

Изменения климата: климаты прошлого и методы их познания

О климате всей планеты

Докембрий.

На первых этапах эволюции Земли, вследствие проявления вулканизма началась дегазация мантии и образование гидросферы и атмосферы. По данным математического моделирования, первичная атмосфера состояла из смеси метана, аммиака, углекислого газа, водорода, азота, соединений серы, паров кислот и водяного пара. Такой состав атмосферы (и прежде всего большое количество углекислого газа и водяного пара), способствовал образованию парникового эффекта и, как результат, повышению температуры у земной поверхности до 600° С, что соответствует примерно температурному режиму современной атмосферы Венеры. В то время был сплошной облачный покров, низвергались кислотные дожди, сопровождаемые грозами. Как полагают, около 3 млрд лет назад в океане зародилась жизнь. С появлением синезеленых водорослей, преобразующих в результате фотосинтеза углекислый газ в кислород, стал меняться состав атмосферы - уменьшилось содержание углекислого газа и увеличилось содержание кислорода. Это выразилось в дальнейшем понижении температуры, и уже 2,5 - 2,6 млрд лет назад стало возможным появление льда - следующего важнейшего компонента климатической системы Земли, оказавшего большое влияние на увеличение неустойчивости климата. **На основании геологических данных выявлены четкие признаки оледенения в период, относящийся к докембрию (5,6-2,5 млрд лет назад).**

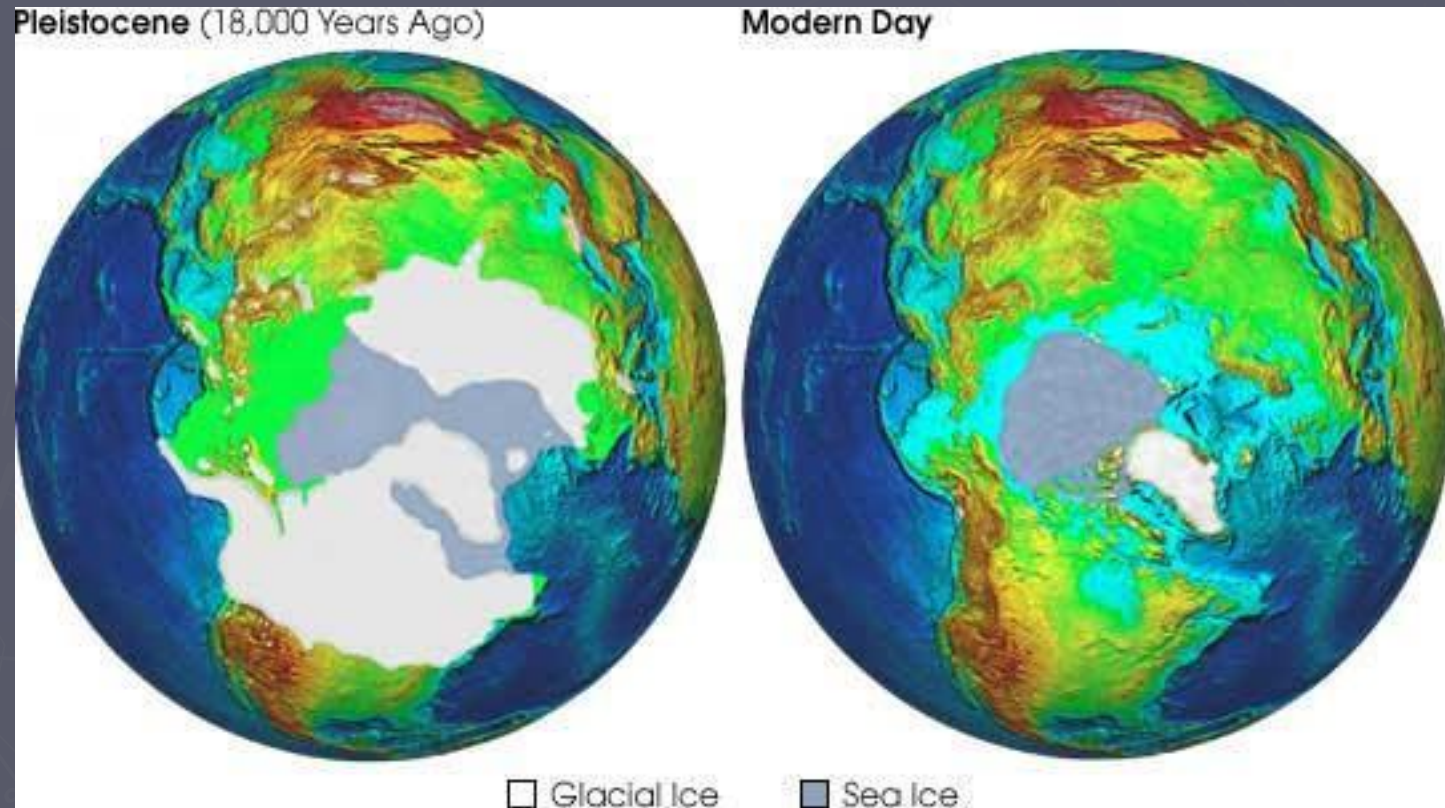
Земная поверхность на первых этапах эволюции



- ▶ В дальнейшем, в позднем протерозое (от 950-660 млн лет назад), имеются свидетельства о трех оледенениях.
- ▶ Фанерозой (от 570 млн лет назад) начался с теплого климата, после чего последовал ряд ледниковых и межледниковых периодов.
- ▶ В третичный период, особенно в его ранней части, климат был теплым. В это время на Шпицбергене произрастали кипарис, секвойя, магнолия; в Северной Гренландии наряду с этими растениями произрастали еще платан, каштан, виноград, подобные растения были на севере Якутии и на Новосибирских островах. На Украине и юге России обитала субтропическая флора. Об этом свидетельствуют залежи каменного угля со следами этих растений. В Антарктиде произрастали теплолюбивые растения и существовали животные, свойственные субтропическому климату.
- ▶ Начиная примерно с 50 млн лет назад, отмечалось устойчивое ступенеобразное понижение температуры, особенно в высоких широтах, что связывается с дальнейшим уменьшением содержания углекислого газа в атмосфере.

- ▶ Около 25 млн лет назад началось оледенение Антарктиды, 6 млн лет — Гренландии, 3-5 млн лет назад образовался ледяной покров Северного Ледовитого океана. Далее последовал ряд потеплений и оледенений. Для конца кайнозоя характерна более частая смена ледниковых и межледниковых периодов.
- ▶ **В последнем промежутке времени (от 1,2 млн лет назад) имели место четыре ледниковых периода, разделяемых межледниковьями. 26 тыс. лет назад в конце четвертичного периода кайнозоя началось последнее распространение ледникового покрова.** В эпохи оледенений ледниковые покровы распространялись на огромных территориях. Толщина льда в Европе и Азии составляла 1,5-3 км. С распространением ледников увеличивалось альbedo планеты и большая часть поступающей солнечной энергии отражалась в мировое пространство, что сказывалось на понижении средней температуры воздуха у поверхности.

Плейстоценовое оледенение



- ▶ Распространение льда на 200-300 км ближе к экватору от широты 50-40° привело бы к тому, что процесс оледенения стал необратимым: поступающей от Солнца лучистой энергии при высокой отражательной способности льдов (около 60 %) не хватило бы для того, чтобы расплавить образовавшиеся ледники. Период после последнего оледенения (от 10-15 тыс. лет назад до наших дней) получил название голоцена. К этому времени материки приобрели современные очертания, сложились современные климатические зоны, состав атмосферы стал близок современному. Полагают, что голоцен является межледниковым периодом. Ранняя часть голоцена характеризовалась потеплением, продолжавшимся около 2,5 тыс. лет и вошедшим в историю климата, как «климатический оптимум» - в период оптимума средняя температура воздуха была выше современной, отмечалось также повышенное увлажнение. Так, в пустыне Сахара имеются свидетельства богатой растительности и разнообразия животного мира того времени. Климатический оптимум сменился похолоданием (5,5 тыс. лет назад), затем вновь наступило потепление (4 тыс. лет назад). На этом завершается период истории климата геологического прошлого.

Методы познания климатов прошлого

- ▶ По современным данным, возраст Земли составляет 4,6 млрд лет. Так как эволюция климата происходила в связи с геологической эволюцией Земли, то при изучении климатов прошлого шкалой времени служит геологическая шкала. Согласно этой Шкале времени вся история Земли, развития жизни на ней и изменений климата укладывается в два отрезка времени: докембрий и фанерозой. Граница между ними принята по геологическому принципу: в отложениях фанерозоя встречаются явные следы жизни, что соответствует значению самого слова «фанерозой» - «эра явной жизни». В докембрии следы жизни обнаруживаются плохо. На фанерозой приходится около 15 % всего времени существования Земли.
- ▶ В результате многократной переплавки первичной земной коры в период ее формирования (от 4,6 до 3,8 млрд лет назад) горные породы не сохранились. Эту эру называют *догеологической*. Изучением и реконструкцией климатов в отдельные геологические эпохи и периоды занимается палеоклиматология, базирующаяся на методах и косвенных данных, используемых в палеонтологии, палеогеографии.

- ▶ **Информацию о климатах прошлых эпох несут горные породы, отложения и захороненные в них остатки растительности и живых организмов, их видовой состав. Признаком** повышенной в прошлом влажности нынешних пустынь могут быть сохранившиеся следы былой речной сети и речных форм рельефа. Перемещение древних снеговых линий в горах дает представление о похолоданиях и потеплениях. Из анализа спор и пыльцы древних растений устанавливают видовой состав растительности, а по нему определяют климатические условия. Определение численных значений температур древних водоемов возможно по соотношению легкого и тяжелого изотопов кислорода, содержащихся в раковинах и скелетах древних организмов, живущих в водной среде. На основании таких оценок можно судить о тепловом состоянии окружающей среды тысячи и миллионы лет назад.
- ▶ Большую информацию о палеоклиматах далекого прошлого содержат ледниковые щиты Антарктиды и Гренландии. По образцам льда, извлеченным из пробуренных скважин с разных глубин, получают оценки температур прошлого в хронологическом порядке. Из анализа содержимого газовых пузырьков во льду получают данные о газовом составе атмосферы прошлого. С развитием вычислительной техники в последние десятилетия появилась возможность изучать эволюцию климата методами математического моделирования - решением систем уравнений, описывающих взаимодействие всех компонентов климатической системы на основе законов физики, химии и др.