

**Тема: Геологическая эволюция.**

**Основные вопросы темы:**

1. Земля как планета, ее отличия от других планет земной группы.
2. Химический состав Земли.
3. Магнитное поле Земли, его структура и роль для жизни на планете.
4. Внутреннее строение Земли.
5. Методы исследования (сейсморазведка).
6. Формирование прото-Земли из планетезималей, её гравитационное сжатие, разогрев и начало дифференциации.
7. Эволюция земной коры: тектоника литосферных плит, её движущие силы.
8. Возраст Земли, методы его оценки (радиометрия земных горных пород и метеоритов).
9. Возникновение океанов и атмосферы.
10. Атмосфера Земли, ее структура (тропосфера, стратосфера, ионосфера) и химический состав.

**Работа 1. Земля как планета, ее отличия от других планет земной группы.**

1. Из всех планет земной группы только земной только Земля обладает \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_ полем. Ученые считают, что это основная причина жизни.
2. Земля имеет спутник – \_\_\_\_\_, что отличает ее от других внутренних планет.
3. Наличие газовой оболочки - \_\_\_\_\_. В ней мало \_\_\_\_\_, много \_\_\_\_\_.
4. Только на Земле есть водная оболочка - \_\_\_\_\_ в виде Мирового океана, занимающего большую часть планеты.
5. Планеты земной группы отличаются рельефом, что связано с вулканической и геологическими процессами. Считается, что тектоническая активность может служить мерилем жизнеспособности планеты.
6. Хорошо развита «оболочка жизни» - \_\_\_\_\_.

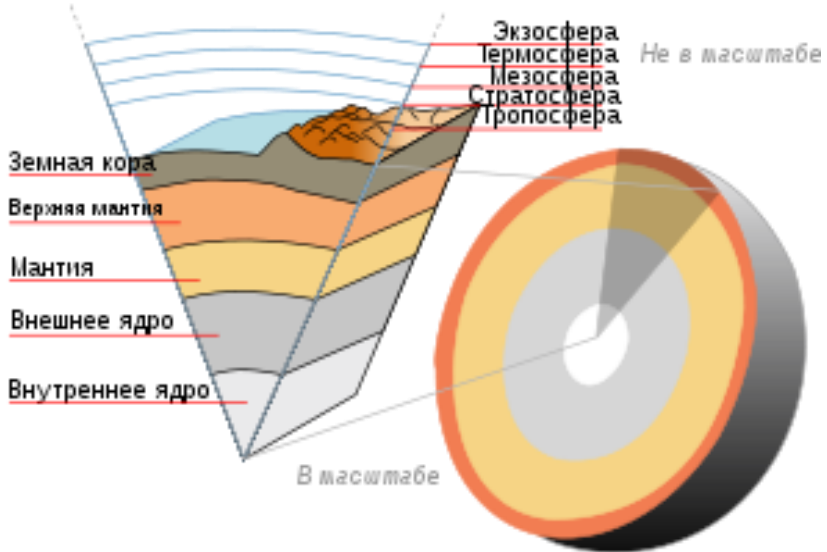
Форма Земли, за счет гравитации, - геоид (сфера).

**Работа 2. Химический состав Земли.**

- в основном из \_\_\_\_\_ (32,1 %),
- \_\_\_\_\_ (30,1 %),
- кремния (15,1 %),
- магния (13,9 %),
- серы (2,9 %), никеля (1,8 %), калия (1,5 %) и алюминия (1,4 %);
- на остальные элементы приходится 1,2 %.

### Работа 3. Строение Земли.

#### А) Основные структуры Земли.

Внутреннее строение Земли	
Внешняя сфера Земли состоит из:	
	

#### Б) Внутреннее строение Земли.

•	Делится на внешний ( ) и внутренний ( ) слои. Преимущественно состоит на 80% из <u>железа</u> и на 20% из никеля.
•	Наиболее мощная оболочка Земли, занимающая 2/3 ее массы и большую часть объема. Состоит преимущественно из <u>силикатов</u> (соединений кремния). Ее нижняя часть связана с земной корой. В ней происходит образование пород, из которых складывается земная кора.
•	Это верхний слой твердой земли, свойства которого изменяются воздействиями атмосферы, гидросферы и биосферы. В ней выделяют три слоя: верхний – осадочный, средний – гранитный и нижний – базальтовый.
Такие предположения о строении основаны: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ На результатах исследования глубинных структур Земли с помощью сейсмических волн;</li> <li>○ На отождествлении их состава и структур с составом метеоритов, которые образовались из того же протопланетного вещества, что и Земля;</li> <li>○ На изучении магнитного поля Земли в далеком прошлом посредством изменения остаточной намагниченности земных пород.</li> </ul>	

### В) Внешние сферы Земли

<p>Поверхностный слой мантии вместе с земной корой называется</p>	<p>Ее толщина порядка 100 км. Ее верхний слой богат гранитами, а нижний - базальтовыми магмами.</p>												
<p>•</p>	<p>Прерывистая водная оболочка Земли, располагающаяся между атмосферой и твёрдой земной корой (литосферой).</p> <p>Именно в ней впервые зародилась жизнь на Земле и лишь в начале палеозойской эры началось постепенное переселение животных и растительных организмов на сушу. Составляет – 71% массы всей Земли.</p> <p style="text-align: center;"><u>Состав:</u> представляет собой совокупность</p> <table border="1" data-bbox="424 739 1489 1547"> <tr> <td data-bbox="424 739 644 1115"> <p>•</p> </td> <td data-bbox="651 739 1489 1115"> <p>На них приходится около 94% всей ее массы и включает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• _____: Тихий (50%), Атлантический, Индийский и Северный Ледовитый.</li> <li>• _____</li> <li>• Поверхностные воды суши (континентальная речная система).</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="424 1115 644 1245"> <p>•</p> </td> <td data-bbox="651 1115 1489 1245"> <p>Из остальных 6% три четверти приходится на ...</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="424 1245 644 1375"> <p>•</p> </td> <td data-bbox="651 1245 1489 1375"> <p>А четверть (из остальных 6%) приходится на ... . По другому ее называют криосфера, которая сформирована в Антарктиде и Гренландии.</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="424 1375 644 1547"> <p>Нижняя граница данной оболочки</p> </td> <td data-bbox="651 1375 1489 1547"></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><u>По химическому составу разделяют на</u></p> <table border="1" data-bbox="424 1630 1489 1895"> <tr> <td data-bbox="424 1630 644 1720"> <p>•</p> </td> <td data-bbox="651 1630 1489 1720"> <p>На нее приходится около 97% всей воды. Это в морская вода.</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="424 1720 644 1895"> <p>•</p> </td> <td data-bbox="651 1720 1489 1895"> <p>на всей планете на ее долю приходится только 2-2,8%. Включает в себя замерзшую воду ледников и 0,65-1% — вода рек, озер и подземных источников.</p> </td> </tr> </table> <p>Взаимодействие вод атмосферы и гидросферы определяется взаимными переходами из одних видов вод в другие, и составляют сложный круговорот воды на земном шаре.</p>	<p>•</p>	<p>На них приходится около 94% всей ее массы и включает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• _____: Тихий (50%), Атлантический, Индийский и Северный Ледовитый.</li> <li>• _____</li> <li>• Поверхностные воды суши (континентальная речная система).</li> </ul>	<p>•</p>	<p>Из остальных 6% три четверти приходится на ...</p>	<p>•</p>	<p>А четверть (из остальных 6%) приходится на ... . По другому ее называют криосфера, которая сформирована в Антарктиде и Гренландии.</p>	<p>Нижняя граница данной оболочки</p>		<p>•</p>	<p>На нее приходится около 97% всей воды. Это в морская вода.</p>	<p>•</p>	<p>на всей планете на ее долю приходится только 2-2,8%. Включает в себя замерзшую воду ледников и 0,65-1% — вода рек, озер и подземных источников.</p>
<p>•</p>	<p>На них приходится около 94% всей ее массы и включает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• _____: Тихий (50%), Атлантический, Индийский и Северный Ледовитый.</li> <li>• _____</li> <li>• Поверхностные воды суши (континентальная речная система).</li> </ul>												
<p>•</p>	<p>Из остальных 6% три четверти приходится на ...</p>												
<p>•</p>	<p>А четверть (из остальных 6%) приходится на ... . По другому ее называют криосфера, которая сформирована в Антарктиде и Гренландии.</p>												
<p>Нижняя граница данной оболочки</p>													
<p>•</p>	<p>На нее приходится около 97% всей воды. Это в морская вода.</p>												
<p>•</p>	<p>на всей планете на ее долю приходится только 2-2,8%. Включает в себя замерзшую воду ледников и 0,65-1% — вода рек, озер и подземных источников.</p>												
<p>•</p>	<p>Воздушная оболочка Земли.</p>												

Температура и давление определяются физическими и химическими свойствами (главным образом температура и давление): чем больше высота, тем ниже температура и давление.

В ней выделяют несколько слоев:

•	— это нижний слой атмосферы. Её верхняя граница (толщина) – 8-18 км. В ней сильно развиты турбулентность и конвенция, возникают облака и формируются все виды осадков, развиваются циклоны и антициклоны. С высотой падает давление и температура, опускаясь до —55°C.
•	Слой атмосферы, располагающийся на высоте от 11 до 50 км. Имеет относительно постоянную температуру - 40°C. На высоте около 20 км в этом слое регистрируется максимальное содержание <b>озона</b> .
•	верхний слой атмосферы (выше 50 км), где солнечное излучение производит ионизацию. Условно этот слой занимает до 500 км от поверхности Земли.

#### Химический состав

Состав	в основном, • _____ • _____  в меньших концентрациях – углекислого газ (3%), аргона (0,93) и озона.
Название, исходя из современного химического состава	

Такой состав сохраняется до высоты 100 км от поверхности Земли, но с высотой увеличивается доля легких газов, а плотность и давление воздуха убывает. И на очень большой высоте преобладает - гелий и водород.

#### Значение основных газов атмосферы:

•	Данный газ используется организмами для дыхания и минерализации омертвевшего органического вещества.
•	Данный газ используется при фотосинтезе.
•	Данный газ формирует особый слой на высоте около 25 км., который экранирует земную поверхность от жесткого ультрафиолетового излучения, губительного для всего живого.

	<p>Атмосфера и гидросфера тесно взаимодействуют друг с другом, что подтверждается круговоротом воды и воздуха.</p> <p>Обе эти оболочки оказывают влияние на литосферу.</p>									
•	<p>это оболочка Земли, которая формировалась с участием живых организмов.</p> <p>В ее состав входит четыре среды жизни: почва, вода, наземно-воздушная среда и живой организм – как среда обитания.</p> <p><b>Структура:</b></p> <table border="1"> <tr><td>•</td></tr> <tr><td>•</td></tr> <tr><td>•</td></tr> </table> <p><b>Границы:</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Верхняя граница</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Нижняя граница</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Общая протяженность данной оболочки</td> <td></td> </tr> </table>	•	•	•	Верхняя граница		Нижняя граница		Общая протяженность данной оболочки	
•										
•										
•										
Верхняя граница										
Нижняя граница										
Общая протяженность данной оболочки										

#### Работа 4. Методы исследования строения Земли.

•	<p>- это геофизический метод изучения геологических объектов (например, внутреннего строения Земли) с помощью упругих колебаний — сейсмических волн.</p> <p>Этот метод основан на том, что скорость распространения и другие характеристики сейсмических волн зависят от свойств геологической среды, в которой они распространяются: от состава горных пород, их пористости, трещиноватости, флюидонасыщенности, напряжённого состояния и температурных условий залегания.</p>
---	---

#### Работа 5. Магнитное поле Земли.

•	<p>- это генерируемое внутриземными источниками поле.</p> <p>Образуется во внешней оболочке ядра благодаря циркуляции электрических токов. Поэтому Земля представляет собой огромный магнит с четко выраженными магнитными полюсами.</p> <p>Северный магнитный полюс находится в Северной Америке, Южный магнитный полюс — в Антарктиде.</p> <p>Оно изменчиво, из года в год меняется положение магнитных полюсов.</p>
---	--

	<p>Например, на протяжении последних 80 млн. лет имела место смена полюсов (Северный и Южный), а также изменение напряженности поля.</p> <p>Так, 30 000 лет назад Северный магнитный полюс находился на Южном полюсе. Кроме того, периодически происходят возмущения магнитного поля Земли — магнитные бури, главной причиной возникновения которых является колебание солнечной активности. Поэтому особенно часты магнитные бури в годы активного Солнца, когда на нем появляется много пятен, а на Земле возникают полярные сияния.</p>
•	<p>Поток ионизированных частиц (в основном гелиево-водородной плазмы), истекающий из солнечной короны со скоростью 300—1200 км/с в окружающее космическое пространство.</p> <p>По мере удаления от поверхности Земли его воздействие усиливается: со стороны Солнца геомагнитное поле сжимается, а с противоположной, ночной стороны, оно вытягивается в длинный хвост.</p> <p>Множество природных явлений связано с его влиянием, в том числе магнитные бури и полярное сияние.</p>

## Работа 6. Возраст Земли и этапы ее формирования.

### А) Основные понятия.

Стадии формирования Земли	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ _____</li> <li>▪ _____</li> <li>▪ _____</li> </ul>
•	<p>Небесное тело на орбите вокруг протозвезды, образующееся в результате постепенного приращения более мелких тел, состоящих из частиц пыли протопланетного диска. От англ. <i>planet</i> — планета и <i>infinitesimal</i> — бесконечно малая.</p> <p>Непрерывно притягивая к себе новый материал и накапливая массу, они формируют более крупное тело, пока под действием силы тяжести отдельные слагающие его фрагменты начинают уплотняться.</p> <p>Уплотняющееся вещество увеличивает температуру в центре. Возросшая температура плавит его, образуется _____.</p> <p>Теория формирования планет, включающая так называемую «гипотезу _____», была предложена советским астрономом В.Сафроновым и в настоящее время поддерживается большинством астрономов мира.</p>
Прото-Земля	

сформировалась из ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ _____</li> <li>■ _____</li> <li>■ _____</li> </ul>
Ранние этапы формирования Земли	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ _____</li> <li>■ _____</li> <li>■ _____</li> </ul> <p>Из первоначального газопылевого вещества, которое, в результате гравитации, дифференциации и разогрева, образовало несколько геосферных оболочек.</p>
Методы оценки возраста Земли	<p>_____</p> <p>Это совокупность методов измерений активности (числа распадов в единицу времени) нуклидов в радиоактивных источниках.</p> <p>Измерение возраста производится по содержанию продуктов радиоактивного распада в минералах. Процесс распада разных радиоактивных элементов происходит с постоянной скоростью. Зная, сколько времени нужно для превращения половины атомов (период полураспада) и сколько атомов распалось в изучаемой горной породе, ученые устанавливают возраст изучаемой породы.</p> <p>Согласно данному методу, возраст Земли составляет _____</p>

### ***Теоретическая справка.***

Фазу аккреции (рождения, наращивания). Первая фаза формирования Земли. Она представляет собой непрерывное выпадение на растущую Землю все большего количества крупных тел, укрупнившихся при соударениях между собой, а также в результате притяжения к ним более мелких частиц.

При этом на Землю падали и самые крупные объекты – планетезималии, достигавшие в поперечнике многих километров.

Фазу расплавления внешней сферы земного шара. Вторая фаза, которая наступила в промежутке 4-4,6 млрд. лет назад. В это время произошла общепланетарная химическая дифференциация вещества Земли, которая привела к формированию центрального ядра и обволакивающей его мантии. Железо собирается в центре Земли и образует ее жидкое ядро, которое обуславливает возникновение магнитосферы, что в свою очередь создает предпосылки для образования первых организмов, бактерий. Позже образовалась земная кора. В этой фазе поверхность Земли представляла собой океан тяжелой расплавленной массы с вырывающимися из него газами. В него продолжали стремительно падать мелкие и крупные космические тела, вызывая всплески тяжелой жидкости. Над раскаленным океаном нависало сплошь затянутое густыми тучами небо, с которого не могло упасть ни капли воды.

Фазу первичной коры (лунную фазу). Это время остывания расплавленного вещества поверхности Земли из-за излучения тепла в космосе и ослабления метеоритной бомбардировки. Так образовалась первичная кора базальтового состава. Тогда же происходило и образование гранитного слоя материковой коры. В это время шло постепенное остывание поверхности Земли от температуры плавления базальтов, составляющей 800-1000°C, до 100°C. Когда температура опустилась ниже 100°C, из атмосферы на планету выпала вся вода, покрывшая Землю. В результате этого сформировались поверхностные и грунтовые стоки, появились водоемы, в том числе и океан.

## Работа 7. Эволюция земной коры.

<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<p>Отрасль геологии, изучающая структуру земной коры и её изменения под влиянием механических тектонических движений и деформаций, связанных с развитием Земли в целом.</p> <p>Основная задача — изучение современной структуры земной коры, то есть размещения и характера залегания в её пределах различных горных пород, и закономерных сочетаний структурных элементов разного порядка — от мелких складок и разрывов до континентов и океанов, а также выяснение истории и условий её формирования</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<p>Механические движения земной коры, вызываемые силами, которые действуют в земной коре и главным образом в мантии Земли, приводящие к деформации слагающих кору пород – это ... .</p> <p>Эти движения связаны, как правило, с изменением химического состава, фазового состояния (минерального состава) и внутренней структуры подвергающихся деформации горных пород. Они охватывают одновременно очень большие площади.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<p>Это изменение формы залегания, объёма, внутренней структуры и взаимного расположения тел горных пород под действием глубинных сил Земли, порождающих в земной коре условия местного направленного или всестороннего растяжения, сжатия или сдвига.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<p>Современная геологическая теория о движении литосферы, согласно которой земная кора состоит из относительно целостных блоков — плит, которые находятся в постоянном движении относительно друг друга.</p> <p>Данная теория объясняет возникновение землетрясений, вулканическую деятельность и процессы горообразования, по большей части приуроченные к границам плит.</p>
<p>Движущие силы тектоники литосферных плит</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■</li> </ul> <p>Это горизонтальное движение плит происходит за счёт мантийных теплогравитационных течений. Это так называемая сила вязкого трения, возникающая вследствие тепловой конвекции, играет определяющую роль в движениях плит.</p> <p>Источником энергии для этих течений служит разность температуры центральных областей Земли, которые имеют очень</p>



	<p>высокую температуру (по оценкам, температура ядра составляет порядка 5000 °С) и температуры на её поверхности. Нагретые в центральных зонах Земли породы расширяются, плотность их уменьшается, и они всплывают, уступая место опускающимся более холодными и потому более тяжёлым массам, уже отдавшим часть тепла земной коре.</p> <p>■ _____.</p> <p>Это второстепенные силы, обеспечивающие плавание более лёгкой коры на поверхности более тяжёлой мантии. Приливные силы, обусловленные гравитационным воздействием Луны и Солнца (различием их гравитационного воздействия на разноудаленные от них точки Земли).</p> <p>■ _____ - силы, возникающие вследствие изменения атмосферного давления на различные участки земной поверхности. Достаточно часто изменяются на 3 %, что эквивалентно сплошному слою воды толщиной 0,3 м (или гранита толщиной не менее 10 см). Причём это изменение может происходить в зоне шириной в сотни километров, тогда как изменение приливных сил происходит более плавно — на расстояниях в тысячи километров.</p>
<p>Основные типы относительных перемещений плит</p>	<p>■ _____</p> <p>■ _____</p> <p>■ _____</p>

### Теоретическая справка

Земная кора образована горными породами, имеющими различные формы залегания. Породы лежат горизонтальными слоями или нарушены разломами и смяты складками. Залегание горных пород чаще всего обусловлено внутренними (эндогенными) силами.

Рельеф планеты до сих пор продолжает видоизменяться под влиянием тектонических, гидросферных, атмосферных и биологических процессов.

Примерно 2,7-2,5 млрд лет назад возникли значительные площади континентальной коры, которые соединились в единый суперконтинент – Пангею, которому противостоит суперокеан Панталасса.

Охлаждение коры и литосферы приводит к распаду суперконтинента на блоки-микроплиты, пространство между которыми заполняют осадки и вулканы. В результате образуется новый суперконтинент – Пангея I.

В процессе формирования Пангеи из более древних континентов на местах их столкновения возникли горные системы, некоторые из них просуществовали и до нашего времени, к примеру, Урал или Аппалачи. Из-за длящейся много миллионов лет эрозии Урал и Аппалачи — обкатанные невысокие горы.



1700-650 млн.лет назад первая Пангея распалась на отдельные, относительно небольшие континенты.

Сформировались два суперконтинента:

- Гондвана, куда вошли Южная Америка, Африка, Мадагаскар, Индия, Австралия и Антарктида;
- Лавразия, включающая Северную Америку, Гренландию, Европу и Азию (кроме Индии).

650-280 млн лет – горный пояс Аппалачей в Америке соединяет Гондвану с Лавразией – образуется Пангея II.

Первый этап (до возникновения Пангеи) принято называть *эмбриональной тектоникой плит*, а второй — *тектоникой малых плит*. К концу второго периода и образовалась Пангея-II.

208-130 млн.лет. начинается раскалывание суперконтинента. Африка отделяется от Южной Америки и Индостана, а последний от Австралии и Антарктиды. Австралия отделяется от Антарктиды.

280 млн. лет – 600 тыс.лет: Евразия отделяется от Северной Америки, Антарктида отделяется от Южной Америки. Распределение материков и океанов стало близким к современному.

Вначале климат теплый и влажный, а к концу характеризуется резкими климатическими контрастами. Вслед за оледенением Антарктиды происходит оледенение Арктики. Складываются фауна и флора, близкие к современным. Появляются первые предки современного человека.

Период современности. Между литосферой и земным ядром поднимаются и опускаются потоки магмы, сквозь щели в коре они прорываются наверх. Обломки океанической коры опускаются вплоть до самого ядра, а затем всплывают и, возможно, образуются новые острова. Литосферные плиты сталкиваются друг с другом и находятся под постоянным воздействием потоков магмы. Там, где плиты расходятся, образуются новые сегменты литосферы.

Таким образом, в истории Земли как планеты неоднократно происходил процесс формирования и распада Пангеи. Длительность таких циклов составляет 500—600 млн. лет.

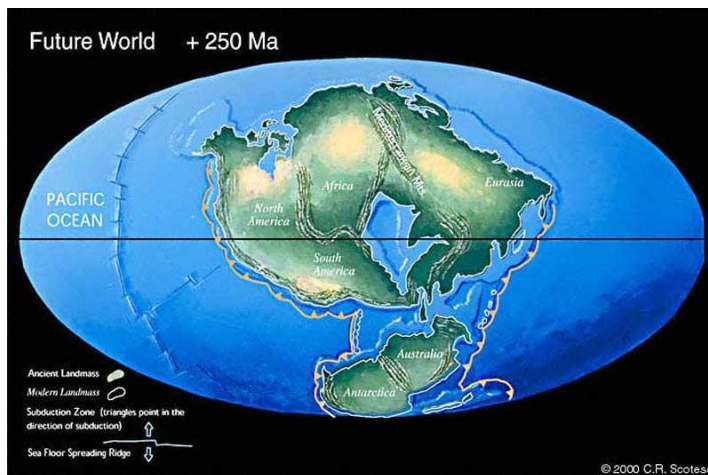
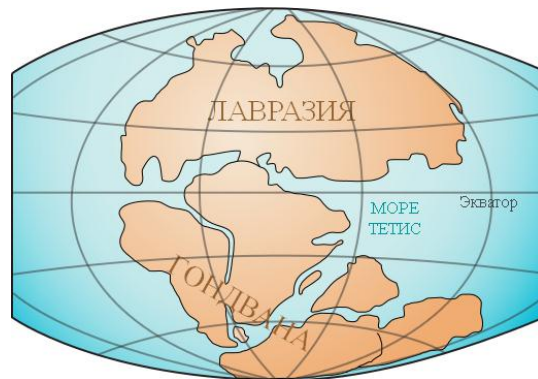
В результате тектонической активности рельеф земной поверхности сегодня характеризуется глобальной асимметрией двух полушарий (Северного и Южного): одно из них представляет собой гигантское пространство, заполненное водой. Это океаны, занимающие более 70% всей поверхности. В другом полушарии сосредоточены поднятия коры, образующие континенты.

Поверхность Земли сложена из литосферных плит, число и положение которых менялось от эпохи к эпохе.

Плиты медленно перемещаются горизонтально (глобальная тектоника плит). Вдоль границ литосферных плит расположены зоны повышенной тектонической активности.

По некоторым прогнозам, в будущем (через 200—300 миллионов лет) континенты ещё раз соберутся в суперконтинент с названием Пангея Ульtima - «Последняя Пангея». С этой теорией пересекается теория об Амазии, будущем континенте из Евразии и Северной Америки, который станет ядром будущего суперконтинента.

Через 250 миллионов лет Североамериканский континент повернется против часовой стрелки и Аляска окажется в субтропическом поясе. Евразия продолжит вращение по часовой стрелке, и Британские острова окажутся в районе Северного Полюса, в то время как Сибирь будет в субтропиках. Средиземное море сомкнется, и на его месте образуются горы, сравнимые по высоте с Гималаями. Пангея Ульtima будет на 90 процентов



покрыта пустынями. На северо-западе и юго-востоке континента будут находиться гигантские горные цепи.

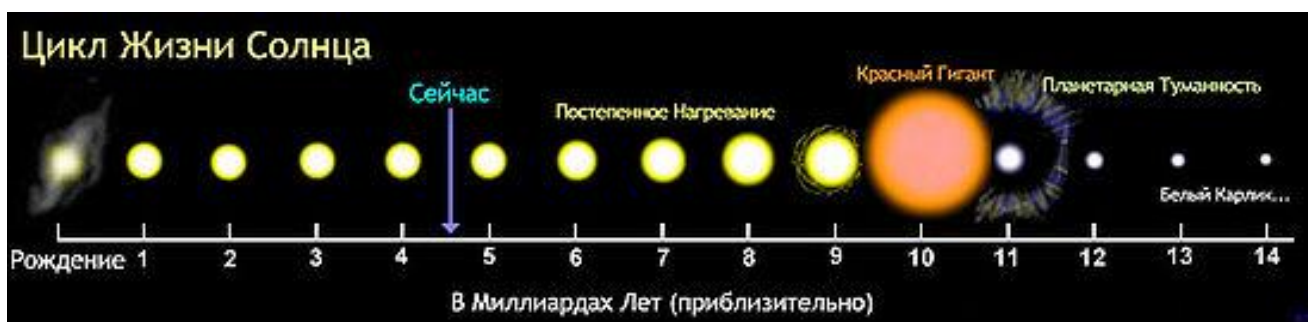
## Работа 8. Будущее Вселенной и планеты Земля.

### Теоретическая справка.

Будущее планеты тесно связано с будущим Солнца. В результате накопления в ядре Солнца «отработанного» гелия, светимость звезды начнёт медленно возрастать. Яркость солнца возрастёт на 10 % в течение следующих 1,1 млрд лет и ещё на 40 % в течение следующих 3,5 млрд лет. Согласно некоторым климатическим моделям, увеличение количества солнечного излучения, падающего на поверхность Земли, приведёт к катастрофическим последствиям, включая возможность полного испарения всех океанов.

Повышение температуры поверхности Земли ускорит неорганическую циркуляцию CO<sub>2</sub>, уменьшив его концентрацию до смертельного для растений уровня за 900 млн лет. Но даже если бы Солнце было вечно и неизменно, то продолжающееся внутреннее охлаждение Земли могло бы привести к потере большей части атмосферы и океанов (из-за понижения вулканической активности). Ещё через миллиард лет вода с поверхности планеты исчезнет полностью.

Через 5 миллиардов лет Солнце превратится в красного гиганта. Солнце увеличится в диаметре на величину, равную примерно 99 % нынешней дистанции до орбиты Земли. Однако к тому времени орбита Земли может увеличиться, поскольку ослабнет притяжение Солнца из-за уменьшения массы. И хотя Земля сможет избежать поглощения внешними оболочками Солнца, большая часть живых организмов (если не все) исчезнет в результате катастрофической близости к звезде.



Преподаватель: \_\_\_\_\_