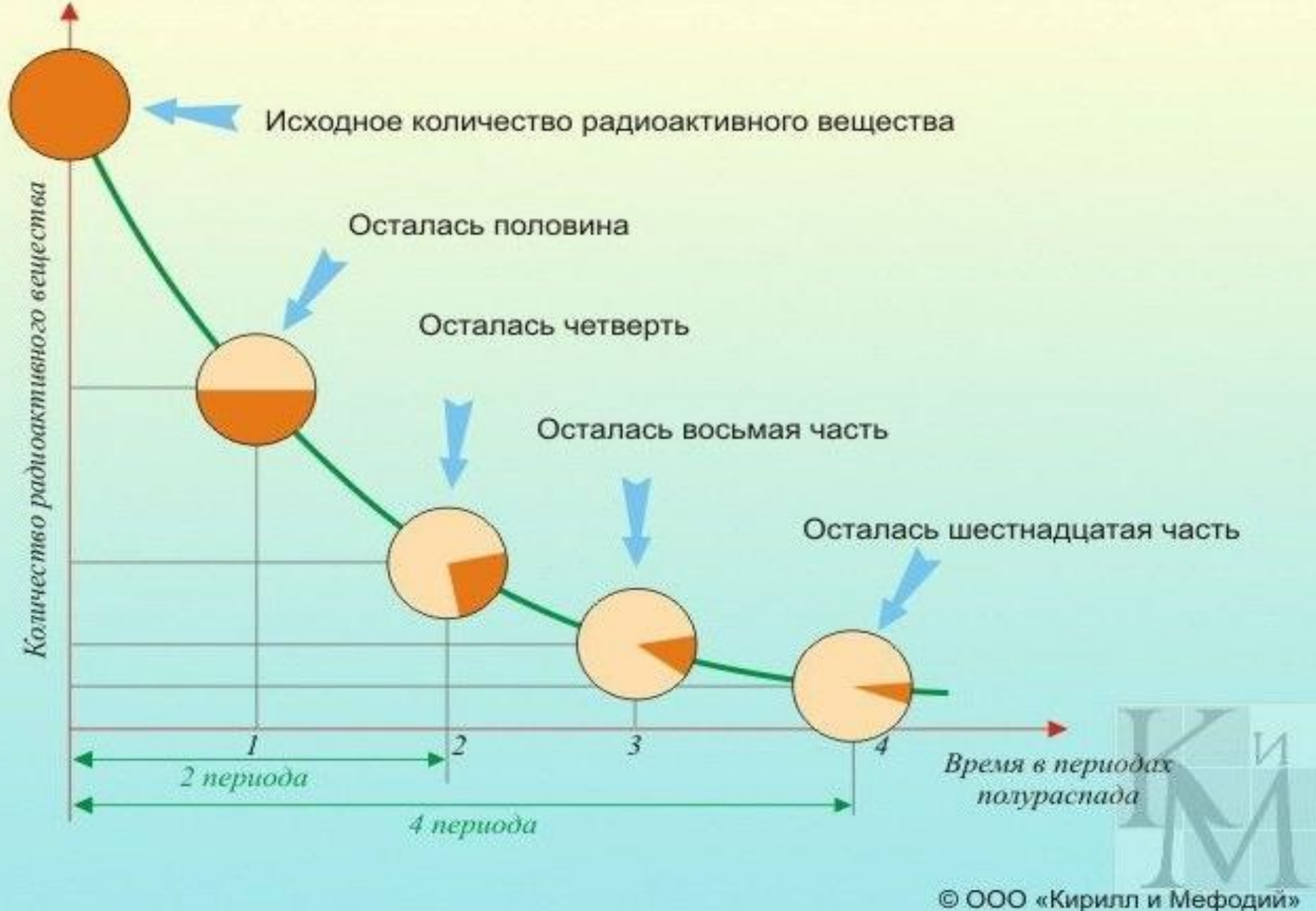
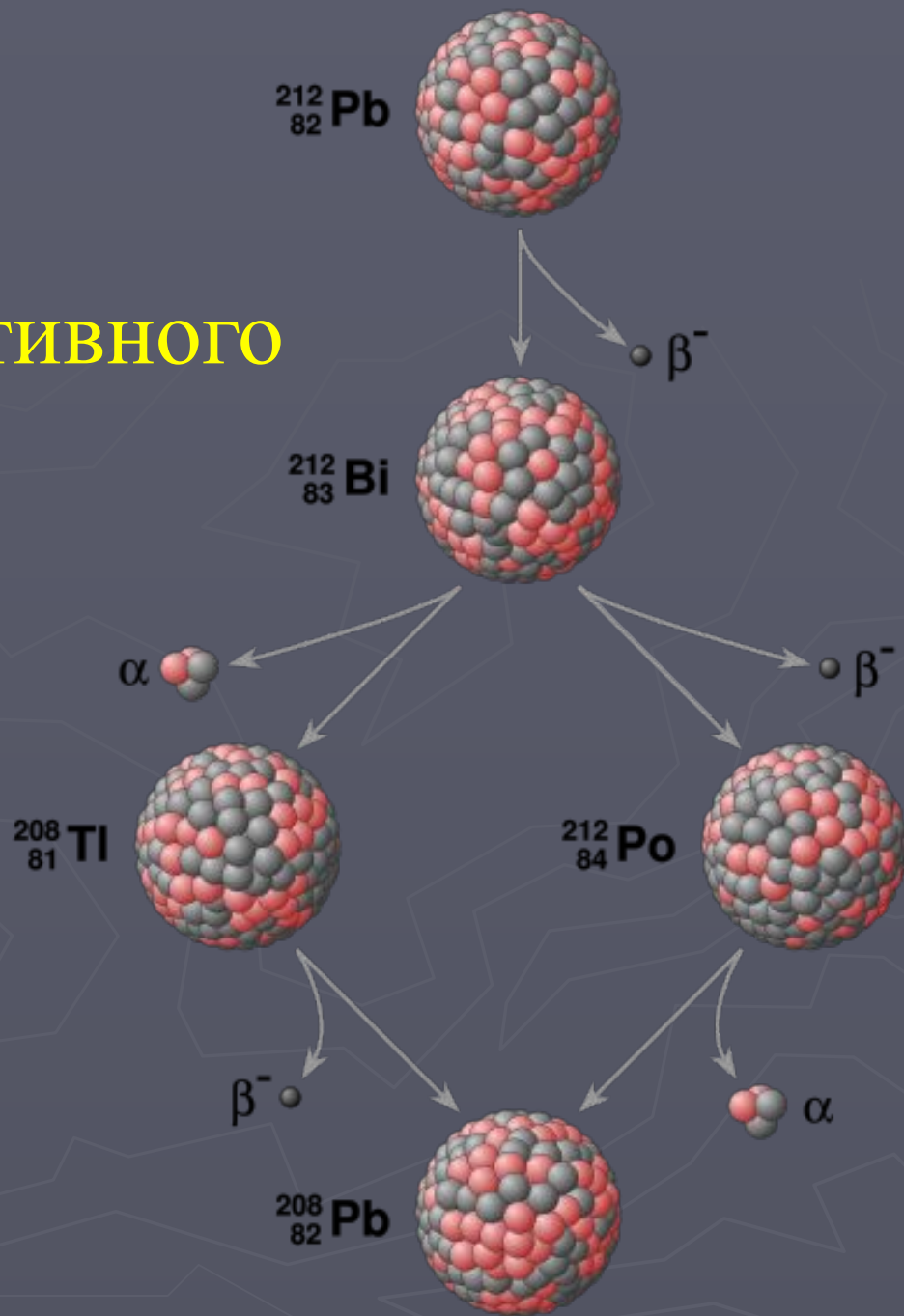


Рисунок 6 Время в периодах полураспада

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 современному, при неоднократных смещениях границ	Четвертичный, или антропогенный 2 млн лет		Q	КАЙНОЗОЙСКАЯ (альпийская)	Общее поднятие территории. Неоднократные оледенения. Появление человека	Торф, россыпные месторождения золота, алмазов, драгоценных камней	
		Неогеновый 25 млн лет		N		Возникновение молодых гор в областях кайнозойской складчатости (Кавказ, Камчатка, Курильские острова). Возрождение гор в областях всех древних складчатостей. Господство покрытосеменных (цветковых) растений	Бурый уголь, нефть, янтарь	
		Палеогеновый 41 млн лет		P		Разрушение мезозойских гор. Наступление морей на Западно-Сибирскую и Восточно-Европейскую платформы. Широкое распространение цветковых растений. Развитие птиц и млекопитающих	Фосфориты, бурый уголь, бокситы, нефть	
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	Нефть, горючие сланцы, мел, уголь, фосфориты	
		Юрский 50 млн лет		J		Образование современных океанов. Горобразование (хребты Верхоянский, Черского, Сихотэ-Алинь). Жаркий, влажный климат. Расцвет рептилий. Господство голосеменных растений. Появление примитивных птиц	Каменный уголь, нефть, фосфориты, горючие сланцы	
		Триасовый 40 млн лет		T		Наибольшее за всю историю Земли отступление моря и поднятие материков. Разрушение докембрийских гор. Обширные пустыни. Первые млекопитающие	Каменная соль, нефть, уголь	
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	Каменная и калийная соль, гипс, уголь, нефть, горючий газ	
		Каменноугольный (карбон) 65 млн лет		C		Широкое распространение заболоченных низменностей. Жаркий, влажный климат. Развитие лесов из древовидных папоротников, хвощей и плаунов. Появление хвойных растений. Первые рептилии. Расцвет земноводных	Обилие угля и нефти, медные, полиметаллические руды	
	Появление на Земле животных и растений	Девонский 55 млн лет		D	КАЛЕДОНСКАЯ	Уменьшение площади морей. Жаркий климат. Первые пустыни. Появление земноводных. Рыбы	Соли, нефть, горючий газ	
		Силурийский 35 млн лет		S		Возникновение молодых гор в областях каледонской складчатости (Алтай, Саяны). Первые наземные растения, появление рыб	Железная и медная руда, золото	
		Ордовикский 60 млн лет		O		Уменьшение площади морских бассейнов. Вулканизм. Появление первых наземных беспозвоночных животных	Горючие сланцы, фосфориты, руды марганца и железа	
		Кембрийский 70 млн лет		Є	БАЙКАЛЬСКАЯ	Возникновение молодых гор в областях байкальской складчатости. Заполнение обширных пространств морями. Расцвет морских беспозвоночных животных	Бокситы, осадочные руды марганца и железа	
		не выделяются				Начало байкальской складчатости. Мощный вулканизм. Время бактерий и водорослей	Огромные запасы железных руд, слюда, графит	
ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ PR около 2000 млн лет	Зарождение жизни в воде. Время бактерий и водорослей					Древнейшие складчатости. Напряженная вулканическая деятельность. Время примитивных одноклеточных бактерий	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

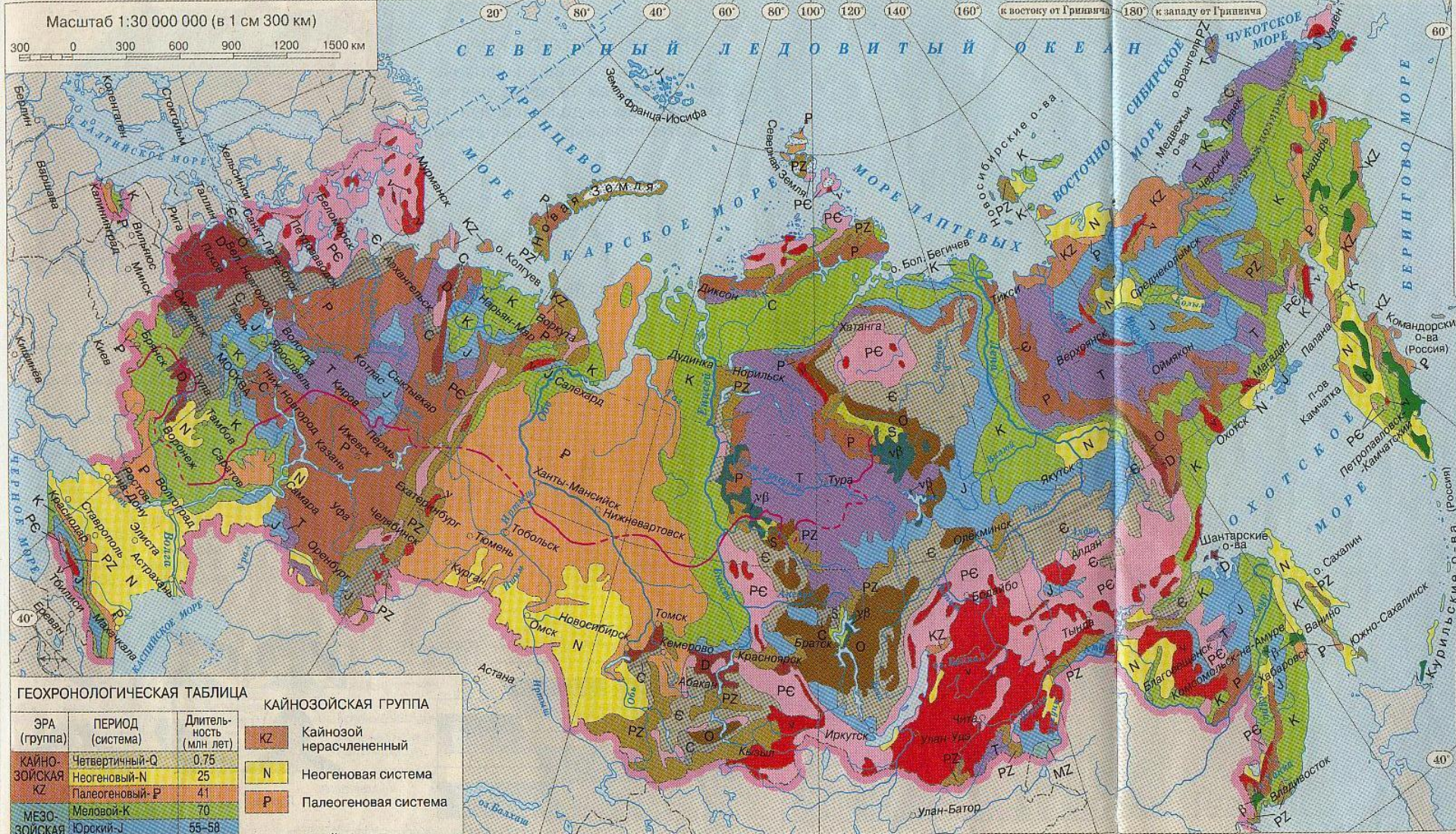


Рисунок 8 Геологическая карта СССР

**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

Архэ́йская эра или архéй -
(от греч. archaios – древний, изначальный).

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

- *Рифéй (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

- *ордо́викский период - или ордо́вик*
(по древнему кельтскому племени
ордовиков) (рисунок 11);

- *силури́йский период - или силу́р*
(по древнему кельтскому племени силуров
населявших Шропшир в Уэльсе).

Второе его название готла́ндий
(от о. Готланд в Балтийском море,
где есть отложения этого возраста)
(рисунок 11):

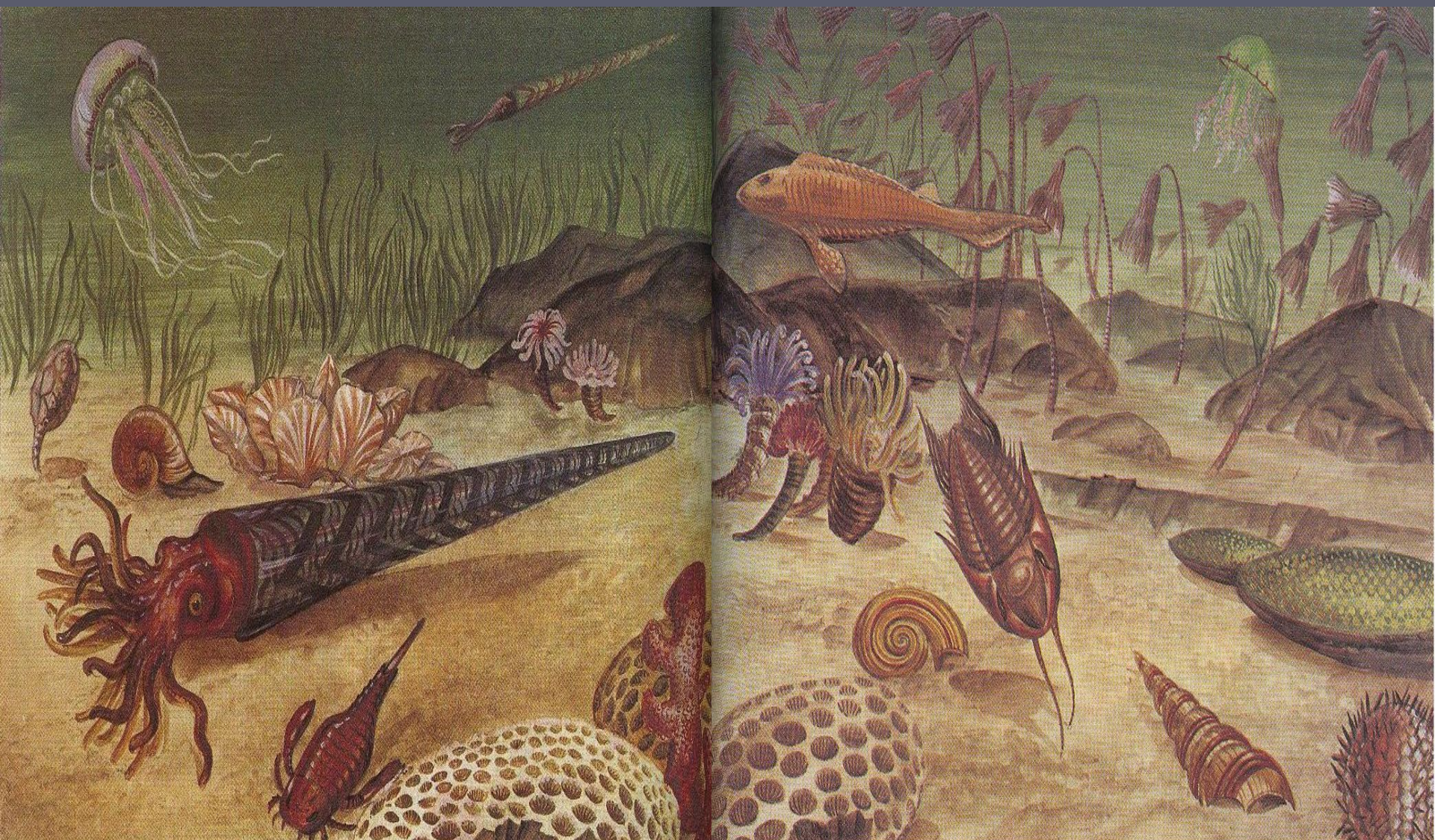


Рисунок 11 Палеонтологическая
реконструкция ордóвика и силу́ра

• *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):

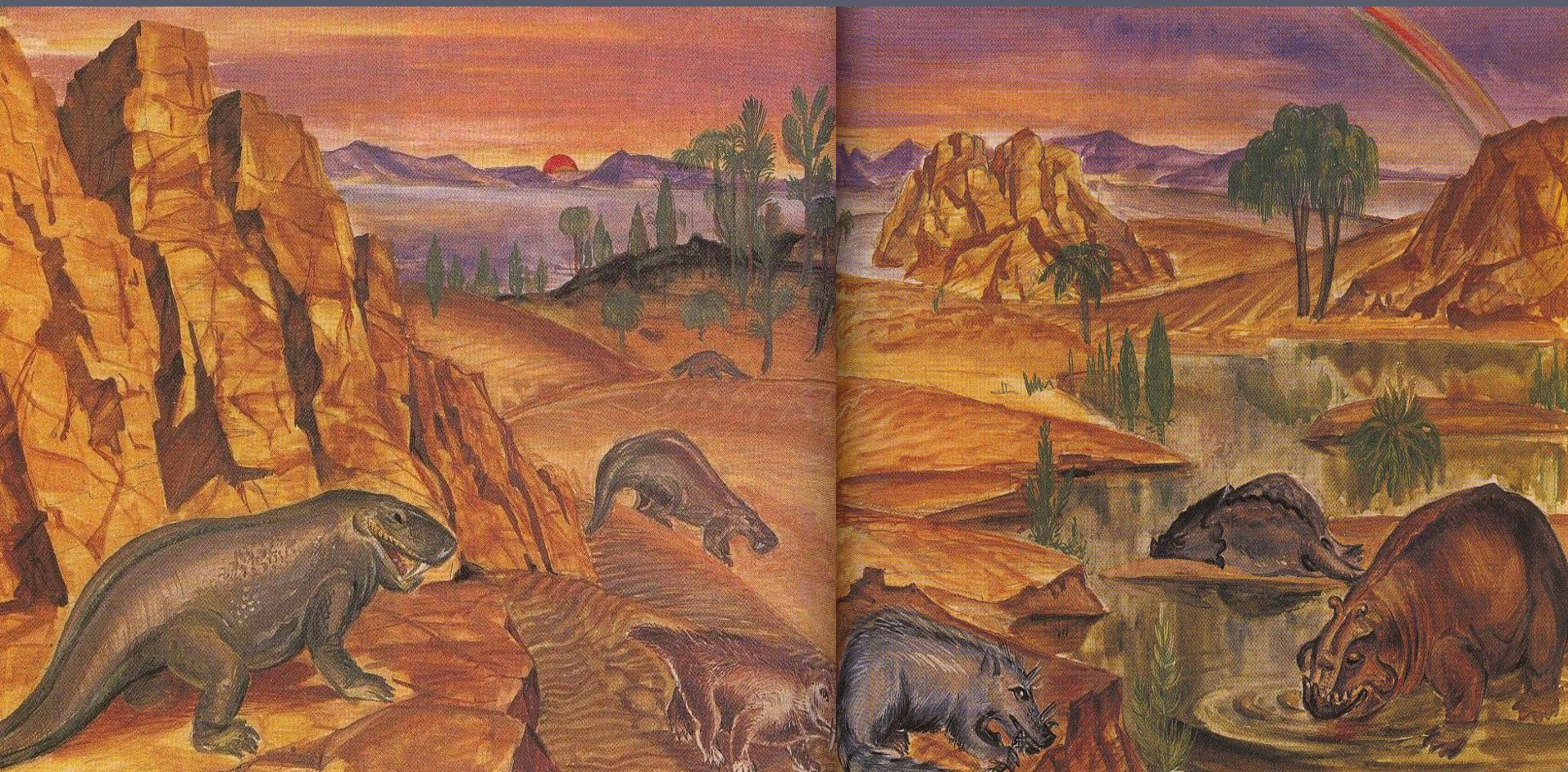


Рисунок 14

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:
Т₃ – *слой Кейпера*
(по местному названию мергелей),
Т₂ – *слой раковистого известняка*,
Т₁ – *слой пестроокрашенного*
песчаника (рисунок 15):



Рисунок 15
Палеонтологическая реконструкция триаса

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

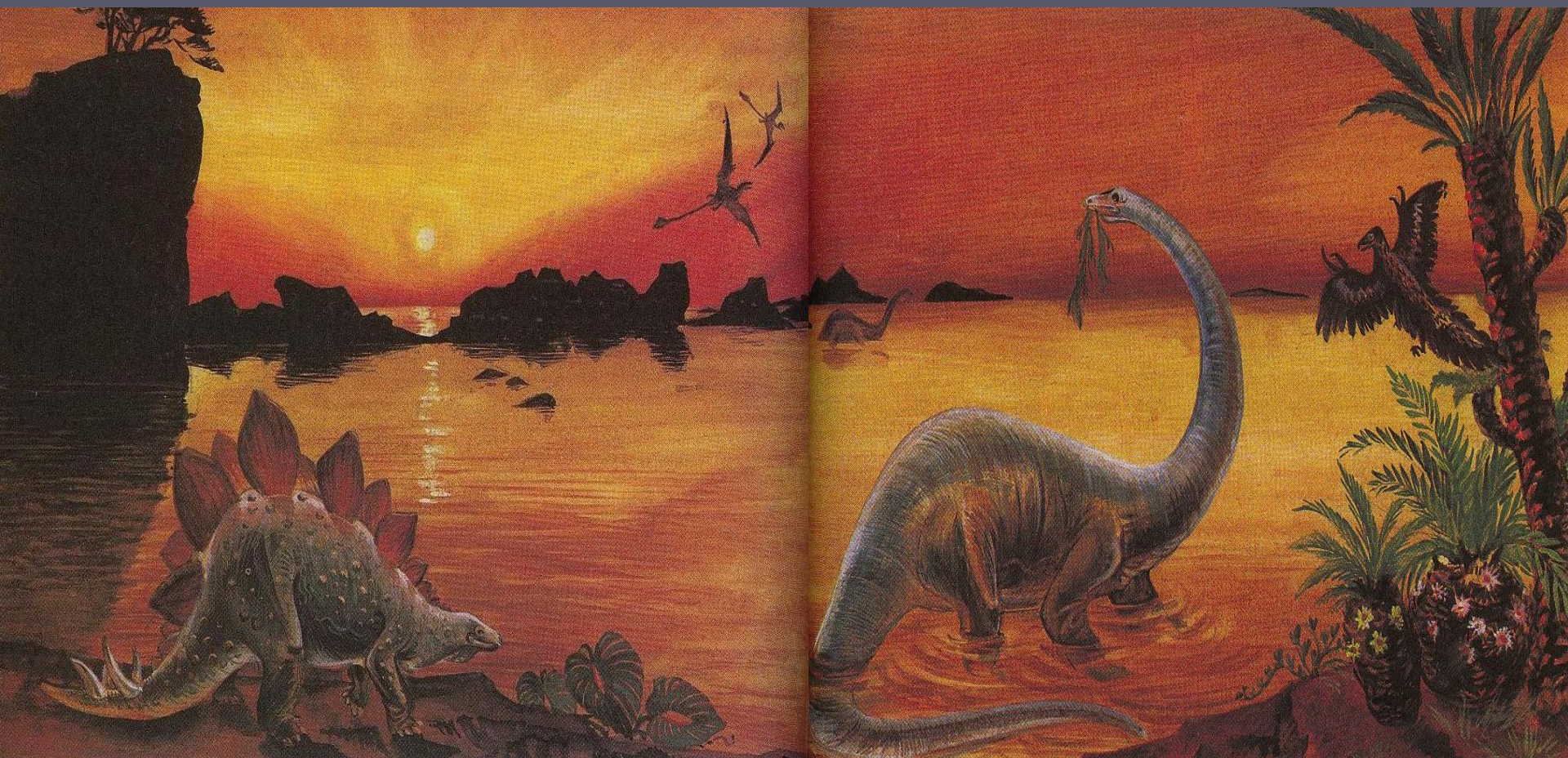


Рисунок 16

Палеонтологическая реконструкция юры

• *меловой 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*):

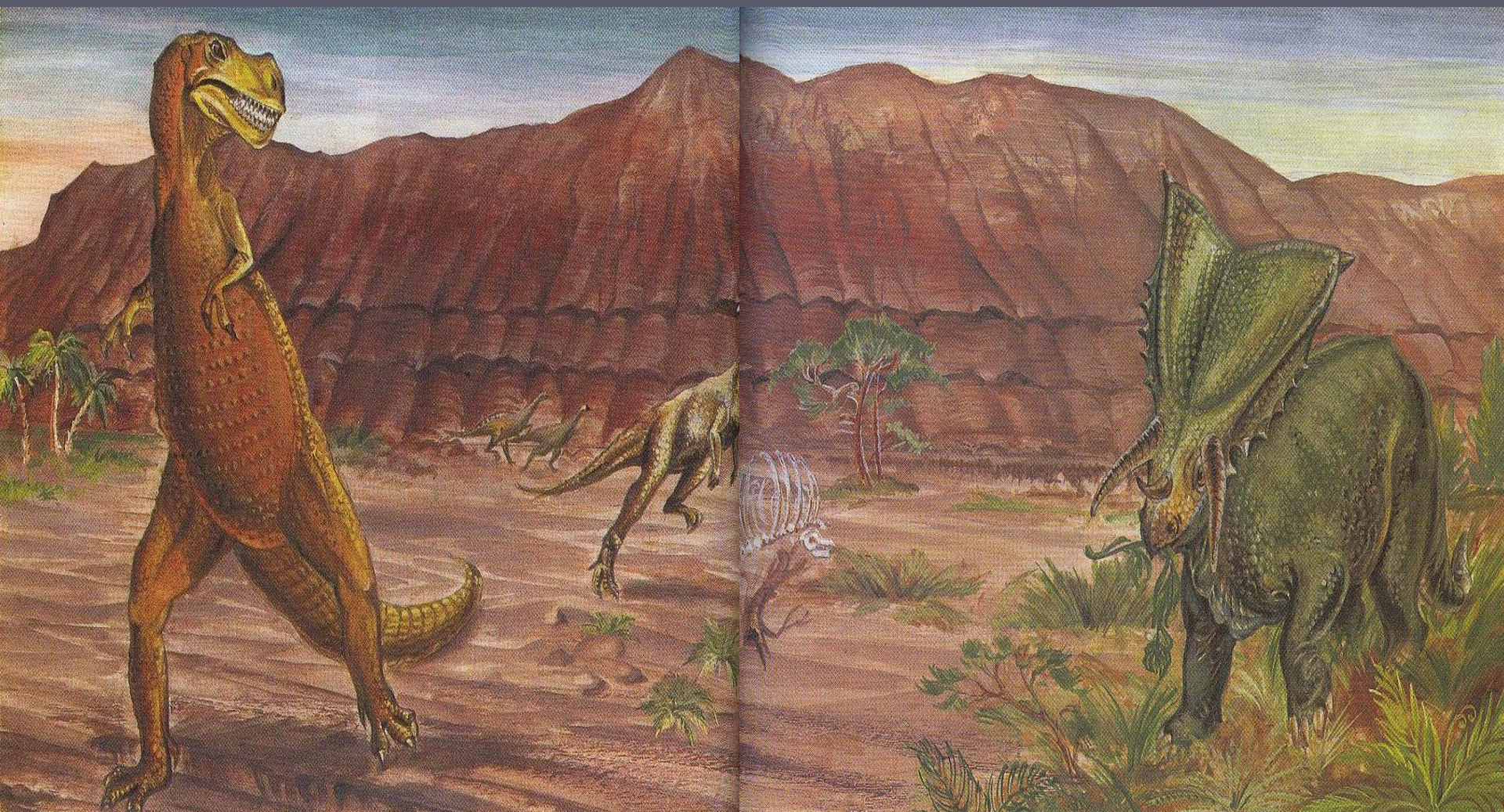


Рисунок 17

Палеонтологическая реконструкция мела

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):

- *неогéновый период* или *неогéн* –
(от греч. *neos* – *новый*) –
первые 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 назвали 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):

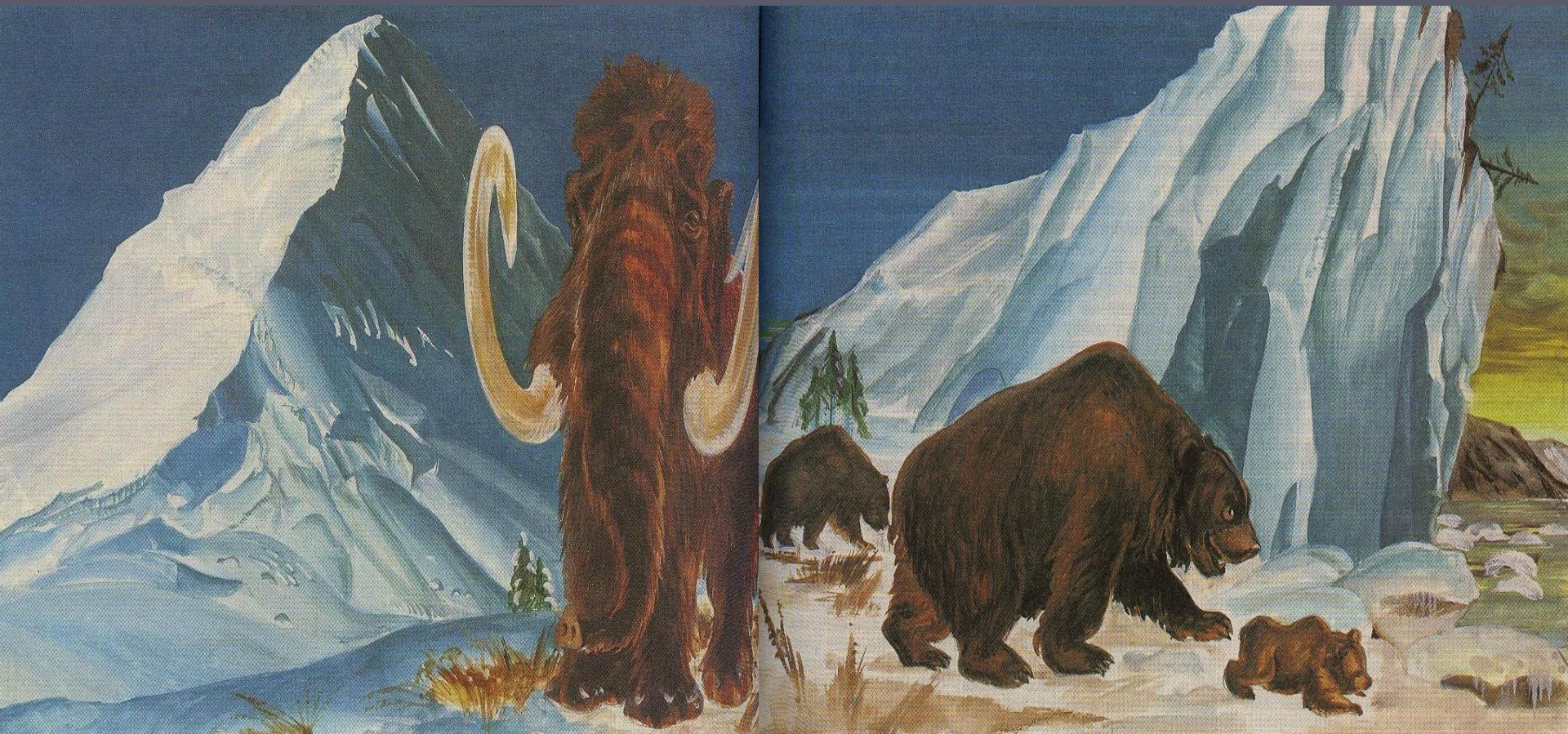


Рисунок 19 Палеонтологическая
реконструкция антропогэна

**Геологические индексы
и стандартная окраска,
закреплённая за каждым периодом,
являются обязательными
при оформлении
геологической документации во всём мире**

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ:

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



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!