

Строение Земли часть 2

Курс «Геология»

Автор Пивоварова Е.Г.



Строение Земли

(продолжение)

- **План лекции** (4 часа)
 - 1. Строение Земли**
 - 2. Внутренние сферы Земли**
 - литосфера,
 - мантия,
 - ядро.
 - 3. Теория тектоники плит**
 - 4. Внешние сферы Земли**
 - атмосфера,
 - гидросфера,
 - биосфера

Атмосфера

- образует сплошную воздушную оболочку вокруг Земли. **Нижней ее границей является земная поверхность, верхняя — отчетливо не установлена.** Атмосфера постепенно переходит в космическое пространство. Отдельные ионы воздуха обнаружены на высоте около 2000 км от поверхности Земли. Примерно 90 % всей массы атмосферы заключено в нижних слоях Земли до высоты 15 км от ее поверхности.
- Атмосфера состоит из смеси различных газов: **азота (78,09%), кислорода (20,95%),** аргона, ксенона, криптона, а также водорода, углекислого газа, озона, метана, гелия, на долю которых в совокупности **приходится менее 1 %.** В нижних слоях атмосферы содержатся водяной пар, частицы вулканической, эоловой и космической пыли.
- Атмосферу подразделяют на **пять основных слоев**, или сфер:
 - - тропосферу,
 - - стратосферу,
 - - мезосферу,
 - - ионосферу и
 - - экзосферу.

Тропосфера

- Для геологии наибольший интерес представляет самая нижняя ее сфера — тропосфера, непосредственно соприкасающаяся с земной поверхностью и поэтому оказывающая на нее существенное влияние.
- В отличие от других оболочек атмосферы тропосфера характеризуется большой плотностью, постоянным присутствием водяного пара, углекислоты и пыли, постепенным понижением температуры с высотой и существованием вертикальной и горизонтальной циркуляции воздуха.
- Температурный режим тропосферы обусловлен теплом, получаемым ею от нагретой поверхности Земли. С увеличением высоты температура воздуха в атмосфере снижается в среднем на 0,5... 0,6 °С на каждые 100 м. На высоте 10... 12 км в среднем она равна минус 55 °С.

Происхождение атмосферы

- У атмосферы нашей планеты несколько источников:
- - солнечный,
- - земной,
- - космический.

Воздух, которым мы дышим, дали упавшие метеориты, действующие вулканы, живые организмы. Понять происхождение земной атмосферы помогло исследование Солнечной системы межпланетными зондами.

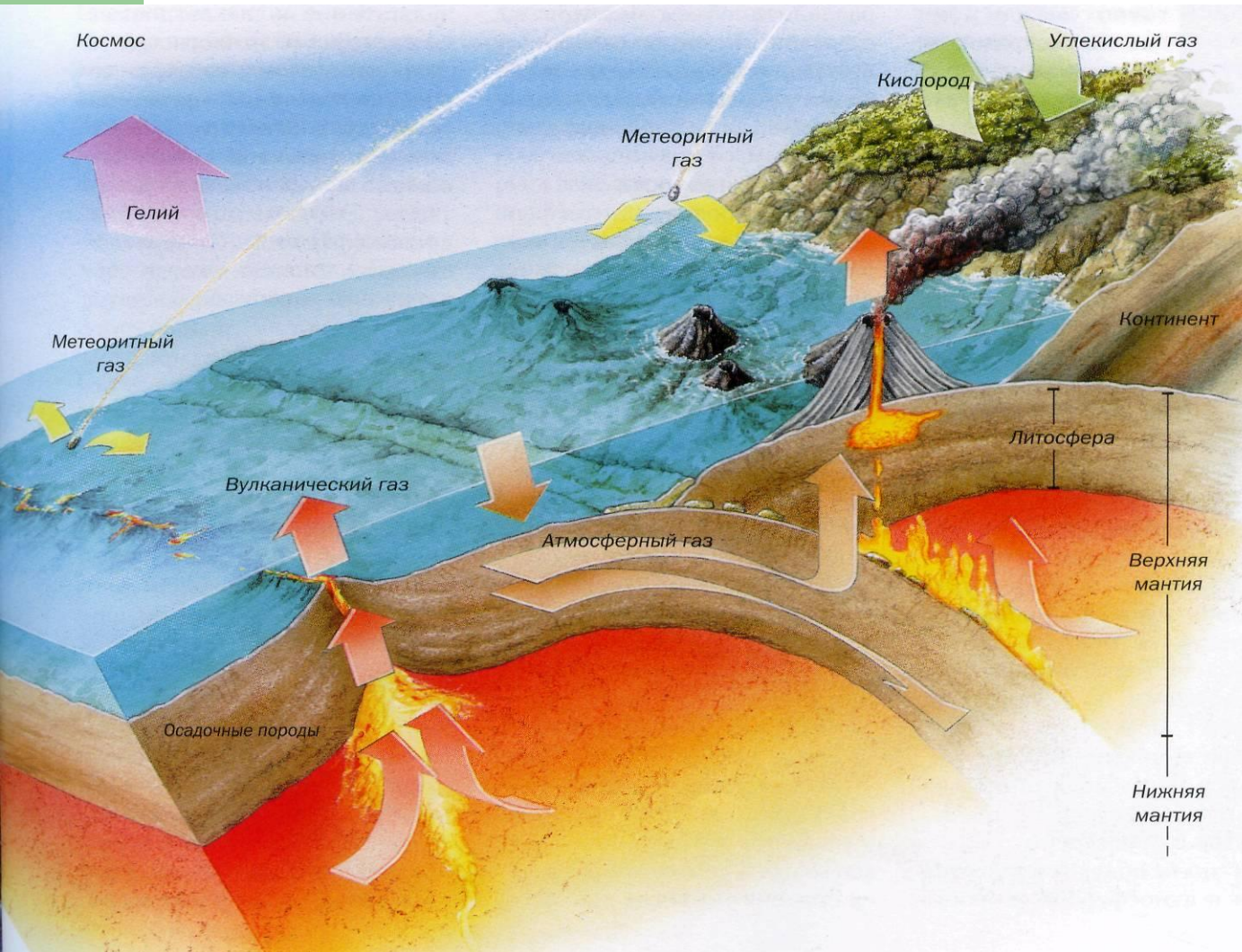
Гипотезы происхождения атмосферы

- Наблюдения породили смелую гипотезу: атмосфера Земли (а также Марса и Венеры) во многом сформировалась **из водяного пара космического происхождения**. Воду принесли с собой возникшие на холодной периферии Солнечной системы метеориты-планетезимали, которые непрерывно бомбили планеты земной группы на стадии аккреции. В последние десятилетия новые данные позволили лучше понять природу составляющих атмосферу газов. Например неон имеет также **космическое происхождение**.
- Однако это не единственный источник нашей атмосферы.

Откуда взялся воздух?

- Другие газы (включая аргон и углекислый газ) **выделялись горными породами**, плавившимися в ходе образования планеты.
- Третьи (кислород, углекислый газ, отчасти азот) образуются в **ходе современных реакций** на ее поверхности, в воде и почве, включая жизнедеятельность организмов.

Приток газов в атмосферу



- Вулканический газ
- Метеоритный газ
- Атмосферный газ
- Кислород и углекислый газ
- Гелий

Вулканический газ, оставшийся в недрах Земли в период ее аккреционного образования, непрерывно выделяется на поверхность благодаря конвективным движениям мантии (вулканизму). Смешиваясь с газом, выделяющимся при разрушении метеоритов, он участвует в формировании современной атмосферы.

Примитивная Земля



- 3,5 млрд. лет назад: плотная, желтоватая (из-за обилия углекислого газа) атмосфера; черные скалы и песок вулканического происхождения; интенсивная бомбардировка метеоритами и кометами; Луна гораздо ближе, чем сейчас.



- ***Голубая планета***
- *Характерный цвет нашему небу придает содержащийся в воздухе кислород, особым образом рассеивающий солнечные лучи. Пока фотосинтез не насытил атмосферу этим газом, небо было розовым, а моря - коричневыми*

Подводя итоги

- У нашей атмосферы есть как земные, так и космические источники. Во время аккреции планетезималей вокруг было еще много **газа протосолнечной туманности**. Он растворялся в плавящихся породах и накапливался в недрах Земли.
- Когда ее твердь сформировалась, атмосферу пополняло метеоритное вещество, **но основную массу газов** и водяного пара дало освобождение от них недр остывающей планеты в ходе вулканической активности. Этот период короток (50-100 млн. лет) по сравнению с общей продолжительностью ее истории (4,5 млрд. лет).
- Примитивная **атмосфера эволюционировала** благодаря поступлению в нее газа из мантии, круговороту воды, поверхностным химическим реакциям и развитию жизни.

Гидросфера

- Включает все воды морей, океанов, рек, озер, а также материковые льды Арктики и Антарктиды. С водами гидросферы тесно связаны подземные воды. По данным В. И. Вернадского:
- - объем океанических вод составляет 1370 млн. км³,
- - вод суши — 4 млн. км³,
- - материковых льдов — 16 ... 20 млн. км³,
- - подземных вод — 400 млн. км³.

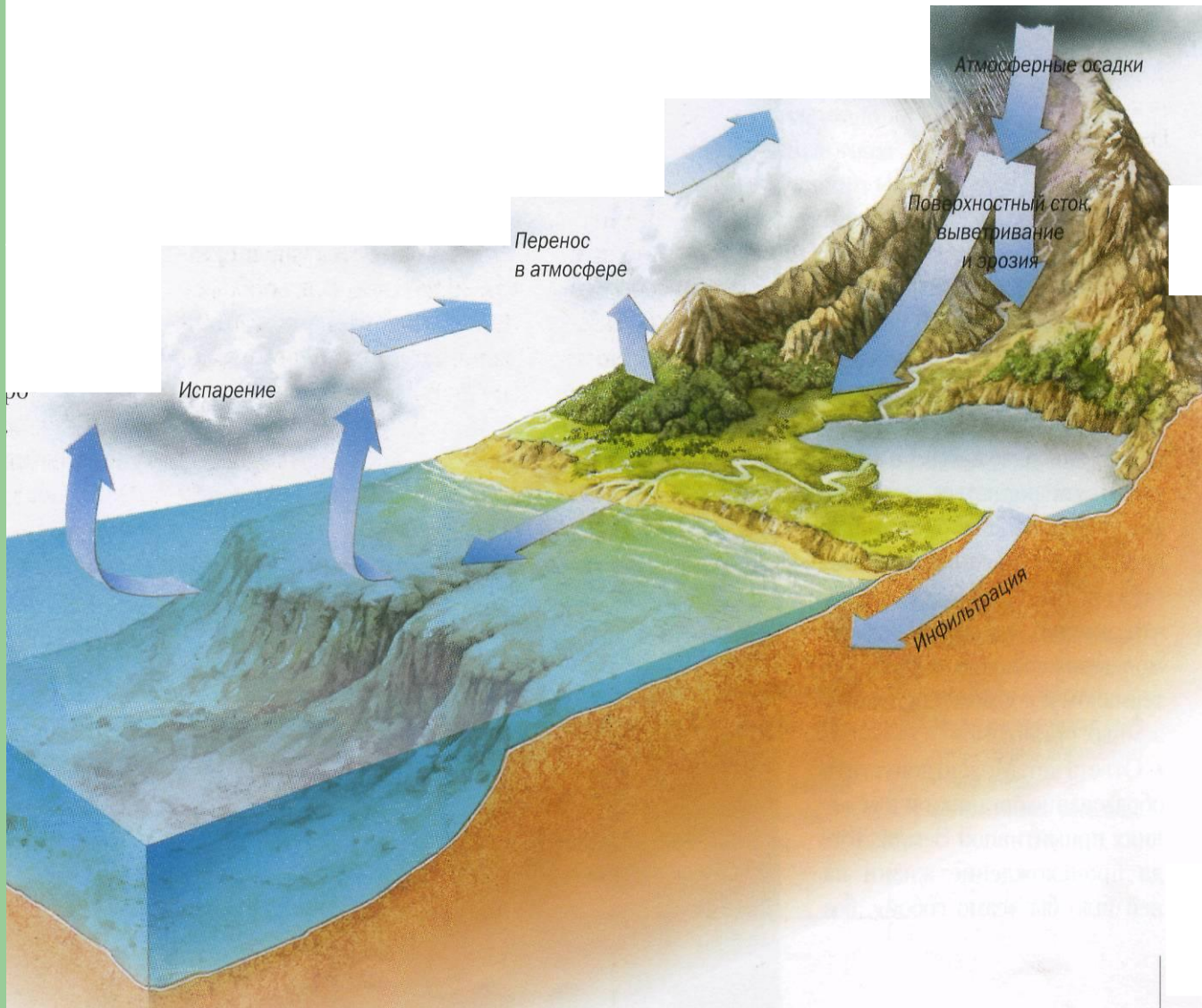
Таким образом, объем всех природных вод примерно равен 1,8 млрд. км³.

- Гидросфера в отличие от других геосфер не образует сплошной оболочки вокруг Земли. Она занимает 70,8 % земной поверхности. Средняя глубина гидросферы составляет 3,75 км. Наибольшую глубину—11 км она имеет в районе Филиппинской Впадины.
- В составе гидросферы преобладают главным образом следующие элементы: кислород и водород (на долю их приходится 96,69%), натрий и хлор (3 %). Гидросфера взаимодействует с другими геосферами Земли, поэтому в ее водах можно встретить в незначительных концентрациях все без исключения элементы Периодической системы Д. И. Менделеева.

Круговорот воды в природе

- Хотя в воздухе воды мало, именно он «поит» сушу. Пар, испаряющийся из океанов, переносится ветром и конденсируется в облака, которые поливают дождями (или осыпают снегом) всю поверхность планеты.
- **Всего** на сушу выпадает ежегодно около 110 тыс. куб. км атмосферных осадков.
- Две трети их снова **испаряется**, а остальные пополняют ледники, пресные водоемы и впитываются в почву.
- Почти все это быстро возвращается в океан реками, но часть задерживается **на суше** надолго - в составе гидратированных минералов, например глинистых.

Гидрологический цикл



- **Вода совершает круговорот, перераспределяя по Земле тепло солнечного излучения и служит главным фактором эрозионного рельефообразования континентов. Реки сносят с суши в океаны значительные количества химических веществ. Например, кальций и магний, вымываемые из силикатов, образуют в морской воде карбонаты, снижая содержание в ней углекислоты и углекислого газа в атмосфере, что отражается на температуре Земли.**

Основные характеристики гидрологического цикла

- Если знать общее количество воды в атмосфере и скорость ее испарения всеми источниками, можно, разделив первое на вторую, рассчитать **время удержания в атмосфере** - период, необходимый для полного насыщения воздуха влагой (что непрерывно уравнивается ее откачкой в виде осадков). Эта величина равна 11 суткам.
- Вода «проскакивает» через атмосферу быстро, хотя и успевает пропутешествовать в ней тысячи километров. Если же разделить объем океанов на суммарный сток впадающих в них рек, получим 39 тыс. лет - **время удержания воды в океанах**, главном ее резервуаре.

Энергия круговорота

- Если «круговорот» литосферных плит поддерживается жаром земных недр, все циклы **на поверхности** планеты существуют благодаря теплу Солнца.
- Именно оно дает суше и океанам 99,98% энергии; остальное Земля получает от геотермальных источников (гейзеров и т.п.). Как и в случае земной мантии, распределение этого тепла по толще водоемов и атмосферы связано прежде всего с процессами конвекции.

Роль атмосферы и гидросферы в геологических процессах

- **ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ**
- Ганг и Брахмапутра, снося продукты эрозии с южного склона Гималаев, дают Мировому океану **около 10% всех** поступающих в него с суши **твердых осадков**. Следовательно, воздействие на Гималаи круговорота воды (прежде всего в виде муссонных дождей) приводит к глобальному изменению состава океанов.

**Устье
Ганга**





- ***Большой каньон***
- ***На стенах ущелья, проточенного рекой Колорадо, видна геологическая последовательность осадочных слоев, накопившихся с докембрия - более миллиарда лет. Сам каньон образовался сравнительно недавно.***

Альбедо

- Солнечная энергия достигает Земли в виде излучения, около **30% которого отражается** назад в космос атмосферой, облаками, льдами и поверхностью океанов. Эта величина называется **альбедо**.
- Если вдуматься, она демонстрирует, насколько неустойчив тепловой баланс нашей планеты. Стоит, например, полярным шапкам немного вырасти, как отражающая способность поверхности планеты (альбедо) увеличится. Это уменьшит количество поглощенного тепла, и наступит похолодание. Значит, замерзнет еще больше воды и т. д. - вплоть до глобального оледенения.

Парниковый эффект

- Остальные **70% солнечного излучения поглощаются** и нагревают Землю. Она возвращает это тепло в космос в виде инфракрасных лучей. Длина волны инфракрасного излучения больше, чем у видимого, а в результате оно лучше поглощается атмосферой, в частности углекислым газом, водяным паром и др. парниковыми газами.
- Следовательно, воздух нагревается в основном не солнцем. Это называется **парниковым эффектом**. Он позволяет даже ночью, когда нет внешнего притока энергии, поддерживать температуру приземного слоя атмосферы достаточно высокой для существования на большей части Земли жидкой воды.

Океаническая и атмосферная циркуляция

- Поверхность планеты нагревается Солнцем неравномерно. Региональная разница температур создает в атмосфере и океанах **конвективные циклы**.
- Тепло переносится от экватора к полюсам **непосредственно** нагретыми потоками воды и воздуха и **в скрытой форме** - при охлаждении водяной пар конденсируется, а вода замерзает: эти процессы идут с выделением энергии.
- **Поверхностные морские течения** (до глубины 300 м) обусловлены в основном господствующими ветрами. Пример поверхностного течения - Гольфстрим, согревающий Северную Атлантику.

.....

Биосфера

- Биосферой называют область распространения жизни на Земле. Она представляет собой тончайшую пленку толщиной 0,002 ... 0,004 земного радиуса, не занимающую обособленного пространства, но в той или иной мере проникающую в атмосферу, гидросферу и поверхностные слои земной коры.
- Биосфера играет большую роль в эволюции Земли: участвует как в создании горных пород, так и в процессах их разрушения. Она также влияет на эволюцию атмосферы и гидросферы.

Границы распространения биосферы

- непостоянны и точно не установлены. По предположению В. И. Вернадского, биосфера проникает в глубь Земли (считая от уровня геоида) на 3 ...4 км.
- Считают, что жизнь в атмосфере распространяется до высоты 8 ... 10 км.
- Гидросфера практически вся заселена живыми организмами. Ее часто называют «колыбелью жизни», предполагая, что именно в водной среде зародилась жизнь.
- По расчетам А. П. Виноградовым, общая масса живого вещества равна приблизительно 10¹² млрд. т, что составляет не более 1/100 000 доли процента от массы земной коры. Но благодаря высокой активности живых организмов их роль в эволюции Земли чрезвычайно велика и вполне сопоставима с геологической деятельностью воды, ветра, льда и т. п.

Биологический круговорот

- В настоящее время на Земле насчитывается свыше 500 000 видов растений и более 1 млн. видов животных. При жизни каждый организм захватывает из окружающей среды то или иное количество химических элементов и впоследствии уже в других сочетаниях возвращает их обратно –осуществляя **биологический круговорот**.
- Количество пропускаемого и перерабатываемого живыми организмами вещества огромно. Например, за 13 лет они пропускают через себя такое количество углерода, которое превышает в 10 раз все его содержание в земной коре. По предположению В. И. Вернадского, весь кислород атмосферы является продуктом жизнедеятельности живых организмов.
- В результате их взаимодействия с горными породами, так называемого **биологического круговорота** вещества, образуются **почвы** — природные тела, обладающие плодородием.

ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ ВЕРНАДСКИЙ
(28.02.(12.03).1863-06.01.1945)-российский естествоиспытатель, основоположник геохимии, биогеохимии, радиогеологии и учения о биосфере, выдающийся минералог, философ и историк наук



- В.И. Вернадский - одна из самых ярких фигур в истории отечественной науки. Научная деятельность Вернадского необычайно разнообразна и плодотворна. Им выдвинута и обоснована **новая эволюционная теория** происхождения минералов. Им была разработана теория строения алюмосиликатов, согласно которой в основе их строения лежит так называемое каолиновое ядро, общее для всех минералов этой группы.
- От изучения минералов и теории их возникновения Вернадский перешел к изучению истории химических элементов, слагающих эти минералы, создав в результате **новую науку - геохимию**.
- Особое внимание он уделял радиоактивным элементам, все возрастающее значение которых предвидел, и, начиная с 1910 г., производил поиски радиоактивных минералов.
- Вернадский создал **учение о биосфере** и ее высшей форме - "ноосфере" - сфере разума. Ноосфера есть новое состояние, в которое переходит биосфера под воздействием научного достижения и человеческого труда.
- Эти представления Вернадского играют основную роль в экологии, особенно в наши дни, когда проблема воздействия человека на природу стала особенно острой.

Биогеохимические функции живого вещества

- Изучая общепланетарную роль биосферы, В.И. Вернадский заложил основы новой науки биогеохимии. Живое вещество выполняет следующие биогеохимические функции:
- - **газовую** (миграция газов и их превращение),
- - **концентрационную** (аккумуляция живыми организмами химических элементов из внешней среды),
- - **окислительно-восстановительную** (химические превращения веществ, содержащих атомы с переменной валентностью – соединения железа, марганца, микроэлементов),
- - биохимические и биогеохимические функции, **связанные с деятельностью человека** (техногенез, форма созидания и превращения вещества в биосфере).

Фотосинтетическая революция

- Первые организмы питались органикой, растворенной в первичном бульоне. Когда ее запасы исчерпались, некоторые клетки начали синтезировать биомолекулы из углекислого газа за счет солнечной энергии. Появившийся более 3,5 млрд. лет назад фотосинтез и его побочный продукт кислород определили эволюцию живого.

Роскошные тропические леса буквально кишат разнообразнейшими организмами. Здесь хватает всего, что нужно для жизни, - воды, света и тепла.



Роскошные тропические леса буквально кишат разнообразнейшими организмами. Здесь хватает всего, что нужно для жизни, - воды, света и тепла.



▲ Механизм фотосинтеза

Фотосинтез заключается в использовании световой энергии для расщепления воды и присоединения ее водорода к углекислому газу. Это дает углеводы и, как побочный продукт, кислород.

Образование защитного экрана

- Итак, фотосинтез привел к резкому изменению химического состава земной среды. Пока выделение кислорода (фотосинтез) шло интенсивнее его потребления организмами (дыхание), он накапливался в воде и атмосфере. Сначала этот процесс **тормозился окислением** доступных минеральных веществ, в частности железа.
- Потом их запас исчерпался, и сейчас **устойчивый уровень** кислорода в атмосфере (21%) обеспечивается балансом фотосинтеза, дыхания и горения. Его накопление привело к другому важному для эволюции жизни последствию.
- В верхних слоях атмосферы его молекулы (O_2) под действием космического излучения дают озон (O_3). Этот газ, образующий сплошной слой в стратосфере, поглощает опасную для живого часть излучаемого Солнцем ультрафиолета. Без **озонового экрана** организмы смогли бы существовать только в толще воды, а суша была бы пустыней.

- Изучая последнюю функцию живого вещества (деятельность человека), В.И. Вернадский пришел к выводу, что человек в биосфере занимает особое место. Его деятельность оказывает весьма **существенное влияние на различные природные геологические процессы.**
- Для примера назовем 2 процесса: концентрация рассеянных элементов (золото, платина и др.) в банках, рассеивание концентрированных элементов (уголь, нефть, газ и др.).

Ноосфера и техногенез

- Процесс глобальной геологической деятельности человека в биосфере академик А.Е. Ферсман назвал «**ТЕХНОГЕНЕЗОМ**».
- В изучении биосферы В.И. Вернадский уделял большое внимание «**ноосфере**» - части земной коры (у самой ее поверхности) значительно преобразованной человеком. Сфера разума.

- **Спасибо за внимание**