- Стратиграфическая и геохронологическая шкалы.
- 2. Методы определения абсолютного возраста горных пород
- 3. Геологическая история развития земной коры

- \* В процессе изучения земной коры геологами была разработана периодизация ее истории, созданы единая для всего земного шара стратиграфическая и соответствующая ей геохронологическая шкала
- \* Наименование их единиц являются международными.
- \* Утверждены они были на 3ей сессии международного геологического конгресса в 1900 году.

Стратиграфические	Геохронологические		
Эонотема	Эон		
Эратема	Эра		
Система	Период		
Отдел	Эпоха		
Ярус	Век		

- \* Стратиграфические подразделения применяют для обозначения комплексов слоев горных пород.
- \* Соответствующие им геохронологические подразделения для обозначения времени, в течение которого эти комплексы накопились

- \* Эонотемы наиболее крупные стратиграфические подразделения
  - , образование которых происходило в течение нескольких геологических эр. В настоящее время выделяют три эонотемы: фанерозойскую, протерозойскую и архейскую

\* Эратемы – крупные подразделения стратиграф. шкалы, комплексы отложений, сформировавшиеся в течение одной эры. Охватывают крупные этапы развития земной коры. Границы эратем соответствуют переломным рубежам в истории органического мира. Это нашло отражение в их названиях: палеозойская, мезозойская, кайнозойская.

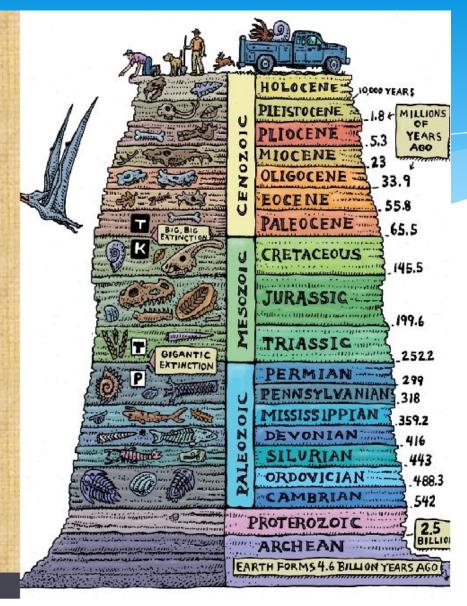
\* Эратемы делятся на системы, объединяющие отложения, образовавшиеся в течение одного периода и различающиеся семействами и отрядами органических форм. Названия систем связаны с названиями мест, где соответствующие отложения впервые были установлены и описаны

- \* Девонская система получила название по графству Девоншир (Англия);
- \* Пермская –название Пермской области, где эти отложения широко развиты;
- \* Каменноугольная по широкому распространению в ее отложениях каменного угля;
- \* Меловая по обилию в ней образований мела

\* Более дробными подразделениями являются отделы и ярусы. Наряду с международной шкалой, широко используются вспомогательные, местные стратиграфические подразделения – серии, свиты, пачки

- \* Для удобства пользования геохронологической шкалой каждому подразделению присвоены свой цвет и оттенок.
- \* Это облегчает составление и чтение геологических карт, разрезов.
- \* Например: Юрские отложения окрашиваются в синий цвет; Меловые в зеленый.

Геохронология- изучает последовательность геологических событий, происходивших в прошлом, путем установления временных взаимоотношений между накопившимися слоями горных пород, в которых эти события оказались запечатленными.



#### Геохронологическая (стратиграфическая) шкала

Зоны (зоно- темы)	Эры (эратемы)	Периоды (системы)	Начало млн.лет назад	Горообра- зование
	W-2	Антропоген	0,7	==
	Кайнозой	Неоген (25 млн. лет)	25 ± 2	
	(66 млн. лет)	Палеоген (41млн.лет)	66 ± 3	-
	Мезозой (169 млн. лет)	Мел (66 млн. лет)	132 ± 5	AND THE PERSON NAMED IN COLUMN 1
		Юра (53 млн. лет)	185 ± 5	-
		Триас (50 млн. лет)	235 ± 5	*
Net Or	Палеозой (340 млн. лет)	Пермь (45 млн. лет)	280 ± 10	-
ФАНЕРОЗОЙ (570 млн. лет)		Карбон (65 млн. лет)	345 ± 10	- The second sec
<u>a</u>		Девон (55 млн. лет)	400 ± 10	
		Силур (30 млн. лет)	435 ± 10	茎
		Ордовик (65млн.лет)	490 ± 10	-
		Кембрий (80млн.лет)	570 ± 20	The second second
(28.3000 MPH. 1951)	Протерозой св. 2000млн.лет		650 ± 10	
	Архей св. 1000млн.лет	1	св. 3500	

#### Геохронологическая (стратиграфическая) шкала

Эон эонотема)	Эра (группа)			Цвет на карте
		Четвертичный Q	Голоценовая (соврем.) $Q_{IV}$ Позднечетвертичная (в) $Q_{II}$ Среднечетвертичная (с) $Q_{II}$ Раннечетвертичная (н) $Q_{I}$	Серовато- желтый
	Кайнозойская Кz	Неогеновый N	Плиоценовая (в) $N_2$ Миоценовая (н) $N_1$	Лимонно- желтый
		Палеогеновый Р	Олигоценовая (в) $P_3$ Эоценовая (с) $P_2$ Палеоценовая (н) $P_1$	Ярко- желтый
		Меловой К	Позднемеловая (в) $K_2$ Раннемеловая (н) $K_1$	Салатно- зеленый
	Мезозойская Мz	Юрский Ј	Позднеюрская (в) $J_3$ Среднеюрская (с) $J_2$ Раннеюрская (н) $J_1$	Синевато- голубой
Фанерозой		Триасовый Т	Позднетриасовая (в) $T_3$ Среднетриасовая (с) $T_2$ Раннетриасовая (н) $T_1$	Сиреневыі
	7.	Пермский Р	Позднепермский (в) P <sub>3</sub> Раннепермский (н) Р <sub>1</sub>	Оранжево- коричневы
		Каменно- угольный С	Позднекаменноугольная (в) С $_3$ Среднекаменноугольная (с) С $_2$ Раннекаменноугольная (н) С $_1$	Серый
	Палеозойская	Девонский D	Позднедевонская (в) $D_3$ Среднедевонская (с) $D_2$ Раннедевонская (н) $D_1$	Коричневы
	Pz	Силурийский S	Позднесилурийская (в) S <sub>3</sub> Раннесилурийская (н) S <sub>1</sub>	Коричневато зеленый
		Ордовикский О	Позднеордовикский (в) $O_3$ Среднеордовикский (с) $O_2$ Раннеордовикский (н) $O_1$	Темно- зеленый
		Кембрийский €	Позднекембрийский (в) $\in_3$ Среднекембрийский (с) $\in_2$ Раннекембрийский (н) $\in_3$	Голубовато зеленый
Протеро- зой PR		Вендский V Рифейский R		Розовый
Архей AR				Малиново розовый

#### Геохронологическая (стратиграфическая) шкала



#### INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC CHART



Eonothem	Erathem	System	Series Epoch	Stage Age	Age Ma	GSSP				
		-	Holocene		0.0117	A				
		Quaternary		Upper	55.55555	5				
		ern	District	"Ionian"	0.126					
		Jua	Pleistocene	Calabrian	0.781	1				
				Gelasian	1.806 2.588	8				
			Par .	Piacenzian	3.600	1				
			Pliocene	Zanclean	E	A				
		Ф		Messinian	5.332	1				
	0	en		Tortonian	7.246	2				
	i	Neogene		Serravallian	11.608	8888888				
	Z	ž	Miocene	Langhian	13.82					
	enozoic		2					Burdigalian	15.97	
	9		1	Aquitanian	20.43	A				
-	O		-	Chattian	23.03					
20	Phanerozoic		Oligocene	Rupelian	28.4 ±0.1	1				
0			Paleogene	Paleogene	ene		Priabonian	33.9 ±0.1		
0						-	Bartonian	37.2 ±0.1		
an					Eocene	Lutetian	40.4 ±0.2			
4					ale	ale		Ypresian	48.6 ±0.2	2
4						Thanetian	55.8 ±0.2	2		
			Paleocene	Selandian	58.7 ±0.2	2				
					Danian	~61.1	88888			
				Maastrichtian	65.5 ±0.3	A				
				Campanian	70.6 ±0.6	*				
				Santonian	83.5 ±0.7					
			Upper	Coniacian	85.8 ±0.7					
	1.5	SI	ध्य	Turonian	~ 88.6	2				
	Z	Cretaceous		Cenomanian	93.6 ±0.8	A				
Mesozoic	0 0	tac		Albian	99.6 ±0.9	0				
	0	Sre		Aptian	112.0 ±1.0					
	9		Barremian	125.0 ±1.0						
			Lower	Hauterivian	130.0 ±1.5					
				Valanginian	~ 133.9					
				Daniel	140.2 ±3.0					

Eonothem	Erathem	System	-	Epoch	Stage Age	8 8 W 145.5 ±4.0	GSSP	Eonothem	Erathem Era	System	Series
					Tithonian	150.8 ±4.0		0 0			Up
			U	pper	Kimmeridgian	- 155.6				_	Ор
					Oxfordian	161.2 ±4.0				Devonian	Mic
					Callovian	164.7 ±4.0	98.5			Š	3330
		Jurassic	M	iddle	Bathonian	167.7 ±3.5	8			å	
		Ira			Bajocian	171.6 ±3.0	<i>&gt;</i>				Lo
	0	5			Aalenian	175.6 ±2.0	8				
	20				Toarcian	183.0 ±1.5					Pri
	0		Li		Pliensbachian	189.6 ±1.5	8				Luc
	e s				Sinemurian	196.5 ±1.0	8			E	
	ž				Hettangian	199.6 ±0.6	1			Silurian	Wer
					Rhaetian	203.6 ±1.5				S	
0		ပ			Carnian	216.5 ±2.0		O			Lland
20		SSi			Carrian	~ 228.7	2	0	oic		Liant
0		<b>Friassic</b>	M		Anisian	237.0 ±2.0		0	2 0		
er		-			Olenekian	~ 245.9		9	0		Up
anero			L	ower	Induan	~ 249.5	A	=	ale	an	0,0
_		_		2 - 10 -	Changhsingian	251.0 ±0.4	2	Phanerozoic	Ра	Ordovician	
۵.			Lop	ingian	Wuchiapingian	253.8 ±0.7	888	0		윤	Mit
					Capitanian	260.4 ±0.7	A			0	
		듩	Guad	falupian	Wordian	265.8 ±0.7	2				Lo
		Ĕ			Roadian	268.0 ±0.7	8				
	0	Permian			Kungurian	270.6 ±0.7					Furo
	ZOi	-	02.50		Artinskian	275.6 ±0.7					0.2000
			Cisi	uralian	Sakmarian	284.4 ±0.7				5	
	60				Asselian	294.6 ±0.8 299.0 ±0.8	8			Cambrian	Ser
	- a			Hener	Gzhelian	303.4 ±0.9	1972			Ē	
	۵	3	-in	Upper	Kasimovian	307.2 ±1.0				Ö	Ser
		erc	Penn- sylvanian	Middle	Moscovian	311.7 ±1.1	555				Ser
		E	-01	Lower	Bashkirian	318.1 ±1.3	8				Terrer
		ě	÷ =	Upper	Serpukhovian	328.3 ±1.6					-ener
		Cal	Missis sippiar	Middle	Visean	345.3 ±2.1	8				s drafte
			< 10	Lower	Tournaisian		1	with	are	into	rmal, a

Eonothem	Erathem	System Period	Series Epoch	Stage	Age Ma	GSSP		
			· il	Famennian	359.2 ±2.5 • 374.5 ±2.6	8		
		NO-10	Upper	Frasnian		A		
		Devonian	Maria di La	Givetian	385.3 ±2.6	8888		
		lo,	Middle	Eifelian	391.8 ±2.7	1		
		)e		Emsian	397.5 ±2.7	A		
		_	Lower	Pragian	407.0 ±2.8	2		
				Lochkovian	411.2 ±2.8	2		
		10	Pridoli		416.0 ±2.8	A		
			Localismo	Ludfordian	418.7 ±2.7	8888		
		_	Ludlow	Gorstian	421.3 ±2.6	8		
		Silurian		Homerian	422.9 ±2.5	8		
		in	Wenlock	Sheinwoodian	426.2 ±2.4	A		
	U		ျဖ		Telychian	428.2 ±2.3	2	
-			Llandovery	Aeronian	436.0 ±1.9	A		
anerozoic aleo zoic	5		Rhuddanian	439.0 ±1.8	00000000			
0	7	0 0		Himantian	443.7 ±1.5	A		
0	60	Pale o Ordovician	aleo	0	Upper	Katian	445.6 ±1.5	A
an	a				Sandbian	455.8 ±1.6	A	
Ph			200 T	Darriwilian	460.9 ±1.6	A		
		rdc	Middle	Dapingian	468.1 ±1.6	A		
		0	100000	Floian	471.8 ±1.6	2		
			Lower	Tremadocian	478.6 ±1.7	2		
		1		Stage 10	488.3 ±1.7	-		
			Furongian	Stage 9	~ 492 *			
				Paibian	~ 496 *	A		
		=		Guzhangian	~ 499	A		
		Dria	Series 3	Drumian	~ 503	888		
		Cambriar		Stage 5	~ 506.5			
		S		Stage 4	~ 510 *			
			Series 2	Stage 3	~ 515 *			
				Stage 2	~ 521 *			
			Terreneuvian	Fortunian	~ 528 * 542.0 ±1.0	1		

This chart was drafted by Gabi Ogg. Intra Cambrian unit ages A.G. Smith, et al. (2004; Cambridge University Press) with \* are informal, and awaiting ratified definitions. Copyright © 2010 International Commission on Stratigraphy

	Eonothem	Erathem Era	System	Age	GSSP
			Ediacaran	- 542 - -635	8
		Neo- proterozoic		850	<b>①</b>
		- Andrews	Tonian	1000	(D)
	Proterozoic	Manager	Stenian	1200	(F)
	LOZ	Meso- proterozoic	Ectasian	1400	(F)
	ote	***************************************	Calymmian	1600	(Đ
_	F		Statherian	1800	9
a		Paleo- proterozoic	Orosirian	2050	E E
Ξ			Rhyacian		Ð
E			Siderian	2500	3
Precambrian		Neoarchean		2800	①
4	chean	Mesoarchean		3200	<b>(</b>
	A	Paleoarchean		3600	①
	-	Hadean (ir	nformal)	4000	
$\sim$	~	~~~	~~~	~4600	

Subdivisions of the global geologic record are formally defined by their lower boundary. Each unit of the Phanerozoic (~542 Ma to Present) and the base of Ediacaran are defined by a basal Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP >>) whereas Precambrian units are formally subdivided by absolute age (Global Standard Stratigraphic Age. GSSA). Details of each GSSP are posted on the ICS website (www.stratigraphy.org).

Numerical ages of the unit boundaries in the Phanerozoic are subject to revision. Some stages within the Cambrian will be formally named upon international agreement on their GSSP limits. Most sub-Series boundaries (e.g., Middle and Upper Aptian) are not formally defined.

Colors are according to the Commission for the Geological Map of the World (www.cgmw.org).

The listed numerical ages are from 'A Geologic Time Scale 2004', by F.M. Gradstein, J.G. Ogg, and "The Concise Geologic Time Scale" by J.G. Ogg, G. Ogg and F.M. Gradstein (2008).

# Геохронологическая шкала

Эоны (млн.лет)	Эры	Периоды
Фанерозой 580 млн. лет	Кайнозой -65 млн.лет Мезозой- 180 Палеозой-335	Четвертичный- 0,7млн. лет Неоген- 22,3 Палеоген -42
Протерозой-2т.		
Архей- более1500	Докембрий	

\* В основу абсолют. методов были положены различные астрономические данные: проводились определения времени образования земной коры на основе подсчета количества солей, содержащихся в водах океана; определялись длительность в абсолютных цифрах четвертичного периода путем подсчета количества годичных слоев в ленточных глинахотложения, образовавшиеся в ледниковых озерах и характеризующиеся чередованием крупности частиц, отлагавшихся ы озере зимой. Эти попытки не дали хороших результатов.

\* С открытием процесса естественной радиоактивности появилась возможность разработки методов изотопной геохронологии, которые и используются в настоящее время для определения возраста горных пород и минералов и датировки возраста вмещающих пластов.

Сущность геохронологических методов заключается в определении в минералах радиоактивных элементов и конечных продуктов их распада. Скорость распада этих элементов известна (это доказано экспериментально) остается постоянной при любых условиях, и располагая данными о количестве в минерале продуктов распада, можно подсчитать, сколько времени существует минерал. Так датируется время образования всей горной породы, из состава которой выделен минерал радиоактивными элементами.

\* Для определения изотопного возраста используются различные типы радиоактивного распада: распад урана и тория дающие в виде конечных продуктовгелий и свинец; распад калиядает аргон и кальций; распад рубидия- дает образование стронция; распад рения- дает образование осмия; распад углерода – дает его модификацию.

\* 1. Уран-свинцовый метод — основан на радиоактивном распаде урана и тория. Он применим для определения возраста магматических горных пород, содержащих уран, торий и свинец.

### \*Радиоактивны й распад -

явление самопроизвольного превращения атомного ядра в другое ядро или ядра

\*

- \* Аргоновый метод основан на учете радиоактивного распада изотопа калия, присутствующего в незначительном количестве в природном калии.
- \* Калиевые минералы широко распространены в земной коре и входят в состав многих осадочных пород. При распаде калия около 12% его превращается в аргон, количество которого в минералах определяется путем газового объемного анализа.

- Калий аргоновый метод (аргоновый метод) радиометрический физический метод датирования палеонтологических остатков, предметов и материалов биологического происхождения путём измерения содержания в материале радиоактивного изотопа калия <sup>40</sup>К и изотопа аргона <sup>40</sup>Аг.
- \* Предложен в 1948 году Эрихом Карловичем Герлингом (СССР) и Альфредом Ниром (США)
- \* Период полураспада изотопа калия <sup>40</sup>К:
- \* Т = 300 млн лет

\* Углеродный метод – используется для определения возраста наиболее молодых отложений. Период полураспада радиоактивного изотопа углерода на превращение которого основан метод, составляебт 5,5 – 6 тыс.лет, что позволяет определять только возраст пород, время образования которых не превышает 50 – 70 тыс. лет

Радиоуглеродный метод — физический метод датирования палеонтологических остатков, предметов и материалов биологического происхождения путём измерения содержания в материале радиоактивного изотопа углерода <sup>14</sup>С относительно содержания его в атмосфере. Предложен Уиллардом Либби в 1946 — 1949 годах

- \* Период полураспада изотопа углерода <sup>14</sup>C:
- \* Т = 5360 лет.

\* Радиоактивный изотоп углерода образуется в атмосфере под действием космических лучей, хорошо усваивается растениями и после их отмирания переходит в состав горных пород. Допускаемые погрешности 5-10% измеряемой величины.

- \* Применение геохронологических методов позволило определить изотопный возраст многих древних пород земной коры, и можно сделать вывод, что формирование земной коры началось 3,6-4,5 млрд.лет назад.
- \* На континентах возраст пород варьирует от 3,8 3,6 млрд. лет.
- \* Возраст древних пород Луны достигает 4,5 млрд. Лет. Возраст Земли как планеты оценивается в 6,5-7 млрд.лет

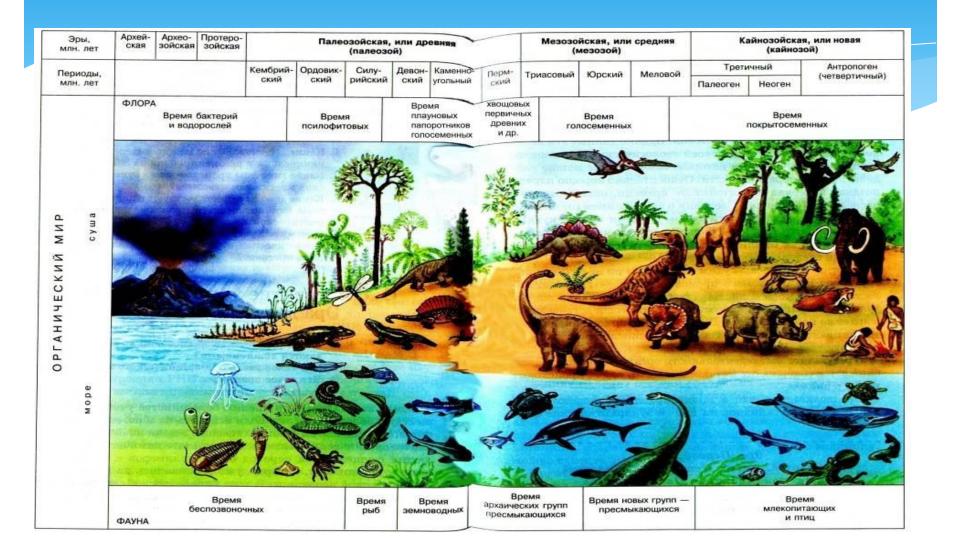
\* Докембрий – древнейшие толщи земной коры; там зародилась жизнь, возникла кислородная атмосфера, но отсутствует скелетная фауна (только водоросли). На уровне 2-2,5 млрд. лет появляются следы жизнедеятельности животных, а в позднем докембрии – первые их остатки.

\* Палеозойская эра — сложена осадочными горными породами, меньше метаморфическими и магматическими. В осадочных породах сохранились остатки органических форма: растений (водоросли, папоротники, хвощи), из животных — останки панцирных рыб, амфибий и звероподобных рептилий.

\* Мезозойская эра – представлена осадочными породами. Встречаются остатки рептилий (плавающие, летающие, звероподобные), в конце эры появились млекопитающие (сумчатые). В растительном мире господствовали голосемянные (пальмы, хвойные, табак). Из беспозвоночных характерны – моллюски.

Кайнозойская эра сложена слабоизмененными осадочными породами с сохранившимися отпечатками и окаменелостями органических форм. Господствуют млекопитающие; животные и растения близки к современным. В начале антропогена появляются первые примитивные люди. Эра характеризуется интенсивными горообразовательными процессами, обусловленными возникновением высочайших горообразовательными цепей по периферии Тихого океана, на юге Европы и в Азии

#### Относительная шкала жизни



#### Древние растения:

Окаменевшая древесина голосеменных

Окаменевшая древесина папоротника











Остатки листьев папоротника

### Обитатели суши





Трехпалый вид лошади

Кость древней лошади

Кость мамонта







Кость позвоночного

Кость древнего оленя

Кость древнего быка

### Обитатели моря (1):



Трилобит



Раковины моллюсков



Белемнит



Морской ёж

# Обитатели моря (2):









Коралл



известняк известняк

#### примеры решения задач:

Радиоуглеродный метод:

Образец кости мамонта

содержит 0,20 изотопа 14С от

исходного количества.

Определить возраст данного

образца.

Решение:

 $t = - \ln p(t) \cdot 7734,5$ 

t= - ln 0,20 • 7734,5 = 1,609 •

7734,5 =12448 лет

Калий-аргоновый метод:

Палеонтологические отпечатки

листьев древовидного

папоротника содержат 0,50

изотопа калия <sup>40</sup>К от исходного

количества. Определить возраст

данного образца.

Решение:

 $t = - \ln p(t) \cdot 432,9$  млн лет

t= - ln 0,50 • 432,9 млн лет = 0,6931

• 432,9 млн лет = 300 млн лет