

Дисциплина
«ОСНОВЫ ГЕОФИЗИКИ»

**Электрическое и электромагнитное поле
Земли**

Лекция 5

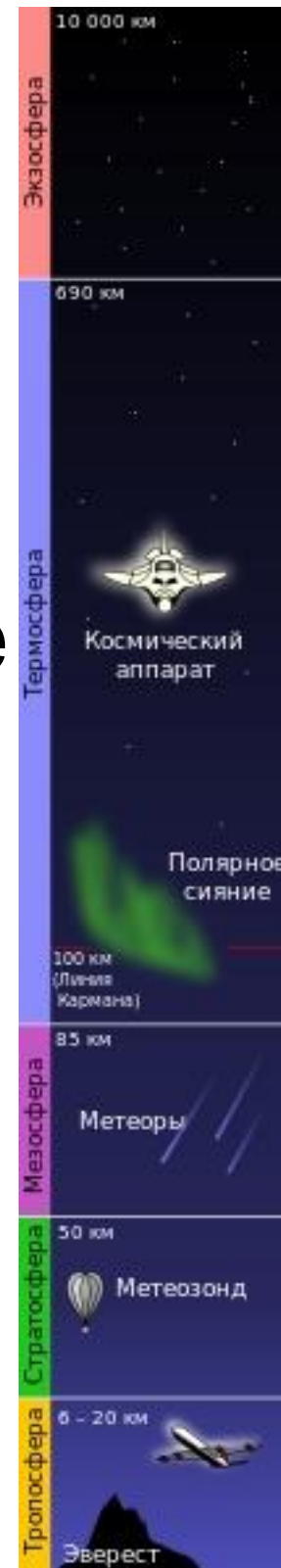
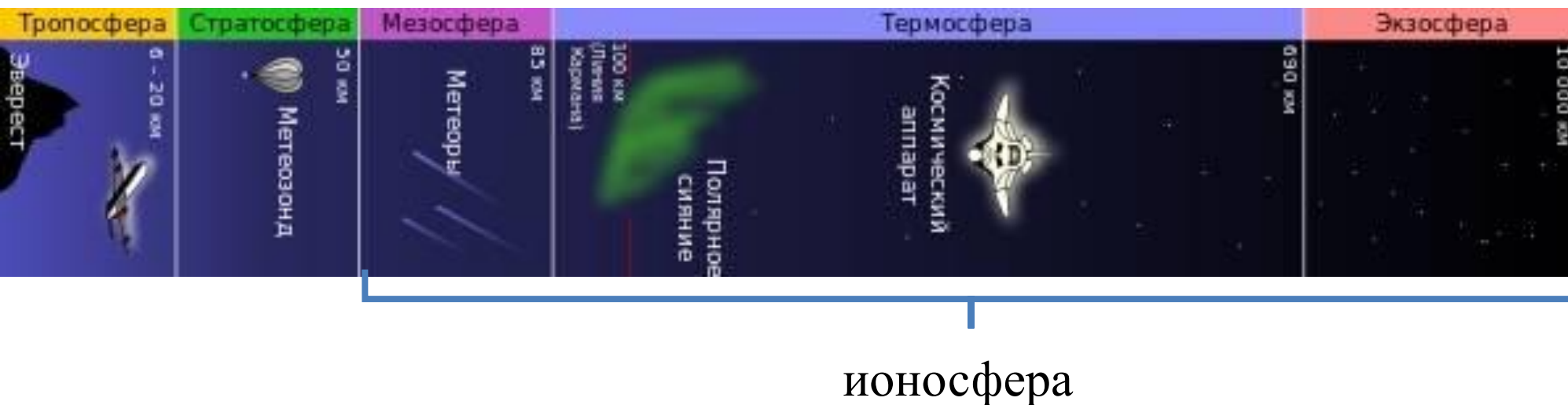
- **Электрическое поле** Земли является составной частью единого **электромагнитного поля** и имеет собственные источники тока.

- Связь между электрическим и магнитным полем в определенной мере зависит от интенсивности изменений электромагнитного поля, так как напряженность одного поля, возбуждаемая изменениями другого, пропорциональна скорости этих изменений.

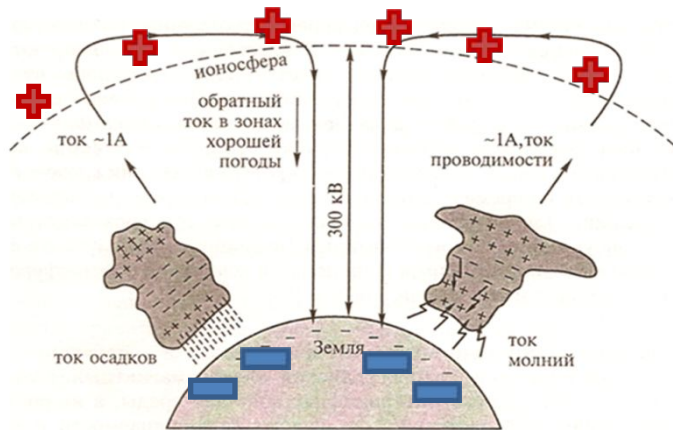
- Электрическое поле Земли состоит из двух полей: **электрического поля атмосферы** и **электрического поля земной коры**
- и во многом определяется, электрическими свойствами веществ, слагающих геосферы Земли.
- Выделяют внешние и внутренние источники электромагнитных полей.

Источники естественного электромагнитного поля Земли

- 1. Внешние источники (электрические процессы в ионосфере и магнитосфере)



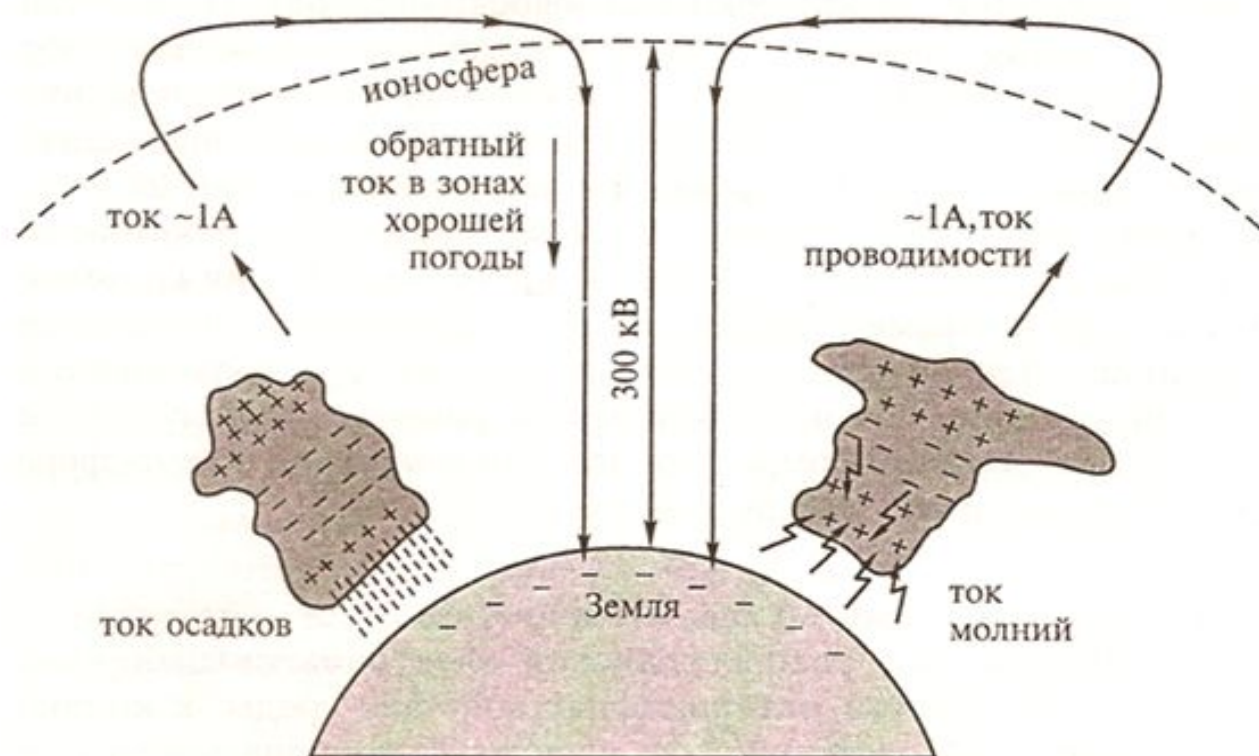
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ИОНОСФЕРЕ



Атмосферное электричество или электростатическое поле Земли представляется в виде гигантского конденсатора, проводящими обкладками которого являются земная поверхность и слой ионосферы.

- При этом, ионосфера имеет **положительный** заряд, а литосфера совместно с гидросферой – **отрицательный**.
- Разность потенциалов между ионосферой и поверхностью Земли составляет 300 кВ.

Схема глобальной электрической цепи, заряжаемой осадками и грозами



Основными генераторами атмосферного электричества являются облака и осадки.



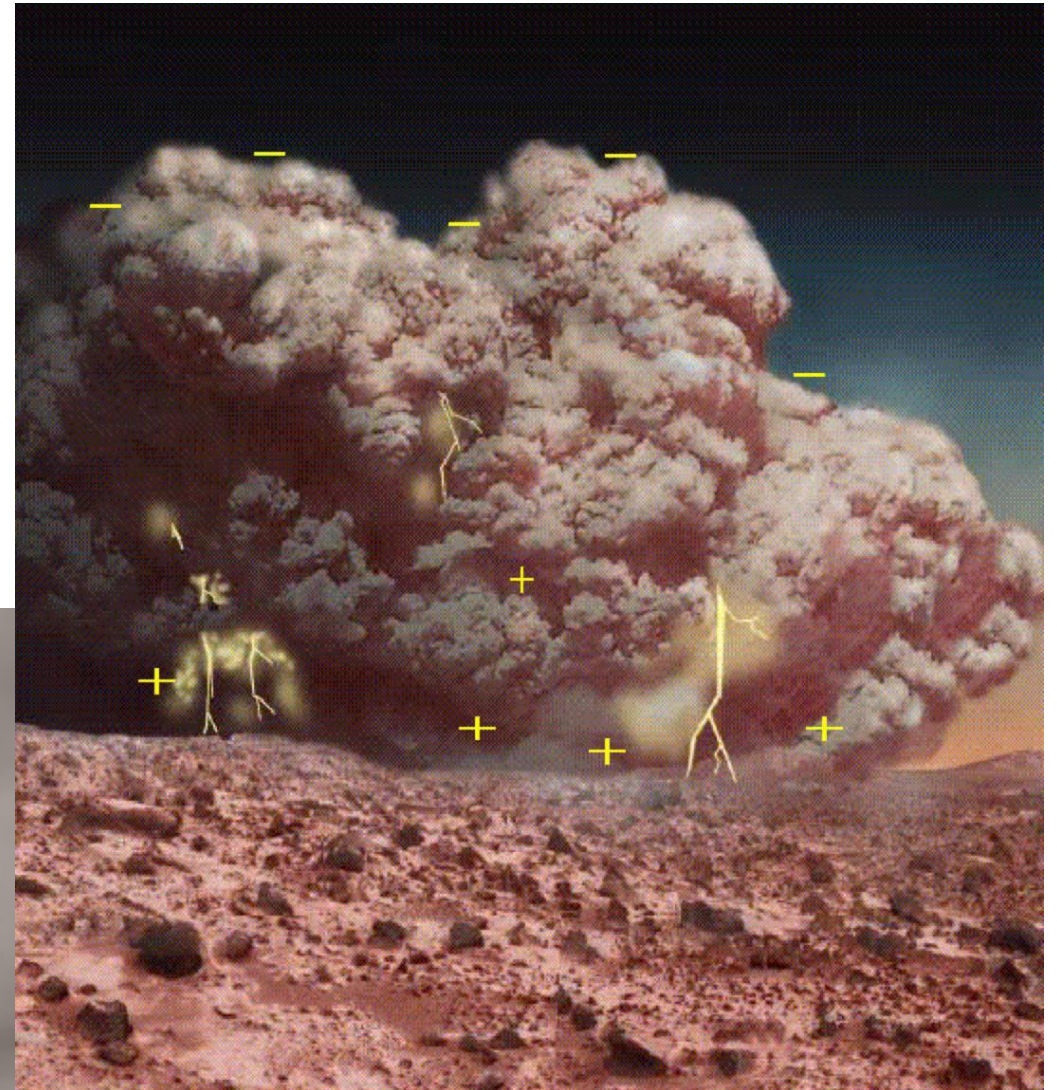
Электромагнитное поле грозовых разрядов - поле сложного взаимодействия метеорологических и электрических процессов, приводящих к грозовым разрядам (молниям). Сигналы, улавливаемые на расстоянии, называются атмосфериками.

Глобальная электрическая цепь заряжается грозами. Электрическое поле Земли «уравновешивается» процессами в зонах «хорошей» и «плохой» погоды. Количество молний за 1 сек на земном шаре более 100.

Электростатическое поле Земли больше в средних широтах и убывает с высотой по закону, близкому к экспоненциальному.

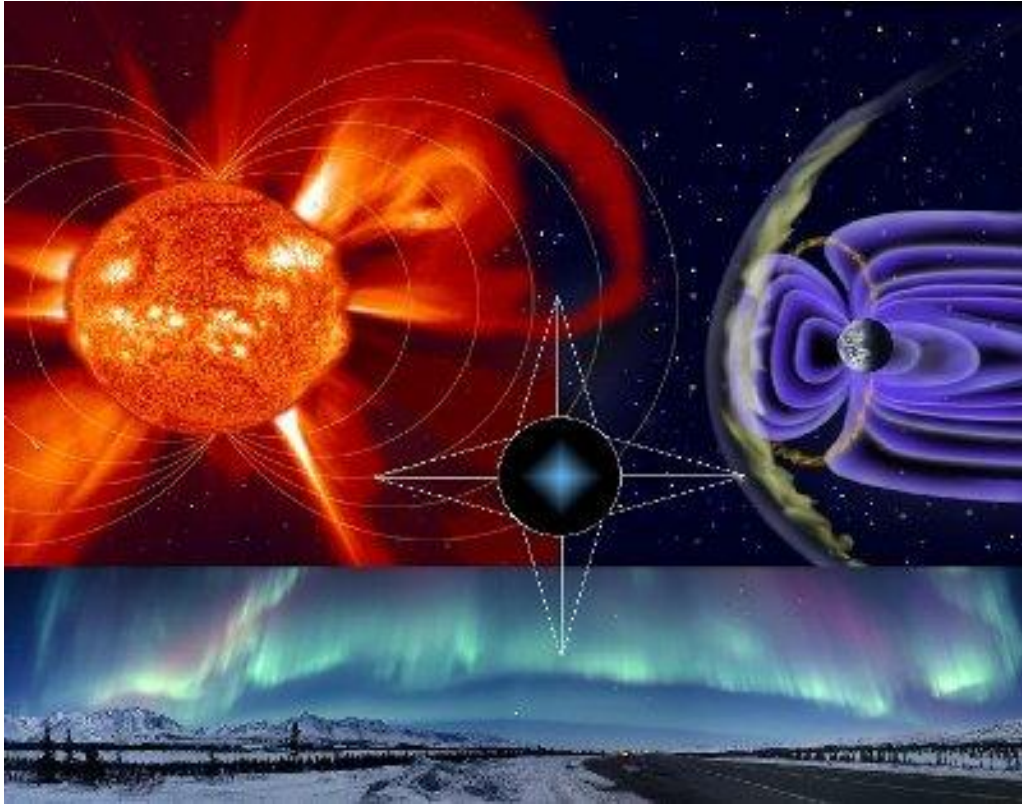
Как и в гравитационном полях, в поле атмосферного электричества имеют место синхронные суточные и годовые вариации поля.

- Генераторы 2-го порядка являются извержения вулканов и пылевые бури, снежные метели, промышленные выбросы.



Извержение японского вулкана Сакурадзима

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МАГНИТОСФЕРЕ



Одна из основных причин возникновения региональных теллурических токов состоит в изменении электрического состояния ионосферы под воздействием солнечного ультрафиолетового и корпускулярного солнечного излучений.

Особенно мощные всплески интенсивности ультрафиолетового и корпускулярного солнечного излучений возникают при появлении на поверхности Солнца хромосферных вспышек, которые указывают на бурные термоядерные процессы в его недрах, а на Земле вызывают электромагнитные бури.

Результат столкновения солнечного излучения и магнитного поля Земли - **северное сияние.**

Источники естественного электромагнитного поля Земли

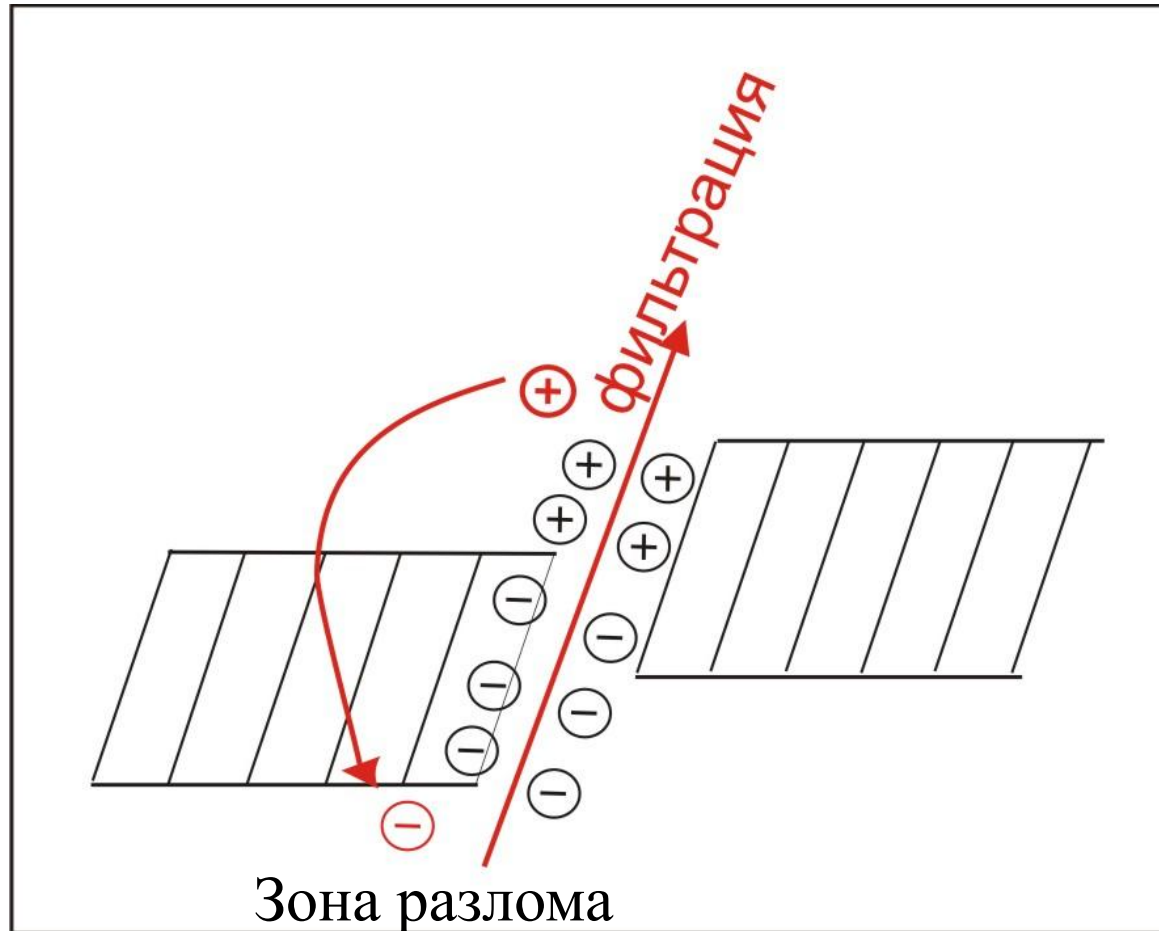
2. Внутренние источники (физико-химические процессы в земной коре)

Помимо перечисленных естественных переменных электромагнитных полей, в верхней части литосферы возникают естественные постоянные электрические поля вследствие электрохимических и электрофизических процессов в результате которых на границах разделов геологических (природных) сред возникают двойные электрические слои. К таким процессам относятся:

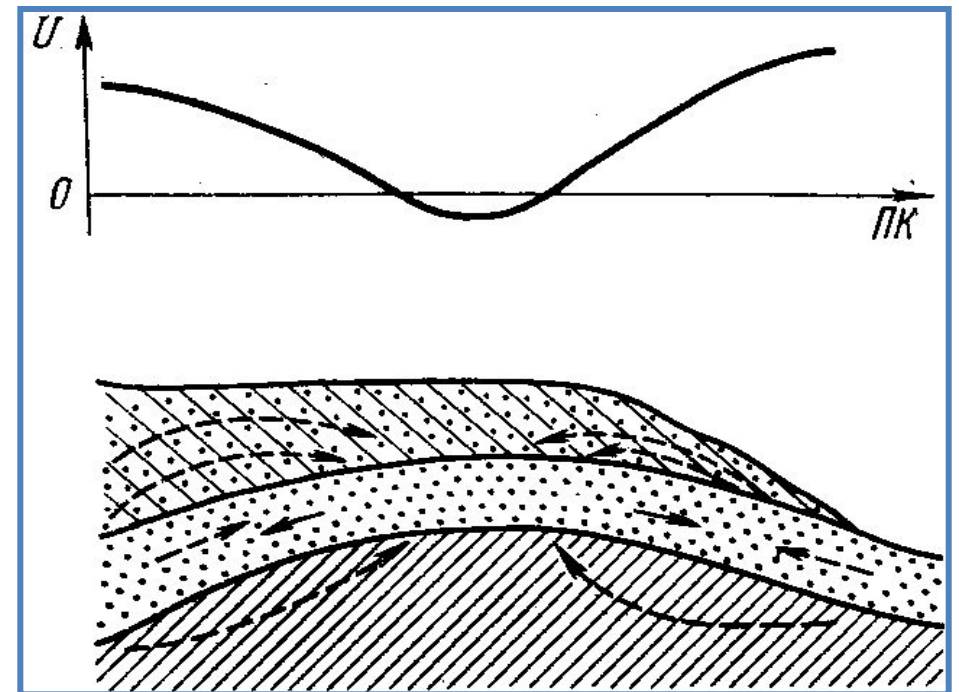
- - фильтрация,
- - диффузия,
- - окислительно-восстановительные процессы

ПРИРОДА ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТОКОВ.

1) ФИЛЬТРАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

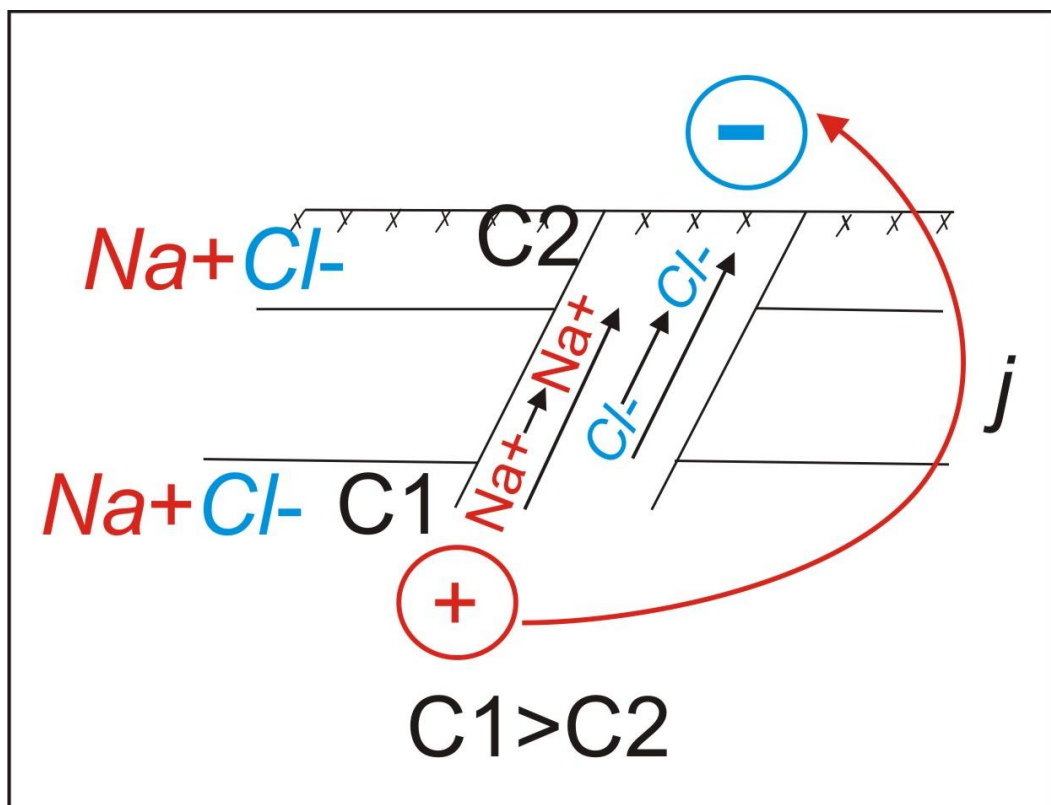


- Поля фильтрационной активности обусловлены движением подземных вод (возникают потенциалы течения). Эти поля наиболее интенсивно проявляются по зонам разломов, на склонах гор и оврагов, на берегах и в руслах



ПРИРОДА ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТОКОВ.

2) ДИФфуЗИОННО-АДСОРБЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ



- Поля диффузионные образуются над контактом двух природных растворов с различной минерализацией, например, соленых и пресных подземных вод. Процесс связи с диффузией ионов из раствора с большей концентрацией перемещаются в раствор с меньшей концентрацией.

Знак диффузионного потенциала зависит от соотношения чисел переноса катионов и анионов. В случае раствора NaCl справедлива формула:

$$E_g = -11,61 \cdot g \cdot \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

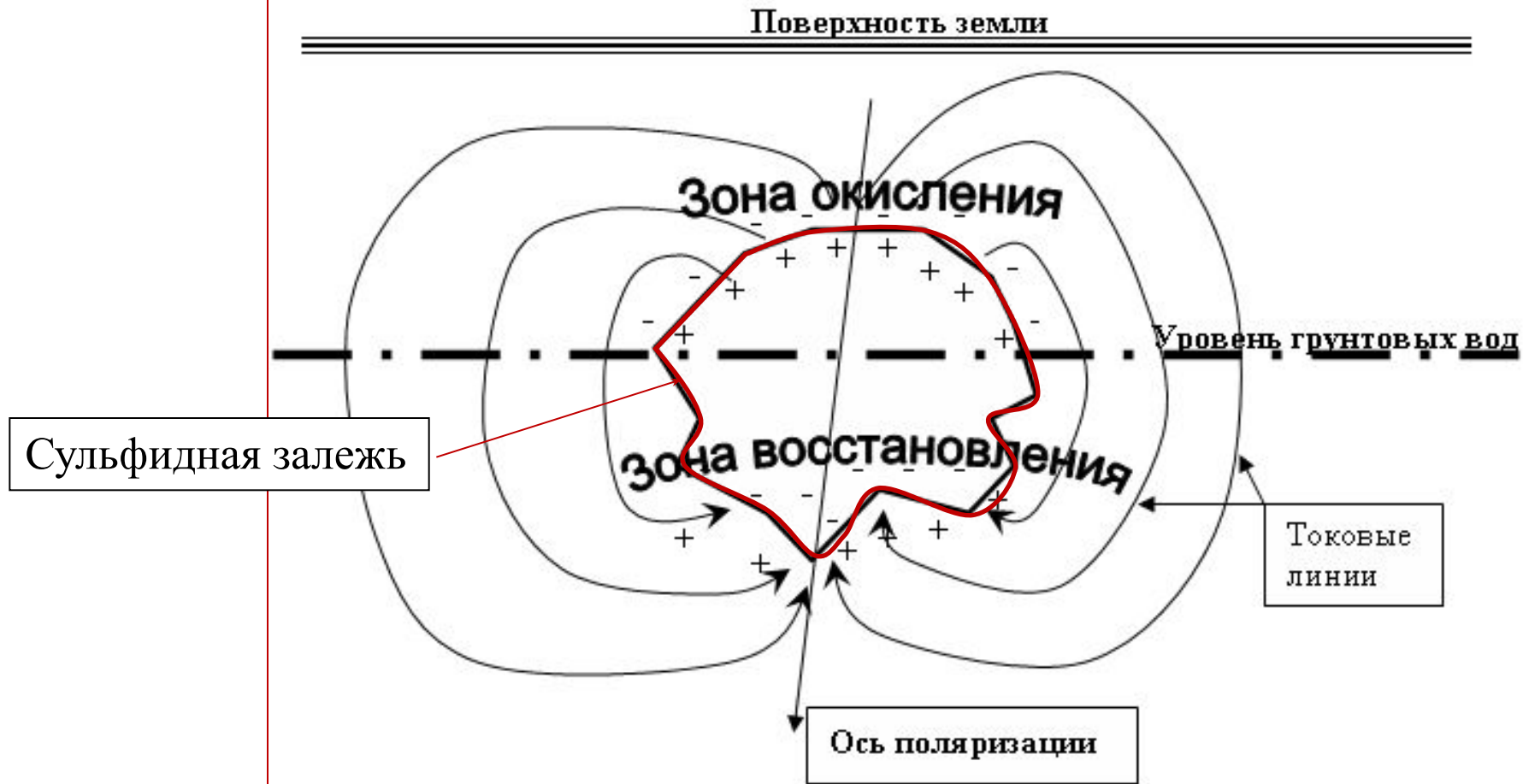
где ρ_1, ρ_2 - УЭС контактируемых растворов

ТОКОВ.

3) ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Поля электрохимической активности возникают при контакте металлических руд или металлизированных технических объектов с вмещающими породами при активном воздействии природных вод.

Схема образования естественного поля сульфидной залежи



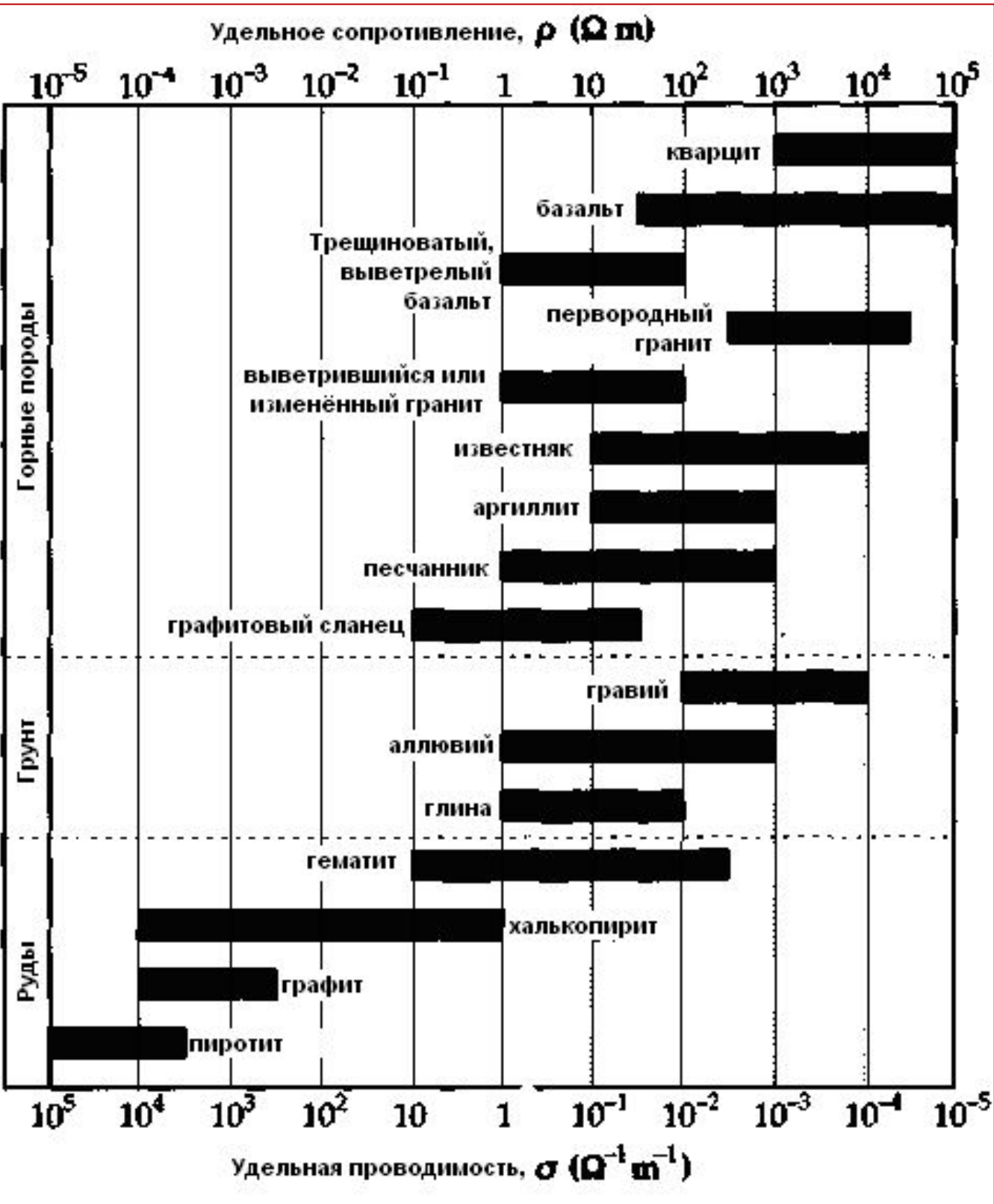
- Электрические свойства земной коры, мантии и ядра характеризуются:
 - 1) удельной электрической проводимостью, или удельной электропроводностью,
 - 2) удельным электрическим сопротивлением,
 - 3) относительной диэлектрической проницаемостью,
 - 4) электрохимической активностью,
 - 5) поляризуемостью и другими показателями.

Эти параметры изменяются во времени и в пространстве и имеют неодинаковые значения во внутренних геосферах Земли.

- Электропроводимость σ , – это способность вещества переносить электрические заряды под влиянием внешнего электрического поля.
- Единицей измерения σ является СМ/м.
- Электрическое сопротивление ρ , (обратная величина электропроводности – $1/\sigma$)
- Единицей измерения ρ – Ом·м.
- Эти величины являются наиболее важными и лучше всего изученными характеристиками веществ геосфер.

- По величине удельного электрического сопротивления все природные вещества подразделяют на три группы:

- 1) проводники (10^{-4} – 10^{-1} Ом·м),
 - (медь, серебро, алюминий и др.)
- 2) полупроводники (10^{-1} – 10^6 Ом·м)
 - (графит, кремний, германий и др.)
- 3) диэлектрики (более 10^6 Ом·м).
 - (слюда, эбонит, кварц и др.),



Удельное электрическое сопротивление и удельная проводимость некоторых горных пород.

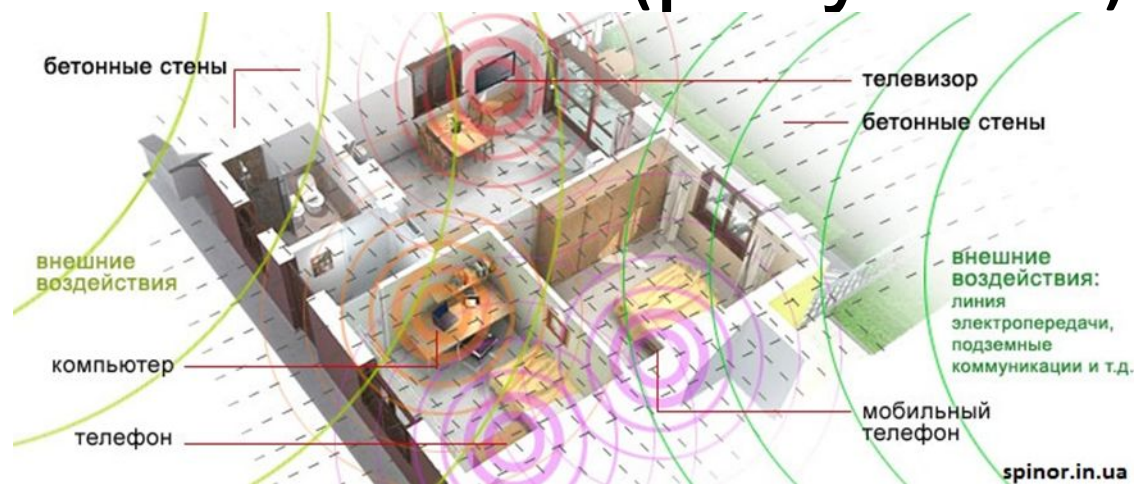
Изверженные и метаморфические породы характеризуются высокими сопротивлениями (от 500 до 10 000 $\Omega \cdot m$).

Среди осадочных пород высокие сопротивления ($100 \div 1000 \Omega \cdot m$) у каменной соли, гипса, известняков, песчаников и некоторых других пород.

Обломочные осадочные породы, как правило, имеют тем большее сопротивление, чем больше размер зерен, слагающих породу.

- Отдельной группой полей следует считать электромагнитные поля техногенного происхождения:
 - 1) поля дальних-ближних радиостанций,
 - 2) поля теле- и радиокommunikаций, линий ЛЭП,
 - 3) поля переизлучений от всевозможных трубопроводов и т.д.

- Электромагнитное поле (ЭМП) - это особая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между электрически заряженными частицами.
- Все живое на Земле существует в электромагнитном поле, вне его жизнь невозможна (рисунок 1).



- Вследствие научно-технического прогресса электромагнитный фон Земли в настоящее время не только увеличился, но и претерпел качественные изменения.
- Появились электромагнитные излучения таких длин волн, которые имеют искусственное происхождение в результате техногенной деятельности (например, миллиметровый диапазон длин волн и др.).
- **Спектральная интенсивность** некоторых техногенных источников электромагнитного поля может существенным образом отличаться от эволюционно сложившегося естественного электромагнитного фона, к которому привыкли человек и другие живые организмы биосферы.

- Основные источники ЭМП делятся на две группы:
- Источники низкочастотных излучений (0 - 3 кГц):
- Источники высокочастотных излучений (от 3 кГц до 300 ГГц):

Источники низкочастотных излучений (0 - 3 кГц)

- Эта группа включает в себя все системы производства, передачи и распределения электроэнергии (линии электропередачи, трансформаторные подстанции, электростанции, различные кабельные системы), домашнюю и офисную электро- и электронную технику, в том числе и мониторы ПК, транспорт на электроприводе, ж/д транспорт и его инфраструктуру, а также метро, троллейбусный и трамвайный транспорт.
- Уже сегодня электромагнитное поле на 18-32% территории городов формируется в результате автомобильного движения.
- Электромагнитные волны, возникающие при движении транспорта, создают помехи теле- и радиоприему, а также могут оказывать вредное воздействие на организм человека.

Источники высокочастотных излучений

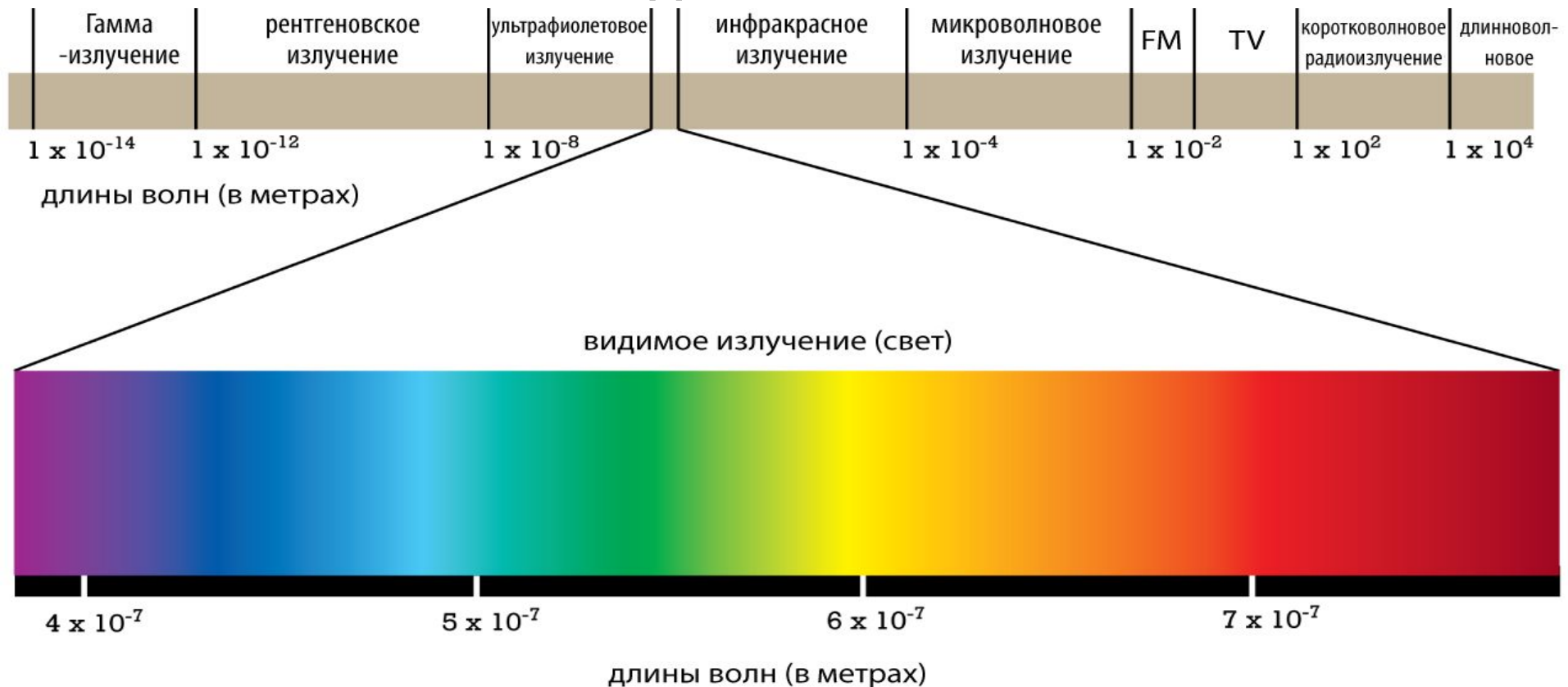
(от 3 кГц до 300 ГГц):

- К этой группе относятся функциональные передатчики - источники электромагнитного поля в целях передачи или получения информации.
- Это коммерческие передатчики (радио, телевидение), радиотелефоны (авто-, радиотелефоны, радио СВ, любительские радиопередатчики, производственные радиотелефоны), направленная радиосвязь (спутниковая радиосвязь, наземные релейные станции), навигация (воздушное сообщение, судоходство, радиоточка), локаторы (воздушное сообщение, судоходство, транспортные локаторы, контроль за воздушным транспортом)

- Сюда же относится различное технологическое оборудование, использующее СВЧ-излучение, переменные (50 Гц - 1 МГц) и импульсные поля, бытовое оборудование (СВЧ-печи), средства визуального отображения информации на электронно-лучевых трубках (мониторы ПК, телевизоры и пр.).

Электромагнитный спектр - ряд форм электромагнитного излучения, расположенных по порядку величин их частот или

длин волн



← Диапазоны электромагнитного излучения →

- 1 Радиоволны
- 2. Инфракрасное излучение (Тепловое)
- 3. Видимое излучение (Оптическое)
- 4. Ультрафиолетовое излучение
- 5. Жёсткое излучение

- Основными характеристиками электромагнитного излучения принято считать частоту и длину волны. Длина волны зависит от скорости распространения излучения. Скорость распространения электромагнитного излучения в вакууме равна скорости света, в других средах эта скорость меньше.
- Особенности электромагнитных волн являются наличие трёх взаимноперпендикулярных векторов: волнового вектора, вектора напряжённости электрического поля E и вектора напряжённости магнитного поля H .
- *Электромагнитные волны - это поперечные волны (волны сдвига)*, в которых вектора напряжённости электрического и магнитного полей колеблются перпендикулярно направлению распространения волны, но они существенно отличаются от волн на воде и от звука тем, что их можно передать от источника к приёмнику в том, числе и через вакуум.
- Общим для всех видов излучений является скорость их распространения в вакууме, равная 300 000 000 метров в секунду.

Действие электромагнитных полей на человека

- Обширные исследования электромагнитных полей проводились уже давно.
- Был накоплен большой клинический материал о неблагоприятном действии магнитных и электромагнитных полей, было предложено ввести новое нозологическое заболевание “Радиоволновая болезнь” или “Хроническое поражение микроволнами”.
- В дальнейшем, работами ученых было установлено, что, во-первых, нервная система человека, особенно высшая нервная деятельность, чувствительна к электромагнитному полю, и,
- во-вторых, что электромагнитное поле обладает так называемым информационным действием при воздействии на человека в интенсивностях ниже пороговой величины теплового эффекта.

- Нервная система одна из наиболее чувствительных систем в организме человека к воздействию ЭМП. На уровне нервной клетки, структурных образований по передачи нервных импульсов, на уровне изолированных нервных структур возникают существенные отклонения при воздействии ЭМП малой интенсивности:
 - -память у людей, имеющих контакт с ЭМП.
 - -склонность к развитию стрессовых реакций.

- У работающих за компьютером от 2 до 6 часов в сутки функциональные нарушения центральной нервной системы происходят в среднем в 4,6 раза чаще, чем в контрольных группах,
- болезни сердечно-сосудистой системы - в 2 раза чаще,
- болезни верхних дыхательных путей - в 1,9 раза чаще,
- болезни опорно-двигательного аппарата - в 3,1 раза чаще.