Топография

Топография (*рельеф*) - *орографический* фактор тесно связаный с другими абиотическими факторами, хотя и не принадлежит к прямодействующим экологическим факторам: свет, тепло, вода и почва.

Высота – главный топографический (*орографический*) фактор. С высотой снижаются средние **t**, увеличивается суточный перепад **t**, возрастают количество осадков, скорость ветра и интенсивность радиации, понижаются атмосферное давление и концентрация газов.

С повышением уровня местности на каждые 100 м уменьшается **t** воздуха на 0,6°С.

Порядки топографии или рельефа от величины форм:

- *макрорельеф* (горы, межгорные впадины, низменности);
- *мезорельеф* (холмы, овраги, гряды, карстовые воронки, степные «блюдца» и др.);
- *микрорельеф* (мелкие западинки, неровности, приствольные повышения и др.)

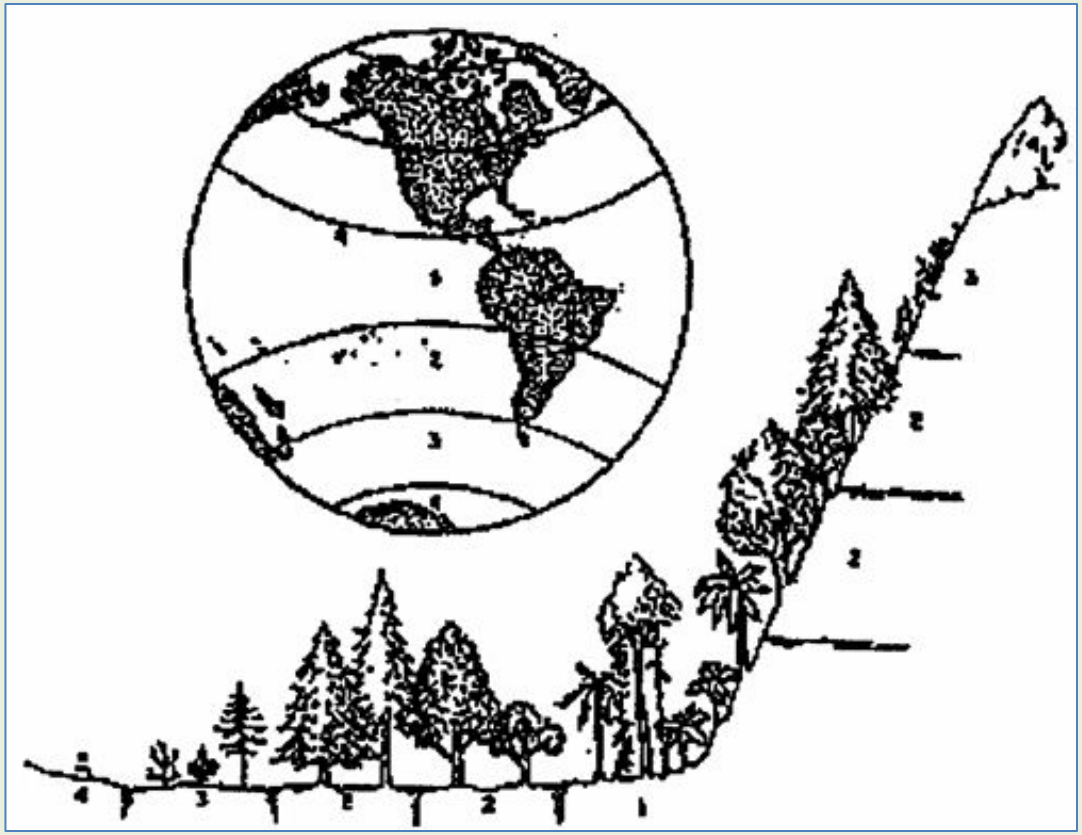
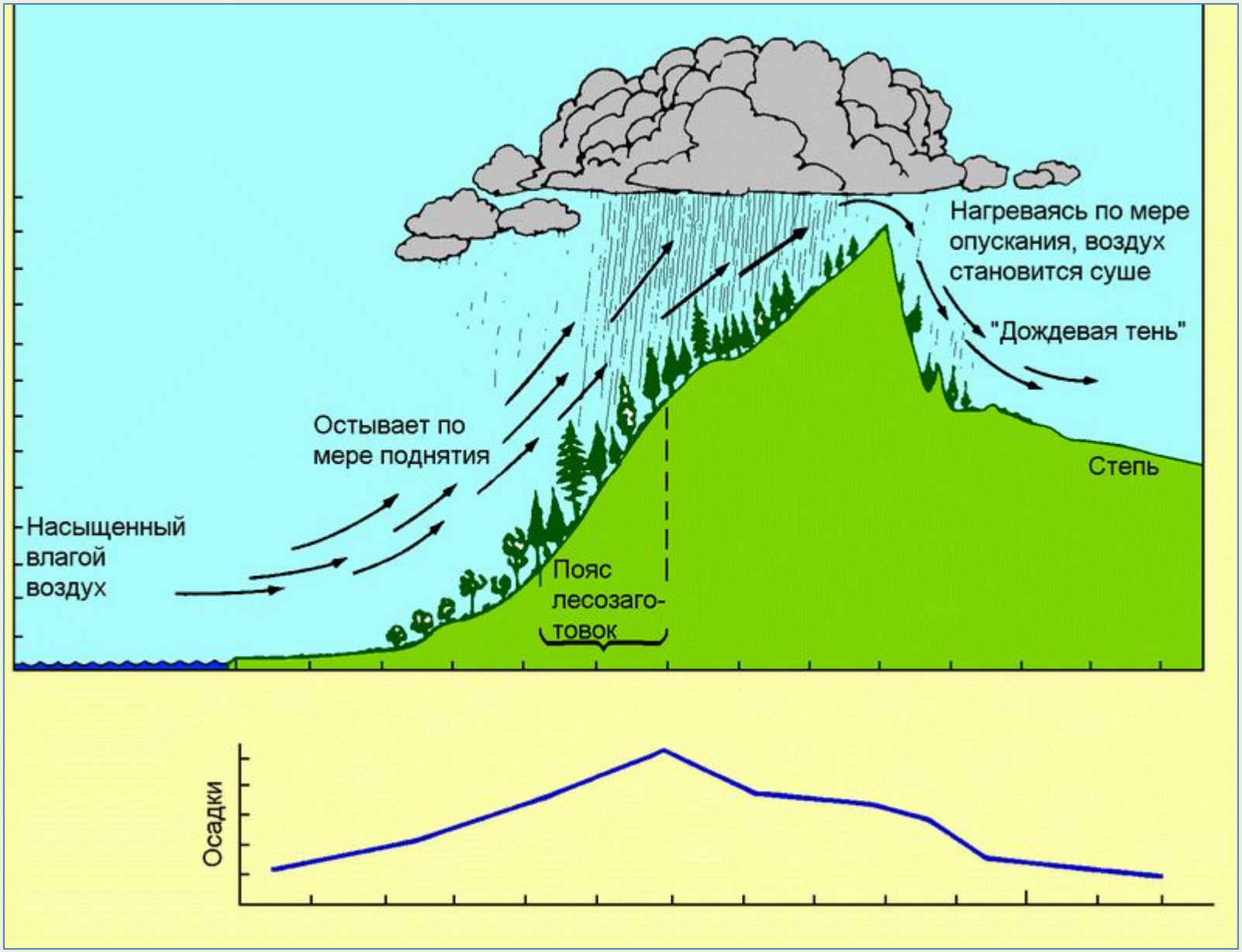


Рис. Схема соответствия между последовательными вертикальными и горизонтальными растительными зонами:
1 – тропическая зона (тропических лесов);
2 – умеренная зона (лиственных и хвойных лесов); 3 – альпийская зона (травянистой растительности, мхов и лишайников);
4 – полярная зона (снегов и льдов).

Горные цепи могут служить климатическими барьерами. Влажный воздух охлаждается, поднимаясь над горами, что приводит к выпадению большого количества осадков на *наветренных* склонах.

На *подветренной* стороне горного хребта образуется «***дождевая тень***»: воздух суше, выпадает меньше осадков, создаются пустынные условия, так как воздух, опускаясь, нагревается и вбирает в себя влагу из почвы.


Нагреваясь по мере опускания, воздух становится суше
"Дождевая тень"
Остывает по мере поднятия
Степь
Насыщенный влагой воздух
Пояс лесозаго-товок
Осадки

Для большинства позвоночных верхняя граница жизни около 6,0 км. Снижение давления с высотой влечет за собой уменьшение обеспеченности кислородом и обезвоживание животных из-за увеличения ЧДД.

Более выносливы членистоногие (ногохвостки, клещи, пауки), встречаются на ледниках, выше границы растительности.

Высокогорные растения: низкорослые стелющиеся кустарники и кустарнички, подушковидные и розеточные многолетние травы, дерновидные злаки и осоки, мхи и лишайники.

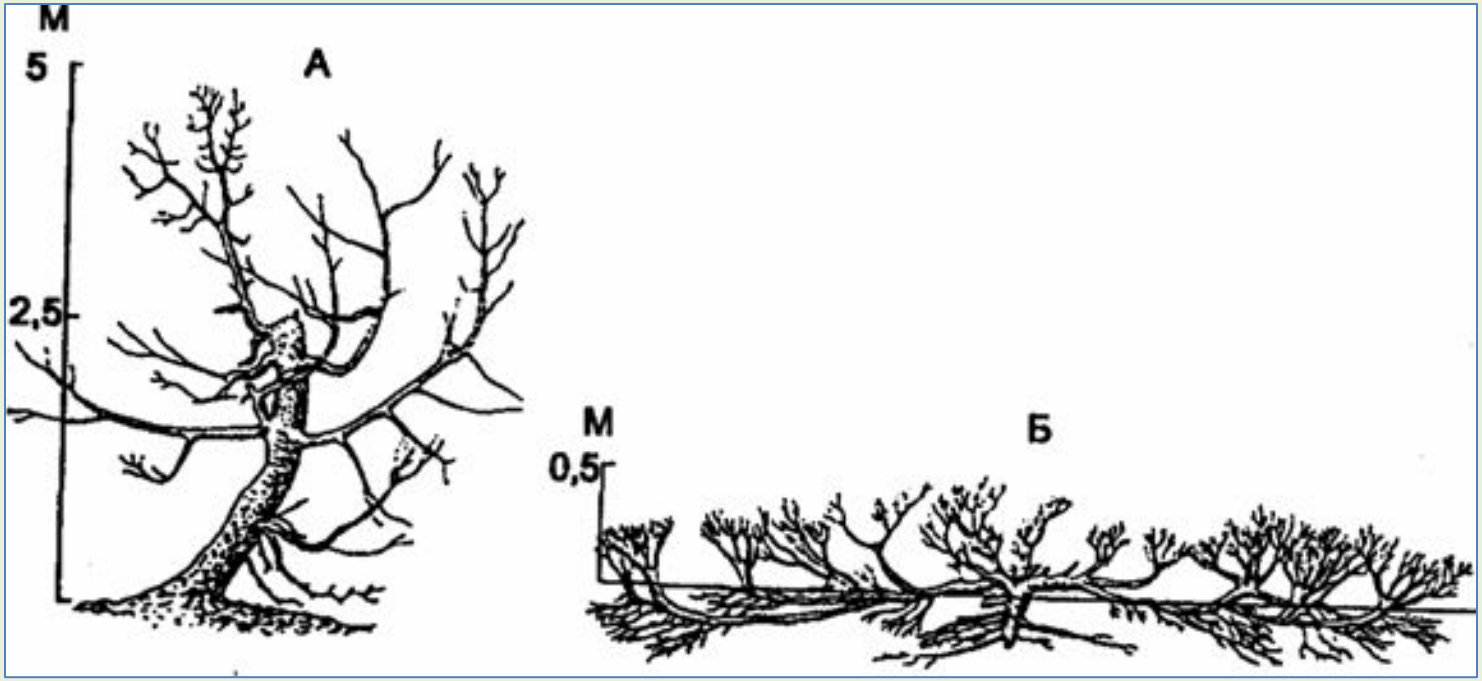


Рис. Можжевельник туркестанский на склонах хребта Терекей-Алатау (И. Г. Серебряков, 1955): А – древовидная форма (лугово-лесной пояс, 2900 м над уровнем моря); Б – стланник (субальпийский пояс, 3200 м над уровнем моря).

Строение высокогорных растений как адаптация к низким **t** и радиации:

- у приземистых кустарников и кустарничков преобладание подземной массы по сравнению с надземной;
  - низкорослость высокогорных растений из-за торможения ростовых процессов;
- утолщение покровных тканей, придающих устойчивость к сильным ветрам и т. д.;
  - *ксероморфоз*: уменьшение размеров клеток и возрастание плотности тканей, увеличение числа устьиц на единицу поверхности листа, уменьшение их размеров. У видов, обитающих вблизи талых вод или других источников воды, листья крупнее и ксероморфные черты выражены слабее.

- сочетание небольших листьев при малом росте и крупных яркоокрашенных цветков. Низкие **t** и сильная освещенность способствуют образованию больших количеств антоциана.
  - высокая интенсивность окислительно-восстановительных процессов, увеличение активности ферментов (*каталазы*, *пероксидазы* и др.), более низкие температурные оптимумы их работы.

- усиление дыхания и увеличение энергии, освобождающейся при распаде сложных соединений.
  - весной, поднимаясь в горы, можно видеть развитие одного и того же вида в разных *фенофазах*: в низкогорном поясе - *цветение*, в среднем – *бутонизация*, выше – *начало вегетации* и, наконец, только *появление* после таяния снега.
- осенью ускоренное наступление осенних фенофаз: расцвечивание листвы, листопад, отмирание надземных частей. Сокращение у растений вегетационного периода.

Значение экспозиции и крутизны склонов

В северном полушарии склоны гор, обращенные на юг, получают больше солнечного света, интенсивность света и температура здесь выше, чем на дне долины и на склонах северной экспозиции. В южном же полушарии наблюдается обратная ситуация.

В широких расщелинах между скалами над Дунаем в восточной Сербии, защищенных от ветров и увлажняемых близостью реки, сохранились редкие, реликтовые и эндемические виды растений: «медвежий орешник» -Corylus colurna, грецкий орех – Juglans regia, сирень (дикая форма) – Syringa vulgaris и др.

Для крутых склонов - быстрый дренаж и смывание почв: маломощные и сухие с ксероморфной растительностью. При уклоне > 35° почва не образуется, нет растительности, рыхлые осыпи.

Прочие физические факторы

Атмосферное электричество действует на живые организмы посредством разрядов и ионизации воздуха. Закономерности в частоте повреждаемости молнией: формой кроны, электропроводящие свойства коры (быстрота ее намокания). На первом месте - ель и сосна, затем береза, а осина значительно реже.

Молнии вызывают механическое повреждение деревьев (расщепление стволов, трещины), выпадение крупных деревьев – изменяется структура древостоя.

Около 21% пожаров лесных угодий России происходит по вине молний.

Атмосферные электрические разряды во время грозы из атмосферного азота и кислорода синтезируют окиси азота, которые с дождевыми водами попадают в почву и накапливаются в ней от 4 до 10 кг в год на 1 гектар в форме селитры и азотной кислоты.

Установлена прямая зависимость между самочувствием человека и присутствием легких ионов в воздухе.

Ионизация воздуха служит основой некоторых растений «предсказывать погоду» (снижение фотосинтеза и дыхания, закрывание устьиц и прекращение транспирации перед грозой задолго до падения атмосферного давления).

Слабый ток у саженцев ели и сосны увеличивает фитомассу на 100-120%.

Огонь относят как к естественным экологическим факторам, так и антропогенным.

Серьезные последствия имеют не только верховые лесные пожары, охватывающие весь древостой, но и низовые, которые губят напочвенную растительность, подрост, нижние ветви деревьев, нередко корневую систему. Гибнут животные.

Пожары вызывают ухудшение состояния древостоя. Снижается прирост. Ослабленные деревья в большей степени заражаются грибами, такими, как древесная гниль, легко проникающими через «огневые раны», подвергаются нападению насекомых-вредителей.

Во время пожара в хвойных лесах температура доходит до 800-900°С, в почве на глубине 3,5 см – до 95°С, на глубине 7см – до 70°С.

В сухих лесах практически полностью сгорает подстилка и почвенный гумус.

Минеральные частицы верхнего слоя почвы спекаются. Образуются комки или стекловидная корка, трудно проницаемые для воздуха, воды и корней.

Почва сильно уплотняется. От сгорания органических кислот и освобождения оснований кислотность почвы уменьшается, в верхних горизонтах значение pH доходит до сильнощелочного.

Верхние слои почвы стерилизуются – гибнет почвенная микрофлора, а в более глубоких – изменяется ее состав, происходит обеднение наиболее важными для жизнедеятельности растений группами.

После лесных пожаров происходит осветление, изменение температурного и др. факторов микроклимата, особенно когда произошло уничтожение древостоя. Гари заселяются видами живых организмов с адаптивными особенностями, помогающими перенести пожар и выжить на гарях: глубокие подземные почки возобновления, способность семян долго сохраняться в почве и выдерживать высокую температуру, выносливость к заморозкам, сильной освещенности и т. д.

На выжженных местах из спор, занесенных ветром, появляются мхи-пионеры, через 3-5 лет из мхов наиболее обилен «пожарный мох» - Funaria hygrometrica. Из высших растений быстро заселяет гари иван-чай (Chamaenerion angustifolion). Заселение гарей происходит и древесной растительностью - ивой, березой, осиной и др.

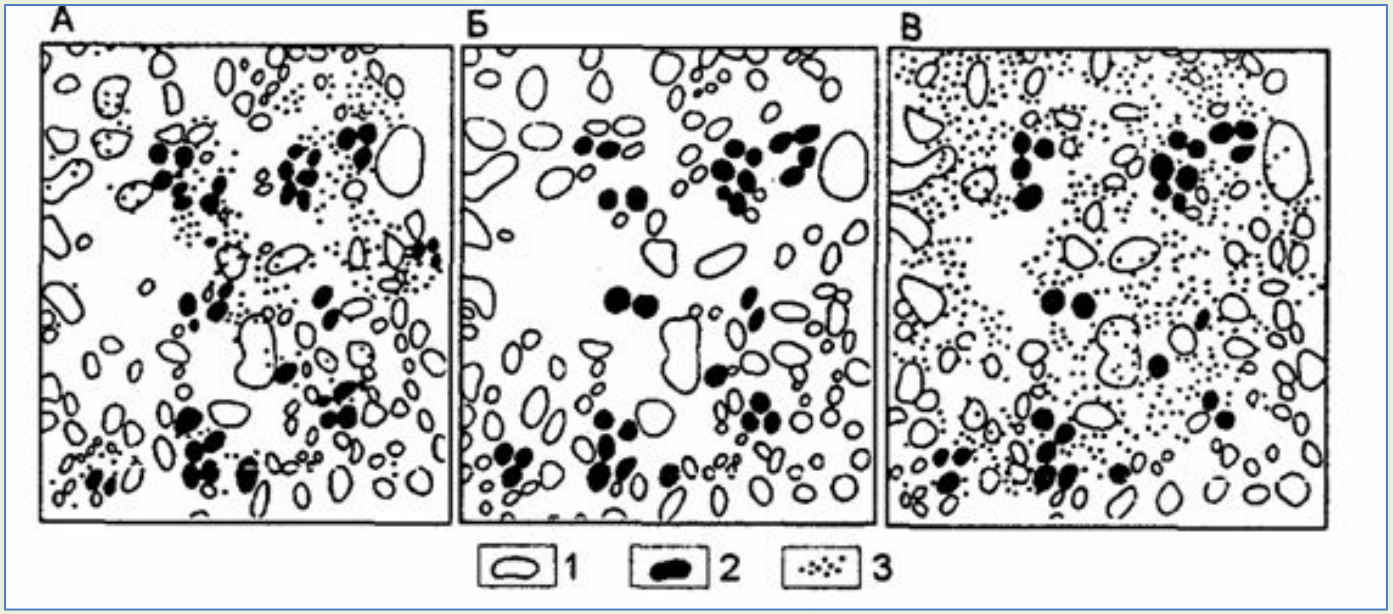


Рис. Влияние пожара на растительность древесных «колков» Зауральской лесостепи (Д. Ф. Федюнин, 1953) :
А - до пожара; Б - после пожара; В – через год после пожара; 1 – ива; 2 – береза, 3 – осина.

Степные пожары («палы») могут быть более или менее регулярными, связаны с деятельностью человека, и играть существенную роль в жизни живых организмов, иногда и положительную для регулирования роста, возобновления, отбора видов и поддержания постоянного состава травостоя.

Шум как естественный экологический фактор для живых организмов может оказывать существенное воздействие с усилением антропогенных воздействий (при работе транспорта, оборудования промышленных и бытовых предприятий, вентиляционных и газотурбинных установок и др.).

Весь диапазон слышимых человеком звуков укладывается в 150 дБ. Орган слуха человека приспособлен к некоторым постоянным или повторяющимся шумам (слуховая адаптация). Человек теряет работоспособность без привычных шумов.

Сильный шум еще более отрицательно сказывается на здоровье человека. У людей, живущих и работающих в неблагоприятных акустических условиях, имеются признаки изменения функционального состояния ЦНС и ССС.

Растения близ аэродромовиспытывают угнетение роста и отдельные виды исчезают. Угнетающее действие шума (около 100 дБ с частотой звука от 31,5 до 90 тыс. Гц) на растения табака - снижение интенсивности роста листьев у молодых растений.

На музыку Баха и индийские музыкальные мелодии растения отзывались положительно. Их габитус, сухой вес биомассы были наибольшими по сравнению с контролем. Их стебли тянулись к источнику этих звуков.

На рок-музыку и непрерывные барабанные ритмы зеленые растения отвечали уменьшением размеров листьев и корней, снижением массы, и все они отклонялись от источника звука, как будто бы хотели уйти от губительного действия музыки.

Чувствительными «нервными» проводниками музыки у растений являются флоэмные пучки, меристема и возбудимые клетки, расположенные в разных частях растения, связанные между собой биоэлектрич. процессы.

Рис. Вид растений после действия разной музыки:
А - индийские мелодии (Р. Шанкар); Б - музыка И.-С. Баха; В - рок-музыка (опыты Д. Ретолэк, 1969)

Магнитное поле Земли. Стрелка компаса всегда ориентируется по магнитному меридиану, указывая одним концом на север, другим – на юг. Ось земного магнита расположена под углом 1,5° к оси вращения Земли, поэтому магнитные полюса не совпадают с географическими. Со временем магнитные полюса меняют свое положение.

Установлено, что северный магнитный полюс за сутки перемещается по поверхности Земли на 20,5 м, или 7,5 км в год, а Южный – на 30 м (11 км в год).

Магнитные силовые линии Земли выходят из одного полюса и через околоземное пространство замыкаются в другом полюсе. За счет этого около Земли создается магнитосфера.

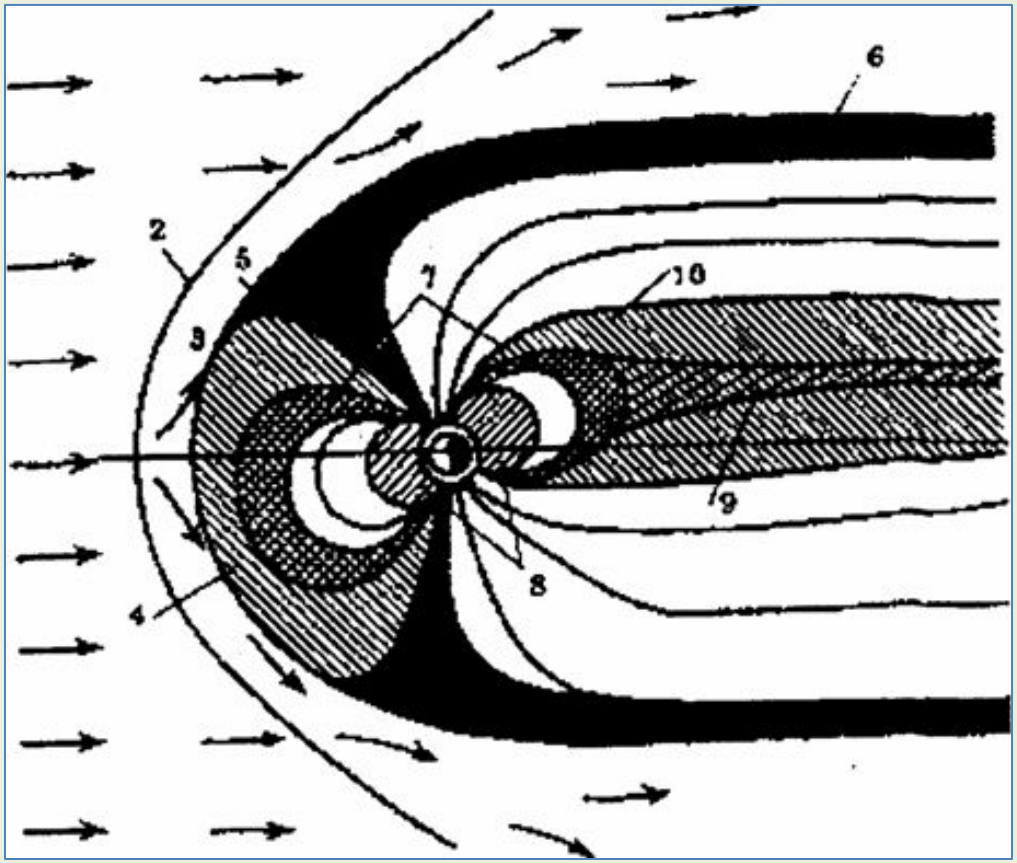


Рис. Меридиональные сечения магнитосферы Земли:
1 – солнечный ветер; 2 – ударный фронт; 3 – магнитная полость; 4 – магнитопауза; 5 – верхняя граница магнитосферной щели; 6 – плазменная мантия; 7 – внешний радиационный пояс; 8 – внутренний радиационный пояс, или плазмосфера; 9 – нейтральный слой; 10 – плазменный слой.

Она задерживает потоки солнечных заряженных частиц (плазма; солнечный ветер), не пропуская их к поверхности планеты.

Солнечный ветер огибает Землю и смещается на ночную сторону, вытягивая, в свою очередь, и магнитные силовые линии в этом же направлении.

Деформация магнитных силовых линий связана с тем, что потоки солнечной плазмы несут с собой «вмороженное» магнитное поле, которое и взаимодействует с магнитосферой Земли. За последние 600 тыс. лет палеомагнитологи зафиксировали 12 эпох инверсии геомагнитного поля.

Спад геомагнитного поля до минимального значения происходит примерно за 2700 лет, а его восстановление – за 8700 лет, т. е. полный цикл составляет около 11 400 лет.

Г. Н. Матюшин (1982) считает, что инверсия, происшедшая 250 тыс. лет назад, привела к появлению неандертальца, обладающего зачатками речи.

На Земле есть области сильных магнитных аномалий, например в районах залежей магнетитовых и других руд, богатых железом, где напряженность магнитного поля зачастую превышает среднюю величину в 2-3 раза (район Курской магнитной аномалии – КМА).

Возросло количество электромагнитной энергии, рассеиваемой в атмосферу электростанциями, радио- и телетрансляционными станциями, линиями электропередач (0,01% солнечной радиации).

Семена растений, ориентированные зародышевой частью к южному магнитному полюсу, прорастали быстрее, проростки росли быстрее, чем в случае противоположной или поперечной ориентации.

Магнитотропизм – изгибание корешков и проростков высших растений, спорангиев низших грибов по направлению магнитных силовых линий.

Магнитное поле влияло на преобладание особей мужского или женского пола у некоторых двудомных видов, стимулировало рост культурных растений, подавляло инфекции у пшеницы и ячменя, грибного и бактериального характера.

В 1855 г. русский ученый А. Т. Миддендорф, предположил возможность ориентации птиц по геомагнитному полю.

Ампулы Лоренции скатов очень чувствительны к изменению магнитного поля, вертикально пронизывающего тело.

Ионизирующие излучения - излучение с очень высокой энергией, которое способно выбивать электроны из атомов и присоединять их к другим атомам с образованием пар положительных и отрицательных ионов. Такой способностью не обладают свет и большая часть солнечного излучения.

Радиоактивные изотопы (радионуклиды) – изотопы элементов, которые испускают радиоактивное излучение.

Виды ионизирующего излучения

I. Корпускулярные излучения (альфа и бета-частицы) – поток атомных или субатомных частиц, передающих свою энергию всему, с чем они сталкиваются.

1. *Альфа-излучение* – ядра атомов гелия, имеющие большие размеры. Длина пробега в воздухе - несколько см, их останавливает лист бумаги или верхний роговой слой кожи человека. При остановке они вызывают сильную локальную ионизацию.

2. *Бета-излучение* – быстрые электроны, меньше с длиной пробега в воздухе несколько метров, в ткани – см. Энергию они отдают на протяжении более длинного следа.

II. электромагнитное (*гамма-излучение* и близкое ему рентгеновское излучение). Сходно со световым, но с более короткой длиной волны, проходит в воздухе большие расстояния и легко проникает в вещество, высвобождая энергию на протяжении длинного следа – *рассеянная ионизация*. Легко проникает в живые ткани, может пройти сквозь организм, не оказав никакого воздействия. Действие гамма-излучения зависит от размера источника и энергии, от расстояния между организмами и источником – интенсивность излучения экспоненциально падает с увеличением расстояния.

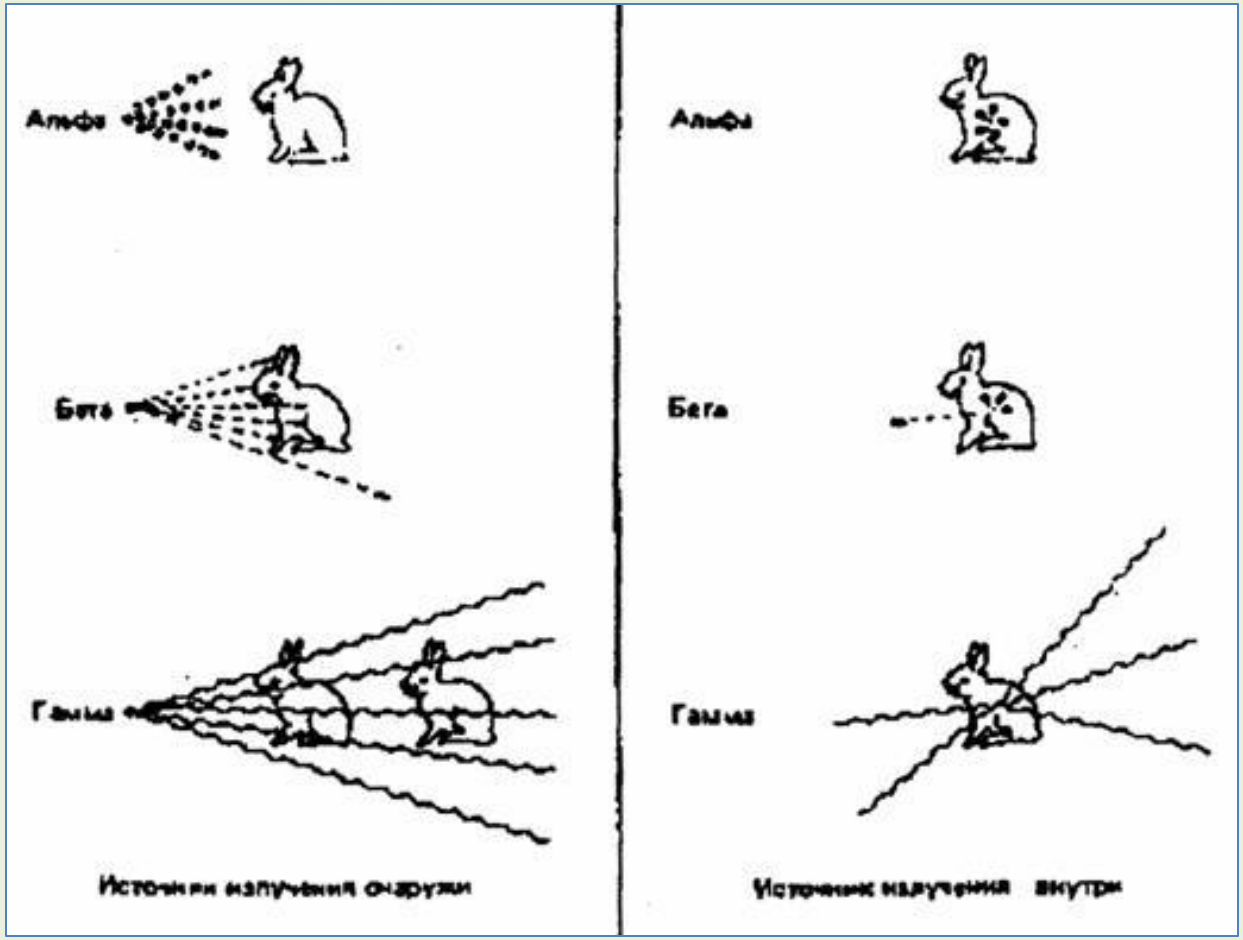


Рис. Три типа ионизирующего излучения (Ю. Одум, 1986). Показана относительная проникающая способность и специфический ионизирующий эффект

В последовательности альфа-, бета- и гамма-излучения проницаемость возрастает, а плотность ионизации и локальное повреждение уменьшаются.

Радиоактивные вещества, испускающие альфа- и бета-излучение «*внутренние излучатели*», как обладающие наибольшим эффектом, будучи поглощенными.

К «*внешним излучателям*» относят радиоактивные вещества, испускающие гамма-излучение.

Нейтроны – крупные незаряженные частицы, сами по себе не вызывающие ионизацию, но, выбивая атомы из стабильных состояний, они создают наведенную радиоактивность в нерадиоактивных материалах или тканях, сквозь которую проходят.

При одинаковом количестве поглощенной энергии «быстрые нейтроны» вызывают в 10, а «медленные» - в 5 раз большие поражения, чем гамма-излучение.

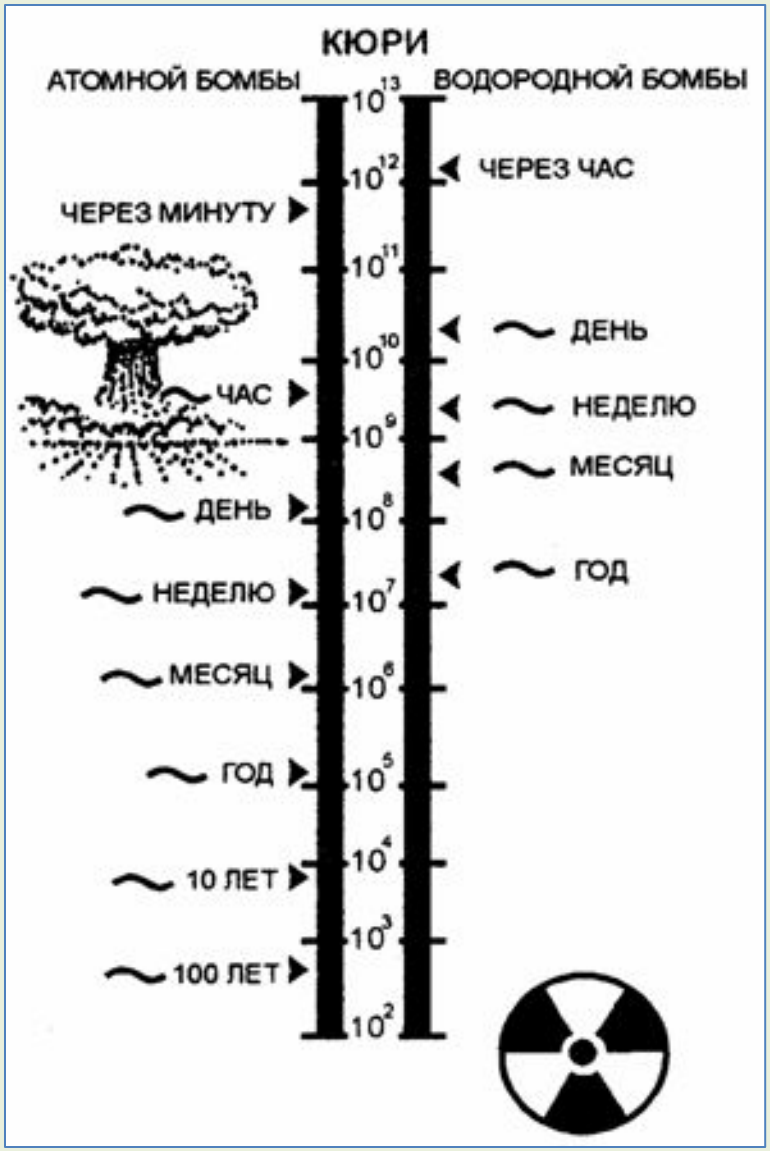
Нейтронное излучение обнаруживается вблизи атомных реакторов и в местах ядерных взрывов, играет основную роль при образовании радиоактивных веществ, которые в дальнейшем широко распространяются в природе.

Рентгеновское излучение – электромагнитное излучение, очень близкое гамма-. Обусловлено выбиванием электронов из внешних электронных оболочек, не испускается радиоактивными веществами.

Естественное ионизирующее излучение:

- космическая радиация (протоны, альфа-частицы, гамма-лучи);
- излучение радиоактивных веществ горных пород, почвы;
- излучение радиоактивных веществ, попадающих в организм с воздухом, пищей и водой.

Повысилось в окружающей среде из-за использования атомной энергии (атомное оружие, атомные электростанции).



При испытании атомного оружия в атмосферу вносятся радионуклиды, выпадающие повсюду в виде радиоактивных осадков. Около 10% энергии ядерного оружия - *остаточная радиация* (Ю. Одум,1986).

Рис. Излучение в эпицентре взрыва атомной и водородной бомб.

Атомные электростанции: получение топлива для их работы, транспортировка и захоронение радиоактивных отходов и аварии - опаснейшие источники загрязнения природной среды.

После аварии 26 апреля 1986 г. на Чернобыльской АЭС данные изотопного анализа первых проб воздуха, воды и почвы, отобранных 26 апреля - 1 мая, показали, что около 30% общей активности приходилось на долю йода-131. В пробах были обнаружены изотопы бария и лантана-140, цезия-137 и -134, рутения-103, циркония-95, теллура-132, церия-141 и нептуния-239, а в зоне отселения, в ближайшей зоне от объекта аварии – изотопы стронция-90 и плутония-239, -240.

Радиоактивность – характеристика степени заражения местности, уровня радиации, дозы облучения (М. Склодовская-Кюри, 1898). **Мощность излучения** – в кюри (КИ), к секунде, часу, суткам, неделе, месяцу, году. 1 Кюри – активность количества радиоактивного вещества, в котором происходит $3{,}7\times10^{10}$ распадов атомов в секунду, т. е. происходит $2{,}2\times10^{12}$ распадов в минуту (расп.×мин.-1).

С биологической точки зрения 1 КИ – активность высокая. На практике используют более мелкие единицы: милликюри (мКИ = 10^{-3}КИ); микрокюри (мкКР = 10^{-6}КИ); нанокюри (нКИ = 10^{-9}КИ); пикокюри (пКИ = 10^{-12}КИ). Активность, выраженная в кюри, показывает интенсивность альфа-, бета- или гамма-излучения.

1 рентген – доза рентгеновских (или гамма-) лучей, при которой в 1 $см^3$ воздуха образуется $2{,}08\times10^9$ пар ионов (или в 1 г воздуха – $1{,}61\times10^{12}$ пар ионов). На практике удобны дозы в 1000 раз меньше единицы – миллирентген (мР) или миллирад (мрад) для измерения уровней излучения окружающей среды.

Доза излучения, полученная в единицу времени, называется **мощностью дозы**. Если организм получает 10 мР в час, то суммарная доза за 24 ч составляет 240 мР, или 0,240 Р.

Космическое и ионизирующее излучения, испускаемые природными радиоактивными веществами, содержащимися в воде и почве, образуют **фоновое излучение**, к которому адаптирована ныне существующая биота.

Поток генов в биоте поддерживается из-за наличия фонового излучения. В разных частях биосферы естественный фон различается в 3-4 раза.

Наибольшая его интенсивность в наибольших высотах в горах, образованных гранитными породами, а наименьшая - около поверхности моря и в его поверхностных слоях.

Интенсивность космического излучения повышается с увеличением высоты местности над уровнем моря, а гранитные скалы содержат больше встречающихся в природе радионуклидов, чем осадочные породы.

Естественный фон 1/3 *популяционной дозы* общего фона или средней дозы ионизирующего излучения на каждого жителя.

Техногенно-усиленный радиационный фон.

- 1/3 человек при медицинских диагностических процедурах: рентген. снимки, флюорография, просвечивания и т. д.
- Остальная часть из современных зданий: в кирпиче и бетоне в малых количествах есть радиоактивные уран, торий, радий и др. Выбросы из тепловых станций, котелен, работающих на угле, содержат рассеянные радиоактивные элементы.
- Полеты на самолетах. На высоте 12000 м – трассы современных самолетов, естественный фон усилен в 1,5-2,0 раза. В целом по стране техногенный фон колеблется от 200 до 400 мР/год.

Радиационно-индуцированный эффект – любое изменение в облучаемом объекте, вызванное ионизирующим излучением.

Ионизирующее облучение оказывает на более высокоразвитые и сложные организмы более губительное повреждающее действие.

У высших растений чувствительность прямо пропорциональна размеру ядра клетки (хромосом или ДНК).

У высших животных такой прямой зависимости нет. Значение имеет чувствительность отдельных систем органов.

Млекопитающие чувствительны к низким дозам из-за легкой повреждаемости быстро делящейся ткани костного мозга. Низкие уровни хронического ионизирующего излучения вызывают в костях и др. чувствительных тканях опухолевый рост даже через несколько или много лет после облучения.

Биологическое накопление – радионуклиды в окружающей среде рассеиваются, разбавляются и накапливаются в живых организмах при движении по пищевой цепи.

Радиоактивные вещества способны накапливаться в воде, почве, осадках или в воздухе, если скорость их поступления превышает скорость естественного радиоактивного распада.

Небольшое количество радиоактивных веществ может стать смертельно опасным.