



Лекция

**Электромагнитные поля
(ЭМП)**



Вопросы

1. Источники, классификация и характеристика электромагнитных полей.
2. Действие электромагнитных полей на организм человека.
3. Защиты от воздействия электромагнитных полей.

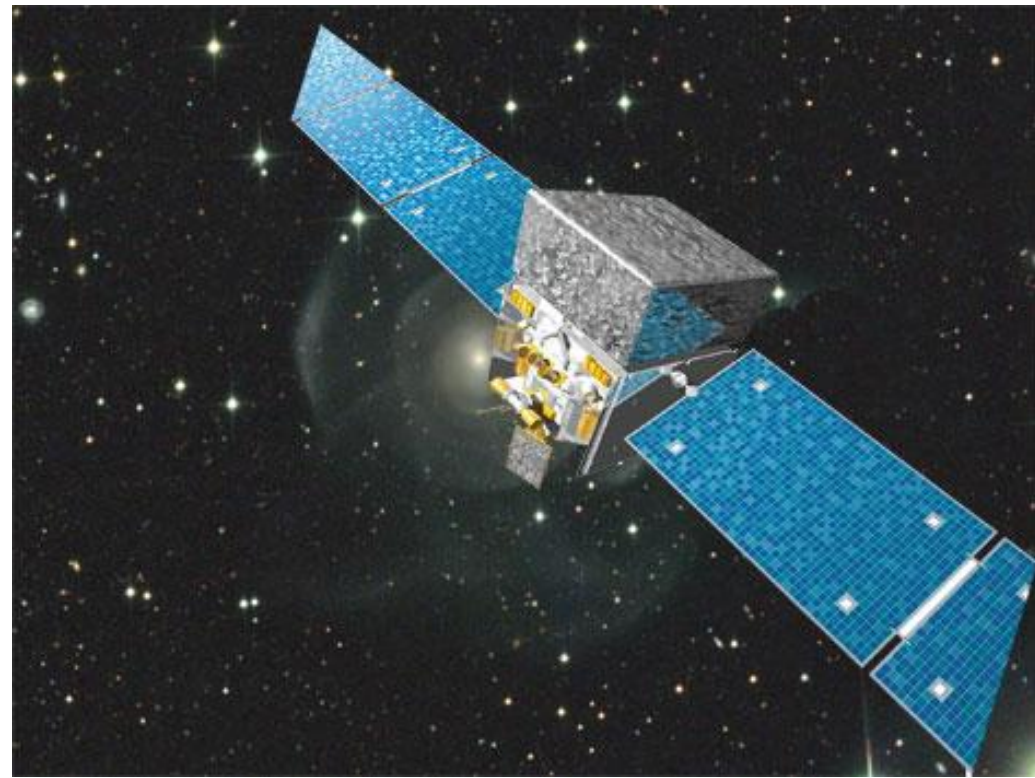


Вопрос №1.

**Источники, классификация и
характеристика электромагнитных полей**

К **естественным** источникам излучения относятся:

- космическое излучение,
- излучение солнца,
- естественные радиоактивные вещества, распределенные на поверхности и в недрах Земли, в атмосфере, воде, растениях и организме всех живых существ, населяющих нашу планету,
- электрические и магнитные поля Земли.



- **Искусственными** источниками излучения являются радиотехнические средства, индукторы, конденсаторы, трансформаторы, генераторы сверхвысоких частот, ядерные испытания, медицинская диагностическая и лечебная аппаратура, радиоактивные отходы и атомные электростанции (АЭС).

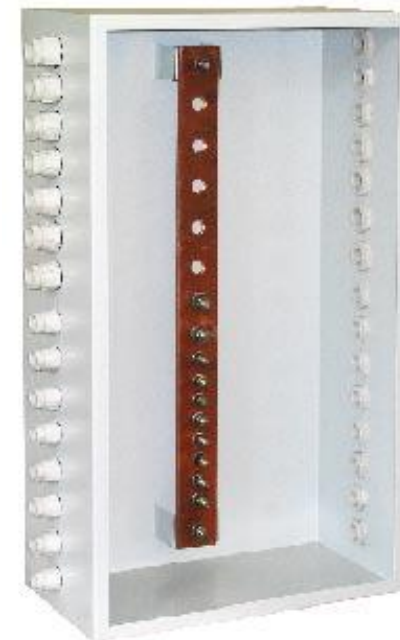


Источники электрических полей промышленной частоты:

- линии электропередач,
- сети питания транспорта,
- открытые распределительные устройства,



- коммутационные аппараты,
- устройства защиты,
- измерительные приборы,
- соединительные шины и вспомогательные устройства^а



Источниками постоянных магнитных полей являются:

- электромагниты соленоиды,
- импульсные установки полупериодного и конденсаторного типа,
- литые и металлокерамические магниты.




- Основными элементами радиотехнического средства, излучающего электромагнитное поле, являются: передатчик, фидер, и передающая антенна.



- **Контролируемыми параметрами ЭМП,**
создаваемых элементами энергетических систем при
оценке их воздействия на окружающую среду,
являются:
- напряженность электрического поля, **E** в *V/m* ;
- напряженность магнитного поля, **H** в *A/m* .
- интенсивность электромагнитного
излучения, **I** в *$Вт/м^2$* .

Предельно допустимые уровни регламентированы следующими нормативными документами:

- **РД 34.03.601** Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты,
- **СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01** Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий,

- 
- **СанПиН 2.1.2.2645-10** Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях,
 - **СанПиН 2.2.4.3359-16** Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.

- При проведении расчетов (проектирование, исследование) все рассматриваемые технические средства следует классифицировать, прежде всего, по признакам, относящимся к *пространственной форме и характерным размерам соответствующих излучающих структур*.

В этом смысле различают:

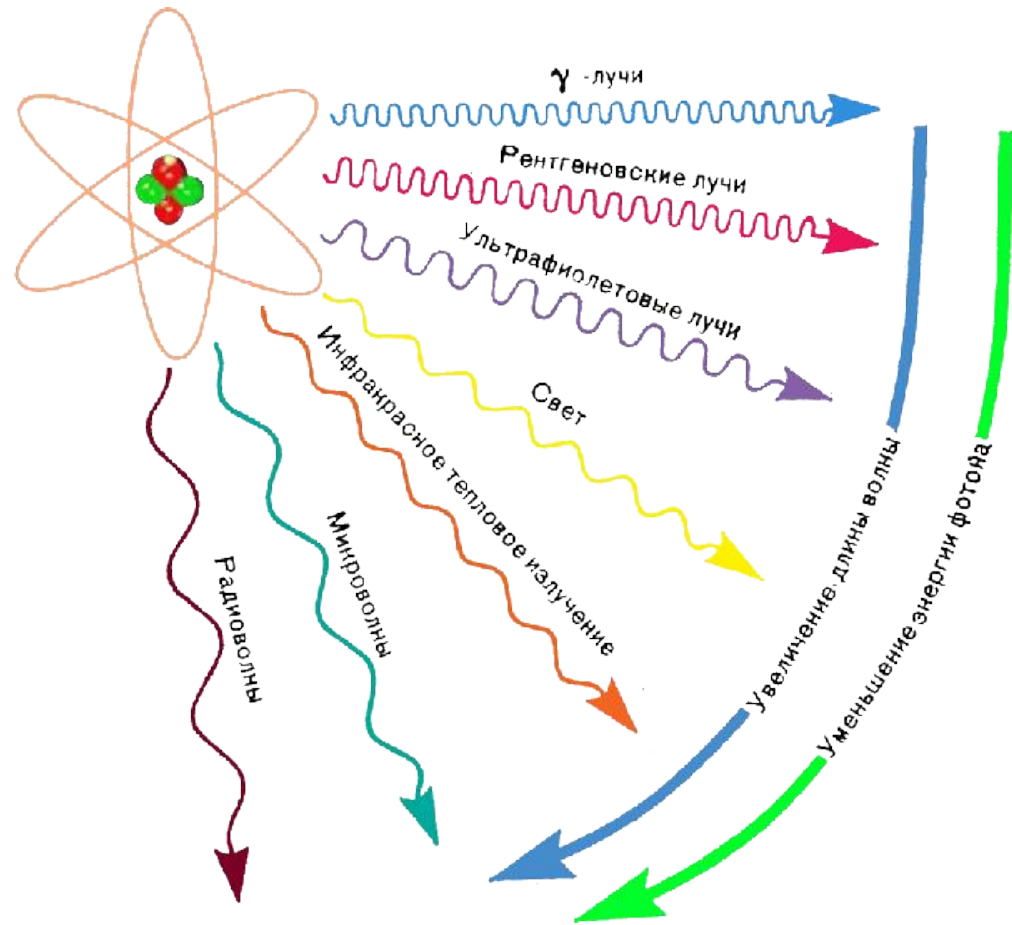
- **линейные источники** (Первый класс);
- **локальные источники** (Второй класс).

• **Первый класс** образуют источники, пространственная форма которых характеризуется существенным преобладанием одного линейного размера над другими. (локальные участки цепей энергоснабжения, линии питания электротранспорта и т.п.)

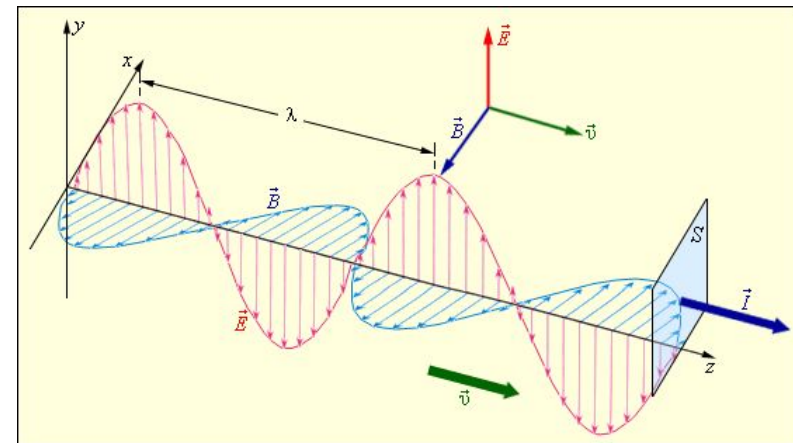



- **Второй класс** образуют источники, локализованные в относительно небольшой (по сравнению с размерами помещения) области пространства. К ним относятся - **оконечные устройства сетей и цепей электроснабжения, силовые установки, тяговые подстанции и т.д.**





- Совокупность переменных электрического и магнитного полей, распространяющихся в среде, называется электромагнитными волнами.**



- 
- **К основным параметрам, характеризующим электромагнитные волны, относятся:**
 - скорость распространения ,
 - частота колебаний электромагнитного поля,
 - длина волны.

- **Скорость распространения электромагнитных волн** в атмосфере равна скорости света (c) и приблизительно равна 300000 км/сек. $V \sim C$.
- **Частота колебаний электромагнитного поля** - число полных его колебаний в единицу времени. Единицей измерения частоты колебаний является герц ($Гц$), что соответствует одному колебанию электромагнитного поля в секунду. В практике применяются величины, кратные герцу - килогерц ($кГц$), мегагерц ($МГц$), гигагерц ($ГГц$).
- **Длина волны** - расстояние, на протяжении которого совершается одно полное колебание электромагнитного поля. За промежуток времени принимается один период колебаний.

Классификация электромагнитных полей-радиочастот

Частоты	Высокие частоты (ВЧ) 100 кГц - 10 МГц	Ультравысокие частоты (УВЧ) 30-300 МГц	Сверхвысокие частоты (СВЧ) 300МГц - 300ГГц		
Длины волн	Длинные	Метровые	Дециметровые	Сантиметровые	Миллиметровые
	3 км- 10 м	10 м – 1 м	1 м- 10 см	10 см –1 см	1 см-1 мм

- При частоте электрического тока $f = 50$ Гц , **длина волны электромагнитного излучения** составляет:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{50} = 0,6 \cdot 10^7 \text{ м} = 6000 \text{ м}$$

В этом случае выполняется условие **квазистационарности**, то есть длина волны соизмерима с длиной рассматриваемых проводников, тогда распределение амплитуды тока во всей цепи в каждый момент времени можно считать равномерным.



Вопрос № 2

Действие электромагнитных полей на организм человека.

Электромагнитные поля

- миллиметрового диапазона поглощаются поверхностными слоями кожи,
- сантиметрового - кожей и прилегающими к ней тканями,
- дециметровые - проникают на глубину 8 - 10 см.
- Для более длинных волн ткани тела человека являются хорошо проводящей средой.

- Наиболее чувствительными являются центральная нервная и сердечно-сосудистая системы. Наблюдается нарушение условно-рефлекторной деятельности, снижение биоэлектрической активности мозга, изменения межнейронных связей. Возможны отклонения со стороны эндокринной системы (нарушение функции щитовидной железы, гипофиза и половых желез).

Приспособительские реакции организма (при тепловом воздействии ЭМП)

■ специфические

- отдышка,
- тахикардия,
- расширение сосудов,
- потоотделение.

■ неспецифические

□ *возбуждение ЦНС*

- стимуляция рефлекторной деятельности
- стимуляция эндокринных желез
- стимуляция обмена веществ

□ *торможение ЦНС*

- угнетение рефлекторной деятельности
- угнетение эндокринных желез
- угнетение обмена веществ

Патологические реакции

- катаракты,
- атрофия семенников,
- язвы желудка,
- ожоги,
- неврозы,
- гипотония,
- гипертония.

- Интенсивность нагрева зависит от количества поглощенной энергии и скорости оттока тепла от облучаемых участков тела. Отток тепла затруднен в органах и тканях с плохим кровообращением. К ним в первую очередь относится хрусталик глаза. Под действием облучения в хрусталике может происходить коагуляция белков, мелкоочечные или диффузные помутнения с последующим развитием катаракты.

- Электромагнитное поле *интенсивности* порядка $120-600$ ($\text{мВт}/\text{см}^2$) может вызвать помутнение хрусталика даже в результате однократного облучения.

- Подвержены **тепловому воздействию** также печень, поджелудочная железа, половые органы, мочевой пузырь, желудок и др. Нагревание их может способствовать обострению хронически протекающих заболеваний и провоцировать возникновение язв, кровотечений и другие явления.

«Измеритель параметров электрических и магнитных полей ПЗ-70 ТУ 6685-006-07614596-07».

Прибор предназначен для измерения напряженности переменных электрических полей и магнитной индукции при аттестации рабочих мест по условиям труда.





Вопрос № 2.1.

**Действие ЭМП мобильной связи на
организм человека**

- **SAR** (англ. *Specific Absorption Rates* — удельный коэффициент поглощения) — уровень излучения определяет энергию электромагнитного поля, выделяющуюся в тканях тела человека за одну секунду.

Единицей измерения SAR является ватт на килограмм.

В *Европе* допустимое значение излучения составляет **2 Вт/кг для 10 граммов тканей**.

В *США* сертифицируют только те сотовые аппараты, SAR которых не превышает **1,6 Вт/кг для 1 грамма тканей**.

В *России* своя система измерения излучаемой мощности — **в ваттах на квадратный сантиметр**.

$$\text{SAR} = \frac{J^2}{\rho\sigma}$$

где:

J — плотность тока (в A/m²), вызванная электрическим и магнитным полями; (предельно допустимый уровень для людей, подвергающихся подобным воздействиям в профессиональной деятельности — 10 мА/м²; для остальных 2—10 мА/м²)

ρ — плотность человеческих тканей (в кг/м³)

σ — электрическая проводимость человеческих тканей (в см/м)

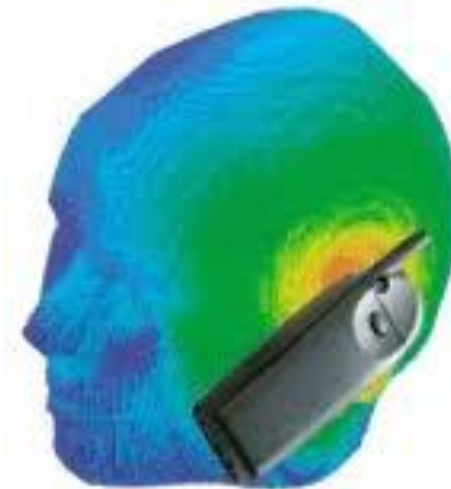
см- СИМЕНС. единица измерения электрической проводимости в Международной системе единиц (СИ), величина, обратная ому. По определению сименс равен электрической проводимости проводника (участка электрической цепи), сопротивление которого составляет 1 Ом.

Биологический эффект действия ЭМП формируется в зависимости от:

- технических характеристик телефона (значений / сочетания частоты и мощности, типа модуляции ЭМП);
- режима и длительности воздействия (частоты и продолжительности телефонных разговоров);
- исходного состояния объекта воздействия (возраст, пол, состояние здоровья, индивидуальная чувствительность и т.д.);
- распределения энергии в биологических тканях (вид ткани, глубина проникновения и т.д.).

При использовании сотовым телефоном воздействию ЭМП подвергаются

- ГОЛОВНОЙ МОЗГ,
- периферические рецепторные зоны,
- вестибулярный, слуховой анализатор,
- сетчатка глаза,
- окружающие пользователя люди.



Существует три основных метода защиты от воздействия ЭМП:

- защита временем, т. е. сокращение времени контакта с источниками ЭМП, что приводит к уменьшению энергетической экспозиции;
- защита расстоянием, т. е. создание зоны контролируемого доступа вокруг источника ЭМП, увеличение расстояния от источника ЭМП до защищаемых объектов и т. п.;
- применение технических средств коллективной и индивидуальной защиты экранирование, т. е. снижение интенсивности ЭМП за счет преломления, отражения или поглощения энергии падающего поля путем сооружения экранирующих конструкций и ношения специальной одежды.

7 способов уменьшить облучение от мобильного телефона

(без гарнитуры в порядке убывания эффекта)

1. Звоните на улице.

Стены помещения задерживают радиоволны в диапазоне 1-2 ГГц довольно сильно, понижая мощность сигнала на 10-20 дБ, т.е. в **10-100 раз**. Из-за особенностей стандартов связи не вся дополнительная мощность может стать доступной при выносе телефона наружу, всё же, преимущество очевидно.

Если на улицу выйти нельзя, то хотя бы повернитесь так, чтобы ваша голова не закрывала вид телефона в окно на улицу – это должно дать дополнительных 5 дБ.

2. **Держите трубку на расстоянии от уха.**

Затухание радиоволн пропорционально квадрату пройденного расстояния.

Допустим, расстояние от антенны плотно прижатой к уху трубки до коры головного мозга составляет 1 см. Тогда, отодвинув трубку от уха всего на 1 см, вы увеличите расстояние до мозга вдвое (2 см), и мощность, излучаемая в мозг, уменьшится **в 4 раза**.

3. **Удерживайте телефон в руке за нижнюю часть.**

В верхней части аппарата находится антенна, которая, при прикрытии рукой, теряет свою эффективность на 5-10 дБ, заставляя передатчик телефона повышать мощность как минимум **в 3 раза.**

4. **Держите трубку вертикально.**

Радиоволны, даже такие короткие, как 1800 МГц (длина полуволны 8 см) – поляризованы, поэтому *желательно*, чтобы передающая и принимающая антенны были ориентированы одинаково (по традиции и по другим причинам – вертикально).

Опыт показывает, что при простом изменении ориентации трубки GSM с вертикальной на горизонтальную, уровень принимаемого от БС сигнала снижается в среднем на 5 дБ (**в 3 раза**).

5. **Переключите телефон на диапазон 1800 МГц.**

Стандарт GSM предусматривает *разные уровни максимальной*

мощности для ручного оборудования: **1 Вт** для 1800 и 1900, **2 Вт** для 900 и 850.

Обычно выбор диапазона происходит автоматически и прозрачно для абонента.

Ручная блокировка нижнего диапазона 900 МГц **вдвое** снижает подверженность радиоизлучению.

6. **Поднесите трубку к уху *после ответа* на том конце.**

Через 20 секунд после нажатия кнопки “Вызов” – как раз к началу разговора – излучаемая мощность снижается до минимально допустимого уровня.

Также обратите внимание: первый длинный гудок появляется только где-то на 10-й секунде, т.е. *бессмысленно после набора номера моментально прикладывает телефон к голове.*

*И всё-таки, не обольщайтесь – в крупных городах с плотной сотовой сетью, телефон может часто переключаться между базовыми станциями во время разговора (иногда по 10 раз в минуту!). При каждом таком переключении мощность прыгает до максимума и затем *медленно* падает.*

Ложные средства защиты от ЭМП при использовании сотовых терминалов



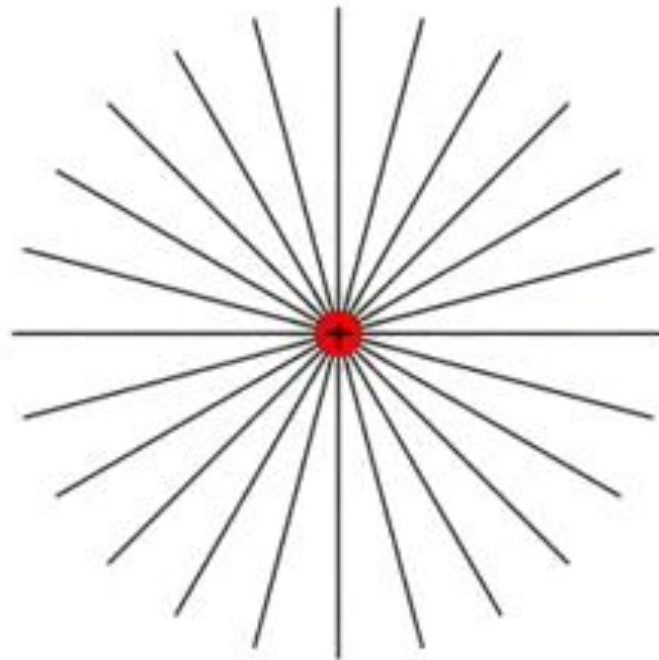
- Они выполнены в виде разноцветных коробочек, пластинок, таблеток, амулетов, наклеек, выпущенных как полукустарным, так и промышленным способом.
- Действие их, по заверению тех же производителей, основывается на "нетрадиционных технологиях", то есть на каких-то манипуляциях со спин-торсионными, микролептонными, тонкими и прочими, неизвестными современной физике, полями.



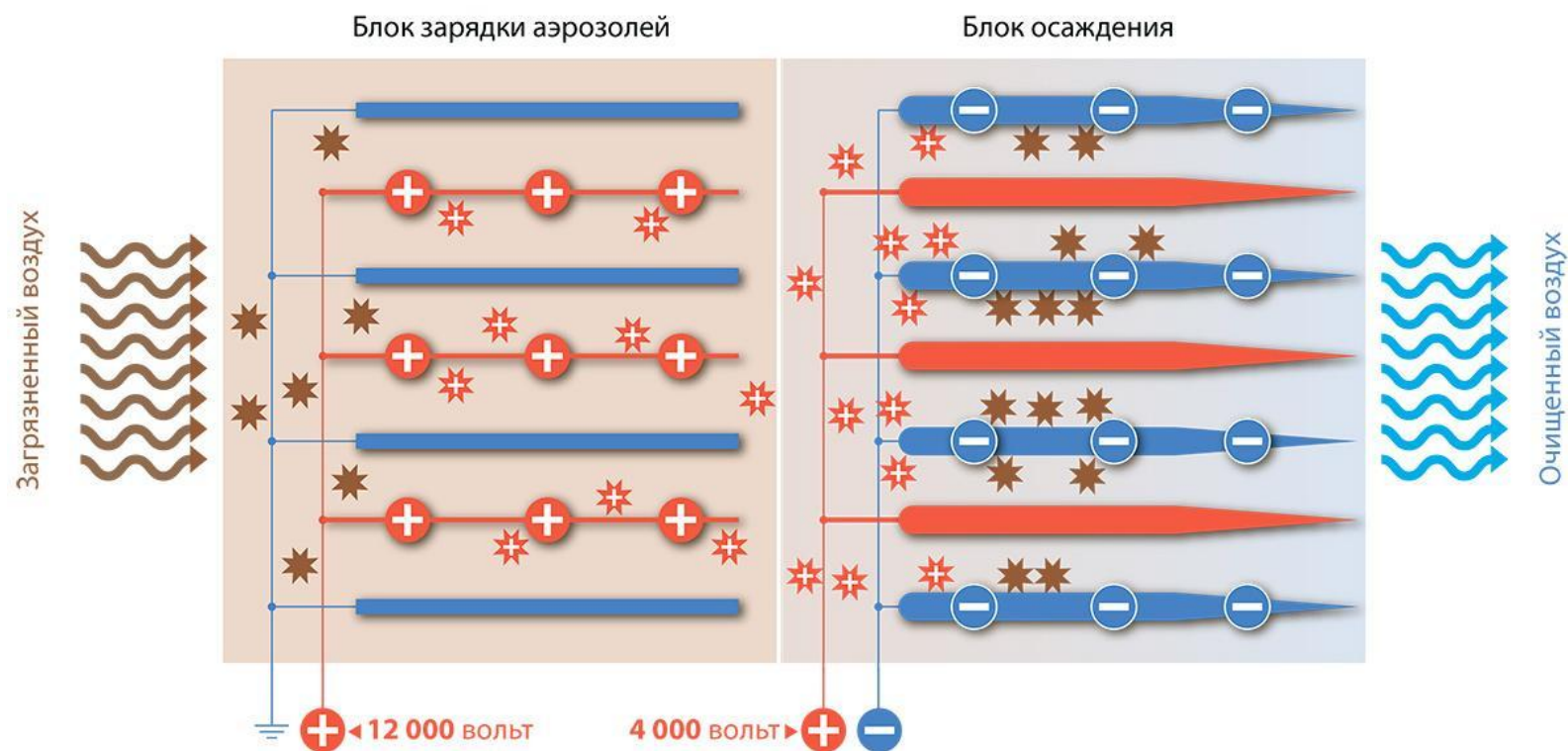
Вопрос №2.2


Действие электростатического поля

- **Статическое электричество** - совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности или в объеме диэлектриков или на изолированных проводниках.



- **Электростатические поля (ЭСП)** используются в промышленности при очистке газов в электрофильтрах и электростатической сепарации руд и материалов, для электростатического нанесения лакокрасочных и полимерных материалов и в других производственных процессах.



- 
- ЭСП поля оказывают негативное действие на нервную, сердечно-сосудистую и лимфатическую системы организма, вызывая нарушения координации физиологических и биохимических процессов. Люди, работающие в зоне воздействия ЭСП жалуются на раздражительность, головную боль, нарушение сна.

- Статическое электричество опасно тем, что может вызвать искровой разряд, который может стать причиной повреждения электронных приборов или несчастного случая.



- Допустимые уровни напряженности ЭСП установлены стандартом ГОСТ 12.1.045-84 «ССБТ. **Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля**», который распространяется на ЭСП, создаваемые при эксплуатации электроустановок высокого напряжения.

Наиболее распространенные способы защиты от ЭСП:

- уменьшение интенсивности генерации электростатических зарядов,
- отвод их с наэлектризованного материала (заземление),
- нейтрализация.

- **Эффективное средство защиты** - увеличение влажности воздуха до 65-75%, когда это возможно по условиям технологического процесса.
- **Индивидуальным средством защиты** от статического электричества является ношение антистатической обуви, халата, заземляющих браслетов, использование антистатитов.

Антистатик — вещество, используемое для предотвращения длительного сохранения статических электрических зарядов, образующихся в результате трения на поверхности предметов. Антистатик удерживает влагу и тем самым повышает концентрацию ионов вблизи поверхности предметов. Антистатиками являются сажа, угольная пыль, натуральные волокна.



Вопрос № 3.

Влияние ионизирующего излучения.

- **Ионизирующее излучение** - это электромагнитное излучение, которое создается при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, торможении заряженных частиц в веществе и образует при взаимодействии со средой ионы различных знаков.

- **Ион** - одноатомная или многоатомная электрически заряженная частица, образующаяся в результате потери или присоединения одного или нескольких электронов атомами или молекулами.
- Ионизирующее излучение применяют в машино- и приборостроении для автоматического контроля технологических операций и управления ими, определения износа деталей, качества сварных швов, структуры металла и т.д.

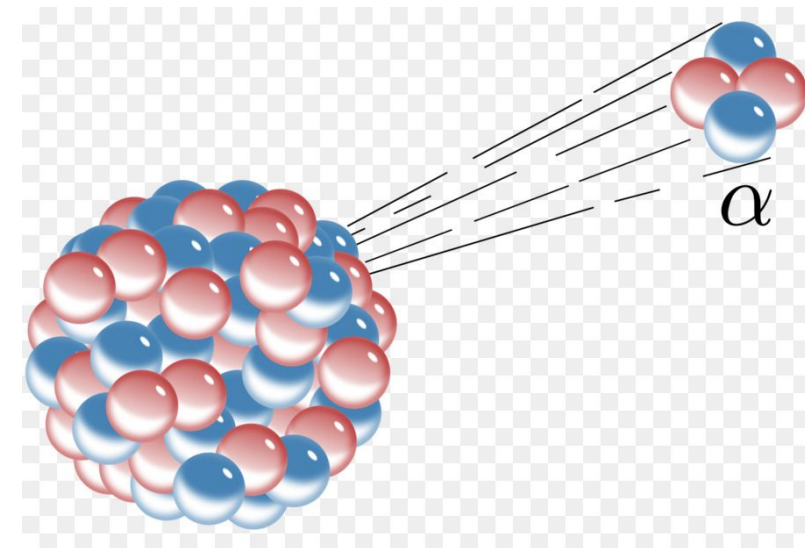


К ионизирующим излучениям относятся:

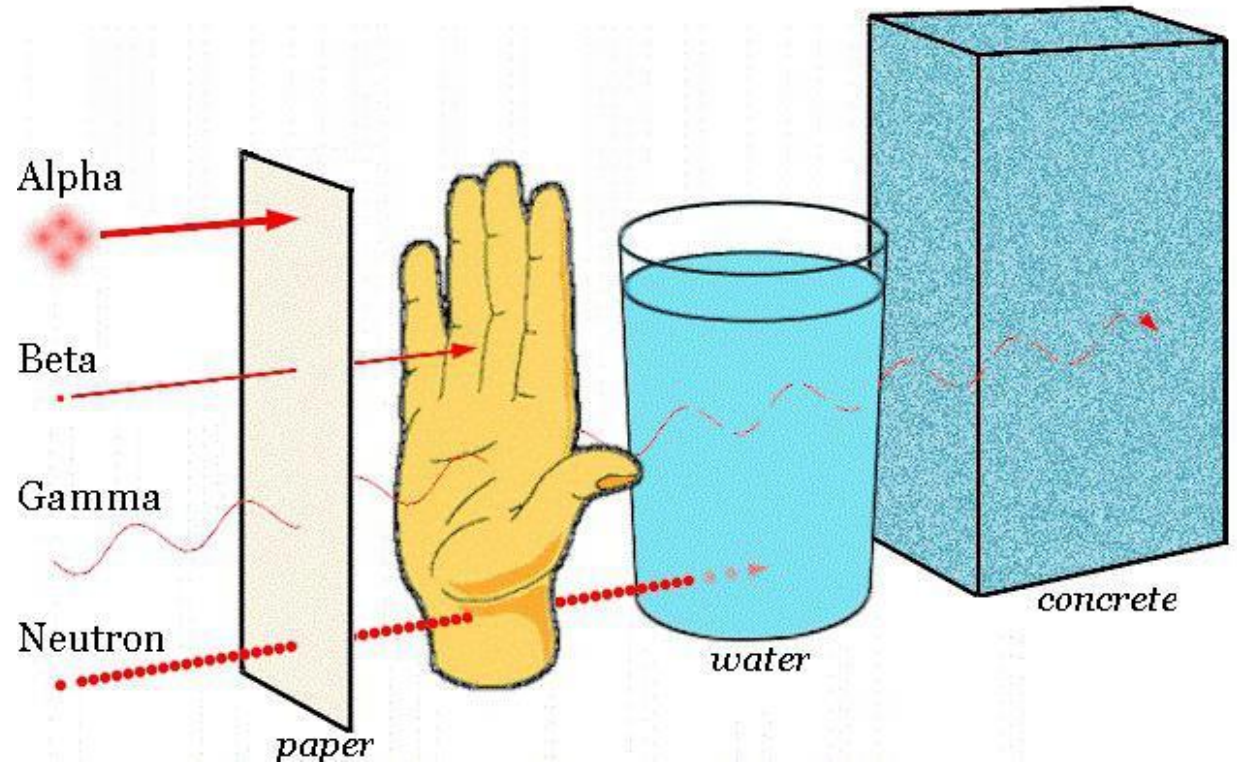
- **корпускулярные** (альфа-, бета-, нейтронные)
- **электромагнитные** (гамма-, рентгеновское) излучения, способные при взаимодействии с веществом создавать заряженные атомы и молекулы-ионы.

■ **Альфа-излучение** представляет собой поток ядер гелия, испускаемых веществом при радиоактивном распаде ядер или при ядерных реакциях.

Их энергия не превышает нескольких МэВ. Чем больше энергия частицы, тем больше полная ионизация, вызванная ею в веществе. Пробег альфа-частиц, испускаемых радиоактивными веществами, достигает 8-9 см в воздухе, а в живой ткани - нескольких десятков микрон.

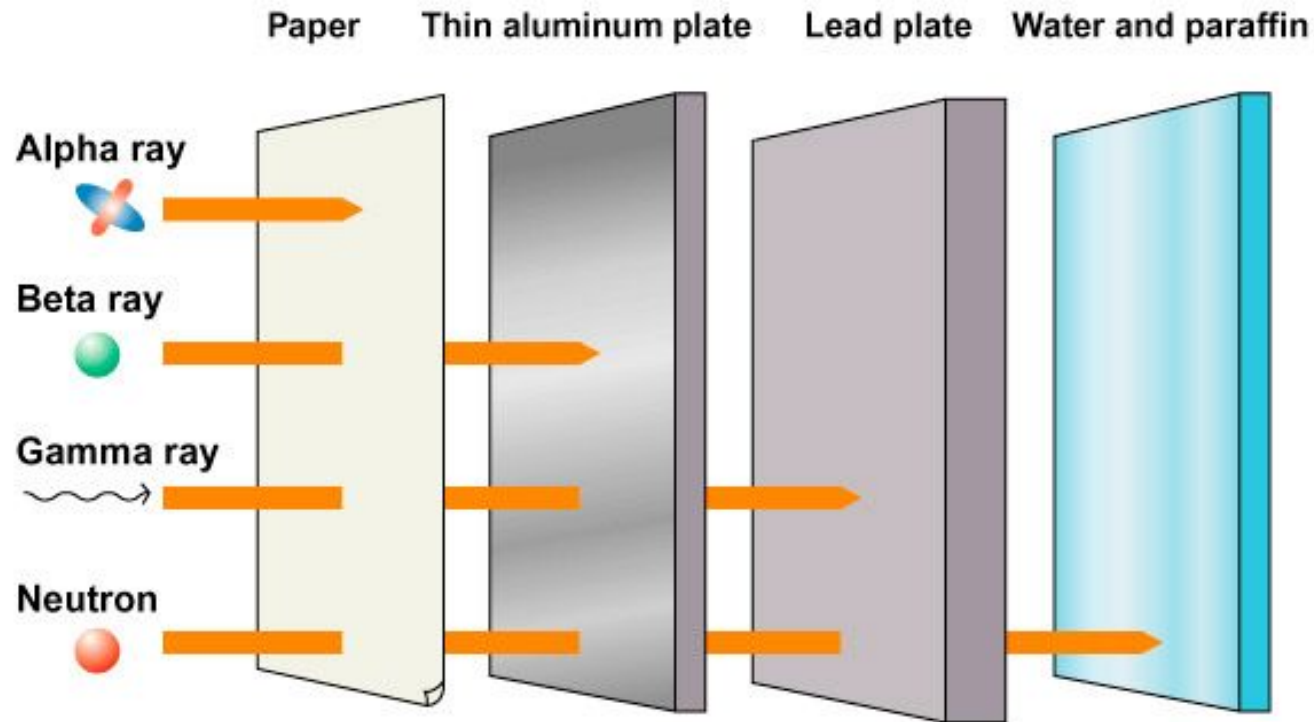


- **Бета-излучение** - поток β -частиц, возникающих при радиоактивном распаде. **Бета-частица** (β -частица), заряженная частица, испускаемая в результате бета-распада.
- Отрицательно заряженные бета-частицы являются **электронами** (β^-), положительно заряженные - **позитронами** (β^+).



Значительные дозы внешнего бета-излучения могут вызвать лучевые ожоги кожи и привести к лучевой болезни. Ещё более опасно внутреннее облучение от бета-активных радионуклидов, попавших внутрь организма.

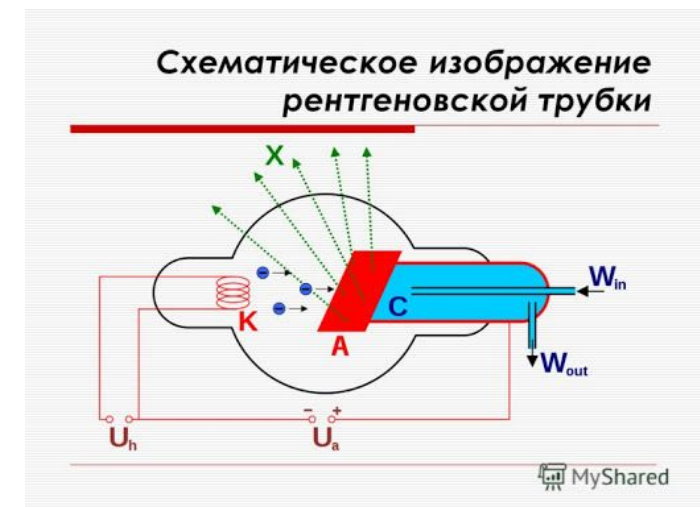
- **Гамма-излучение** — электромагнитное (фотонное) излучение, испускаемое при ядерных превращениях или взаимодействии частиц.
- Гамма-излучение обладает большой проникающей способностью и малым ионизирующим действием. Энергия его находится в пределах 0,01-3 МэВ.



Нейтроны — элементарные частицы, не имеющие заряда. Поток которых образует нейтронное излучение.

- **Рентгеновское излучение** возникает в среде, окружающей источник бета-излучения (в рентгеновских трубках, в ускорителях электронов и т.п.)
- Рентгеновское излучение является ионизирующим. Оно воздействует на ткани живых организмов и может быть причиной лучевой болезни, лучевых ожогов и злокачественных опухолей. По причине этого при работе с рентгеновским излучением необходимо соблюдать меры защиты. Считается, что поражение прямо пропорционально поглощённой дозе излучения. Рентгеновское излучение является мутагенным фактором.

Для рентгенотерапии применяются трубки с анодным напряжением более **100 кВ** для получения более жёсткого излучения.






Вопрос №4

Нормы и принципы радиационной безопасности

Под ***радиационной безопасностью*** понимается *состояние* объекта защиты, при котором исключается воздействие на работающих ионизирующего (альфа-, бета-, гамма), нейтронного, рентгеновского и др. видов излучений.




Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 применяются для обеспечения безопасности человека во всех условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного или природного происхождения.

Требования и нормативы, установленные Нормами, являются обязательными:

- для всех юридических и физических лиц, независимо от их подчиненности и формы собственности, в результате деятельности которых возможно облучение людей,
- для администраций субъектов Российской Федерации, местных органов власти,
- граждан Российской Федерации, иностранных граждан и лиц без гражданства, проживающих на территории Российской Федерации.

Настоящие Нормы устанавливают основные
пределы доз, допустимые уровни
воздействия ионизирующего излучения по ограничению
облучения населения в соответствии с Федеральным законом
от 9 января 1996 г. *№3-ФЗ «О радиационной безопасности*
населения.»

К ионизирующему излучению не относят видимый свет и
ультрафиолетовое излучение, которые в отдельных случаях могут
ионизировать вещество.



Нормы распространяются на следующие источники ионизирующего излучения:


- **техногенные** (при нормальной эксплуатации источников излучения и в результате радиационной аварии);
- **природные** источники;
- **медицинские** источники.

Для обеспечения **радиационной безопасности** необходимо руководствоваться следующими **основными принципами**:

1. Непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения (**принцип нормирования**);

2. Запрещение всех видов деятельности по использованию источников излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным облучением (принцип обоснования);

- Источник излучения — вещество или устройство, испускающее или способное испускать излучение (НРБ-99) и составляющее радиационный фон.



3. Поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника излучения (принцип оптимизации).

- **Поглощённая доза** –это количество энергии излучения поглощенного в единице массы облучаемого вещества и определяемое отношением поглощённой энергии ионизирующего излучения к массе поглощающего вещества.
- **Эквивалентная доза** рассчитывается путём умножения значения поглощённой дозы на специальный коэффициент «взвешивающий коэффициент излучения», учитывающий относительную биологическую эффективность различных видов радиации.
- **Мощность эквивалентной дозы.** Доза излучения, полученная организмом в определённый отрезок времени (например, в течение часа), называется мощностью дозы.

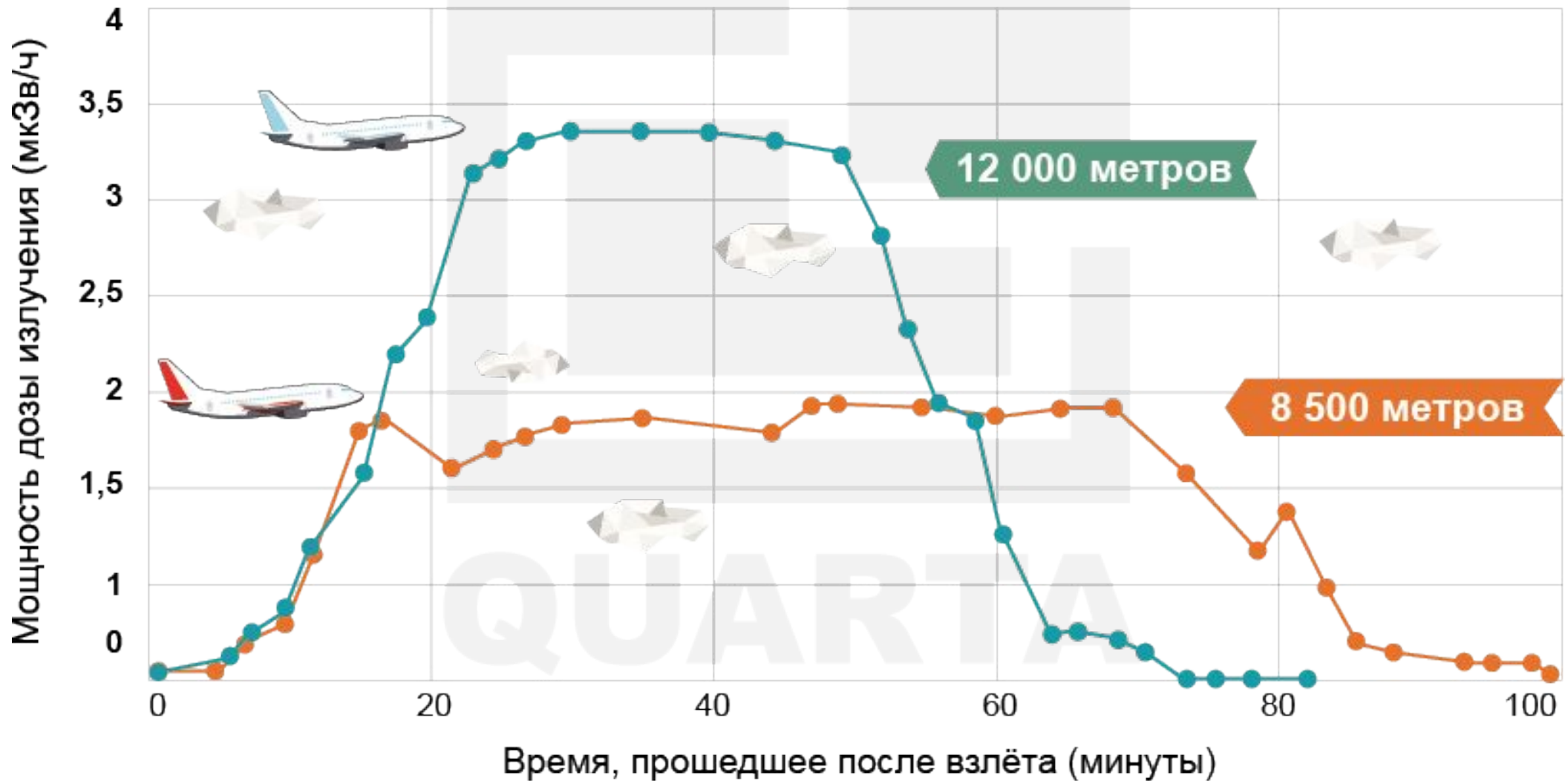
РАДИАЦИОННЫЙ ФОН — ионизирующее излучение, обусловленное совместным действием естественных (природных) и техногенных радиационных факторов

Природный радиационный фон формируется главным образом за счет рассеянных в земной коре, воздухе и воде природных радионуклидов и космического излучения.

В большинстве стран радиационный природный фон в среднем варьирует в диапазоне 8–9 мкР/ч, иногда превышая средние величины на 10–20 мкР/ч. Этот разброс значений от всех природных источников ионизирующего излучения обуславливает формирование годовой ЭЭД облучения в 2000–2500 мкЗв/год.

При этом величина природного радиационного фона в большинстве районов была относительно постоянна на протяжении многих тысяч, а иногда и миллионов лет.

Дозы радиации, полученные во время перелётов



В общем случае все возможные виды зависимостей **эффект - малая доза** можно условно отнести к одному из трех типов:



- **первый тип** (1) графически представляет собой прямую - вероятность заболевания увеличивается прямо пропорционально дозе облучения,
- **второй тип** (2) представлен выпуклой кривой - с увеличением дозы вероятность заболевания быстро растет при малых дозах и медленнее при больших,
- **третий тип** (3) представлен вогнутой кривой - с увеличением дозы вероятность заболевания возрастает медленнее при малых дозах, чем при больших.

Кривая (3) может быть продолжена до пересечения с осью ординат в области положительных эффектов (4), что позволяет предполагать возможность предупреждения малыми дозами онкологических заболеваний, т.н.

радиационный гормезис.

Эффективная доза (или эквивалентная доза) для персонала не должна превышать за период трудовой деятельности (50 лет) - 1000 мЗв , а для населения за *период жизни* (70 лет) - 70 мЗв . Началом периодов считается 1 января 2000 года.

Единицей измерения эквивалентной дозы в СИ является зиверт (Зв). Величина 1 Зв равна эквивалентной дозе любого вида излучения, поглощённой в 1 кг биологической ткани и создающей такой же биологический эффект, как и поглощённая доза в 1 Гр фотонного излучения.


- **Радиационный риск (РР)**, обусловленный деятельностью предприятий атомной промышленности и энергетики и др., характеризуется вероятностью возникновения у человека или его потомства какого-либо негативного эффекта вызванного облучением.



Пример расчета РР: если каждый из 50000 человек получил дозу 2 Зв на определенный орган и если в этой группе возникнет на 100 случаев больше эффектов (раковых заболеваний, серьезных наследственных эффектов) чем в такой же, но необлученной группе, то коэффициент риска составит:

$$\frac{100}{50\,000 \cdot 2} = 10^{-3} \text{Зв}^{-1},$$

что означает один случай на 1000 человек на 1 Зв.



Для упрощения системы радиационной безопасности принято, что коэффициенты риска не зависят от возраста и их величина определяется только принадлежностью индивида к одной из облучаемых групп: к населению вообще или к профессиональным работникам. Поэтому по мере роста дозы облучения человека, пожизненный риск для него растет, не смотря на то, что со временем человек стареет, и этот риск может просто не успеть реализоваться

Риск (или количество ожидаемых последствий облучения) R может быть рассчитан путем умножения эффективной дозы на принятое значение *коэффициента риска*. НРБ-99 ограничивает прирост пожизненного риска в условиях нормальной эксплуатации следующими значениями R :

Облучаемая группа населения	Коэффициент риска злокачественных новообразований, $\times 10^{-2} \text{Зв}^{-1}$	Коэффициент риска наследственных эффектов, $\times 10^{-2} \text{Зв}^{-1}$	Сумма, $\times 10^{-2} \text{Зв}^{-1}$
Все население	5,5	0,2	5,7
Взрослые	4,1	0,1	4,2



Нормальные условия эксплуатации источников излучения

При нормальных условиях эксплуатации источников излучения устанавливаются следующие категории облучаемых лиц:

- персонал (группы А и Б);
- все население, включая лиц из персонала вне сферы и условий их производственной деятельности.

Для категорий облучаемых лиц устанавливаются основные пределы доз (ПД), которые приведены в таблице:


Основные пределы доз

Нормируемые величины*	Пределы доз	
	персонал (группа А)**	население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год в хрусталике глаза***	150 мЗв	15 мЗв
коже****	500 мЗв	50 мЗв
кистях и стопах	500 мЗв	50 мЗв

Основные пределы доз облучения не включают в себя дозы от природного и медицинского облучения, а также дозы вследствие радиационных аварий.

Для женщин в возрасте до 45 лет, работающих с источниками излучения, вводятся дополнительные ограничения: эквивалентная доза на поверхности нижней части области живота не должна превышать *1 мЗв в месяц*, а поступление радионуклидов в организм за год не должно быть более $1/20$ предела годового поступления для персонала.

На период беременности и грудного вскармливания ребенка женщины должны переводиться на работу, не связанную с источниками ионизирующего излучения.



Для студентов и учащихся старше 16 лет, проходящих профессиональное обучение с использованием источников излучения, годовые дозы не должны превышать значений, установленных для персонала группы Б.


Планируемое повышенное облучение персонала группы А выше установленных пределов доз (см. табл. «Основные пределы доз») при предотвращении развития аварии или ликвидации ее последствий может быть разрешено только в случае необходимости спасения людей и (или) предотвращения их облучения.

Планируемое повышенное облучение допускается для мужчин, как правило, старше 30 лет лишь при их добровольном письменном согласии, после информирования о возможных дозах облучения и риске для здоровья.

Облучение эффективной дозой свыше *200 мЗв* в течение года должно рассматриваться как потенциально опасное. Лица, подвергшиеся такому облучению, должны немедленно выводиться из зоны облучения и направляться на медицинское обследование. Последующая работа с источниками излучения этим лицам может быть разрешена только в индивидуальном порядке с учетом их согласия по решению медицинской комиссии.

Меры профилактики от облучения:

- регулярное наблюдение за условиями труда;
- регулярное наблюдение за состоянием здоровья работников;
- регулярный контроль защитных приспособлений и применения СИЗ;
- систематическое информирование работников о существующем риске нарушений здоровья, необходимых мерах защиты и профилактики;
- пропаганду здорового образа жизни (борьба с вредными привычками, занятия физкультурой) и другие меры оздоровления.



Приборы радиационного контроля

Бета-гамма-индикатор радиоактивности ДП-63-А.



Прибор предназначен для обнаружения загрязненности местности бета- и гамма-активными веществами и оценки уровней гамма-радиации.

Прибор смонтирован в пластмассовом корпусе. На верхней панели прибора расположены шкала микроамперметра, корректор установки стрелки микроамперметра, кнопки включения поддиапазонов, крышка отсека питания. В днище корпуса сделана прорезь для доступа бета-излучения. Это окно закрыто заслонкой. Заслонка открывается с помощью кнопки, помещенной на боковой стенке корпуса.

Внутри корпуса имеются два газоразрядных счетчика и другие элементы электрической схемы. **Прибор снабжен контрольным бета-активным препаратом.** Электропитание прибора представлено двумя съемными сухими элементами. Они способны обеспечить непрерывную работу прибора в течение примерно 50 часов.

Измеритель мощности дозы (рентгенометр) ДП-5А



Основные части прибора:
измерительный пульт и зонд,
соединенный с пультом с помощью
гибкого кабеля длиной 1,2 м, телефон,
удлинительная штанга,
аккумуляторная колодка для
подключения прибора к внешнему
источнику постоянного тока, футляр с
ремнями и **контрольным препаратом**
(радиоактивным источником),
запасное имущество.



Комплект индивидуальных дозиметров ДП-22В предназначен для измерения экспозиционной дозы гамма-излучения в диапазоне 2-50 рентген.

В комплект дозиметра ДП-22В входят:

- зарядное устройство ЗД-5
- 50 измерителей дозы ДКП-50А.



Прибор ДП-24 предназначен для измерения экспозиционной дозы гамма-излучения в диапазоне 2-50 рентген.

Нормы распространяются на следующие виды воздействия ионизирующего излучения на человека:

- в условиях нормальной эксплуатации техногенных источников излучения;
- в результате радиационной аварии;
- от природных источников излучения;
- при медицинском облучении.

Требования Норм и Правил не распространяются на источники излучения, создающие :

- индивидуальную годовую эффективную дозу не более 10 мкЗв;
- индивидуальную годовую эквивалентную дозу в коже не более 50 мЗв и в хрусталике не более 15 мЗв;
- коллективную эффективную годовую дозу не более 1 чел-Зв.
- на космическое излучение на поверхности Земли и внутреннее облучение человека.

- **Зиверт** (обозначение: **Зв, Sv**) - единица эквивалентной дозы излучения в системе СИ, равная эквивалентной дозе в случае, если доза поглощенного ионизирующего излучения, умноженная на условный безразмерный фактор, составляет 1 Дж/кг.

- Так как различные виды излучения вызывают разное воздействие на биологическую ткань, то используется взвешенная поглощенная доза излучения, называемая также **эквивалентной дозой**; она получается путем модифицирования поглощенной дозы за счет ее умножения на условный безразмерный фактор, принятый Международной комиссией по защите от рентгеновского излучения. В настоящее время зиверт все больше вытесняет выходящий из употребления физический эквивалент рентгена.

Принципы нормальной эксплуатации источников излучения

- непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников излучения (**принцип нормирования**);
- запрещение всех видов деятельности по использованию источников излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда (**принцип обоснования**);

- поддержание на возможно низком и достижимом уровне индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника излучения (**принцип оптимизации**).