

## Тема 3

# Обеспечение экологической безопасности

Вопросы:

1. Экологические опасности : классификация, источники
2. Экологическое нормирование (нормативы качества ОС, допустимого воздействия, технические, технические регламенты)
3. Охрана и защита атмосферного воздуха
4. Охрана и защита водной среды
5. Физические воздействия в окружающей среде
  - 5.1 Механические колебания (шум, ультразвук, инфразвук, вибрация)
  - 5.2 Влияние электромагнитных полей
  - 5.3 Ионизирующие излучения

# Терминология

- **Экологическая безопасность** - это состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.
- **Обеспечение экологической безопасности** – это система действий по предотвращению возникновения, развития экологически опасных ситуаций и ликвидации их последствий, в том числе отдаленных.

# Природа экологических опасностей



# Вредное (загрязняющее) вещество-вещество, присутствие которого в окружающей среде оказывает неблагоприятное воздействие на нее и здоровье человека

Вредные вещества:

- Канцерогенные (вызывают онкологические заболевания)
- Токсичные (вызывают отравления)
- Мутагенные (воздействуют на генетический аппарат)
- Сенсибилизирующие (аллергены)

Классы опасности вредных веществ:

1 класс- чрезвычайно опасные, 2 класс- высоко опасные, 3 класс- умеренно опасные, 4 класс- мало опасные

Наименование показателей	I	II	III	IV
ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>	<0,1	0,1-1,0	1,0-10	>10
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	<15	15-150	150-5000	>5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	<100	100-500	500-2500	>2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м <sup>3</sup>	<500	500-5000	5000-50000	>50000
Другие показатели...				

# Классификация экологических опасностей

## Экологические опасности:

### 1. По характеру воздействия:

- Химические
- Физические:
  - шумовое
  - вибрационное
  - электромагнитное
  - ионизирующее
- Биологическое

### 2. По происхождению:

- Природное
- Техногенное

### 3. По времени действия:

- Длительное
- Кратковременное

### 4. По причине воздействия:

- в штатном режиме
- в результате аварии

# Источники экологических опасностей и их последствия

Источник опасности	Последствия для здоровья
1) Химическое загрязнение среды: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Соединения тяжелых металлов</li> <li>• Пестициды, ядохимикаты, агрохимикаты</li> <li>• Диоксины</li> </ul>	Токсические отравления Расстройство пищеварения Сердечно-сосудистые заболевания Онкологические заболевания Поражение нервной системы Изменения генетического кода
2) Бактериологическое загрязнение среды (бактерии, вирусы)	Инфекционные заболевания
3) Физическое загрязнение среды:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Электромагнитные поля (ЭМП)</li> </ul>	Сердечно-сосудистые заболевания Нарушения центральной нервной и эндокринной систем Онкологические заболевания, в т.ч. лейкоз
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ионизирующие излучения:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- природные радионуклиды</li> <li>- трансурановые элементы</li> <li>- гамма-излучатели</li> </ul> </li> </ul>	Лучевая болезнь Расстройство иммунной системы Онкологические заболевания Изменение генетического кода
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Акустические колебания               <ul style="list-style-type: none"> <li>- шум</li> <li>- вибрация</li> </ul> </li> <li>Ультразвук и инфразвук</li> </ul>	Потеря слуха Нарушения нервной системы Нарушения сердечно-сосудистой системы
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тепловое загрязнение</li> </ul>	Нарушения органов при перегреве (переохлаждении)

# Экологическое нормирование – государственное

регулирование уровня воздействия деятельности на ОС , гарантирующее сохранение ЭБ

Норматив-юридический документ, обязательный для выполнения юридическими и физическими лицами и налагающий ответственность за его выполнение

Нормативы:

- Качества окружающей среды (санитарно-гигиенические показатели)
- Допустимого воздействия (технический, предъявляются к источнику)
- Государственные стандарты (регламенты)
- Вспомогательные нормы и правила

Принципы нормирования:

- Безопасность человека
- Опережения (неизвестное вещество не может использоваться)
- Порогового действия

В основе норматива лежат показатели:

- Медицинский (устанавливает пороговый уровень для здоровья)
- Научно-технический (обоснованный и контролируемый по всем параметрам)
- Технологический (выполнимый современной техникой)

# Нормативы качества ОС-ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

Установление нормативов качества ОС основывается на концепции пороговости воздействия.

- **Порог вредного действия** - это минимальная доза вещества, при воздействии которой в организме возникают изменения, выходящие за пределы физиологических и приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология.
- **Пороговая доза вещества** (или пороговое действие вообще) вызывает у биологического организма отклик, который не может быть скомпенсирован за счет гомеостатических механизмов.

**Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ (ПДК)** - нормативы, устанавливающие концентрации вредного вещества

- в единице объема (воздуха, воды),
- массы (пищевых продуктов, почвы)
- или поверхности (кожа работающих),

которые при воздействии за определенный промежуток времени практически **не влияют** на здоровье человека и не вызывают неблагоприятных последствий у его потомства.

# Качество воздушной среды

## Химический состав воздуха при нормальных условиях

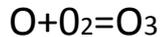
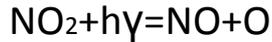
Газ	Объем, %
азот	78,8
кислород	20,95 (14,3-критическое )
аргон	0,9325
Диоксид углерода	0,03
неон	0,0018
гелий	0,0005
радон	$6 \cdot 10^{-18}$
криптон	0,00011
водород	0,00005
озон	0,000001

# Воздействие на атмосферу

## 1. Превышение ПДК

## 2. Формирование фотохимического смога

Механизм:



.....



} ПАН

(пероксиацетилнитраты)



Состав смога:

$\text{O}_3$  60-75%

$\text{H}_2\text{O}_2$

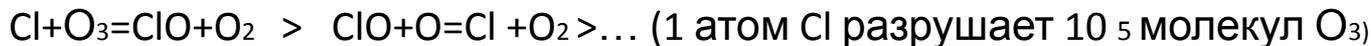
Альдегиды } 25-40%

ПАН

## 3. Формирование кислотных дождей

- $\text{SO}_2 + \text{OH}^- = \text{HSO}_3 + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{SO}_4$
- $\text{SO}_2 + h\nu = \text{SO}_2 + \text{O}_2 = \text{SO}_4 + \text{O}_2 = \text{SO}_3 + \text{O}_3 > \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$  (капли)
- $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$   $\text{NO}_2 = \text{OH}^- + \text{HNO}_3$  (капли)

## 4. Разрушение озонового слоя (18-45 км) Озоновый слой активно поглощает ультрафиолетовые лучи ( $\lambda < 310$ нм).



## 5. Парниковый эффект (Углекислый газ поглощает инфракрасную часть спектра и пропускает длинноволновую –видимую- часть. Происходит разогрев Земли)

Парниковые газы: диоксид углерода, метан, фреоны, закись азота

Источники: потребление углеводородного топлива, выделение метана, вырубка лесов

# Влияние состава атмосферного воздуха на здоровье людей

Группа болезней	Среднемесячная заболеваемость на 1 тыс. человек	
	Средняя по городам	Г.Липецк
Онкология	0,25	0,48
Эндокринная система	0,26	1,1
Органы пищеварения	1,9	12,1
Органы дыхания	14,7	32,3
Система кровообращения	3,1	18,9
Болезни кожи	0,76	2,4

# Средства защиты воздушного бассейна

Направления в области обеспечения экологической безопасности:

- Нормирование предельно допустимых концентраций вредных веществ
- Нормирование предельно допустимого воздействия( массы выброса)-расчет ПДВ
- Контроль за содержанием ВВ в воздухе и выбросами отходящих газов
- Зонирование территории
- Герметизация оборудования и применение технических средств защиты

Способы очистки газов:

\*\*инерционные и гравитационные (электромагнитные)  
пылеуловители

\*\*мокрые пылеуловители

\*\*фильтры

\*\*абсорберы и адсорберы

\*\*дожигатели газов и катализаторы

- Вентиляция помещений и разбавление газов
- Применение средств индивидуальной защиты

# Состав воздушной смеси при свободном дыхании

воздух	кислород	Углекислый газ	азот
вдох	20,94	0,03	79,03
выдох	16,3	4,0	79,7
В альвеоле	14,4	5,6	80,0

Потребность в чистом воздухе в расчете на 1 человека:

Категория помещения	Количество воздуха
жилое	3,0 м3/час на 1,0 м2
административное	20-60 м3/час
производственное	60-120 м3/час

# Гигиенические показатели качества воды

1) Физические (сравнение с дистиллированной по специальным шкалам):

- Содержание взвешенных веществ (мутность)
- Содержание органики (цветность)
- Запах и вкус (органолептика)
- Прозрачность

2) Химические:

- Жесткость (общая, карбонатная, некарбонатная)
- Содержание тяжелых металлов
- Содержание ПАВ
- Содержание растворенных газов
- Содержание органических веществ (ХПК, БПК)
- Активная реакция (водородный показатель pH)

3) Бактериологический (коли-индекс)

# Способы защиты водного бассейна (очистки вод)

Способы защиты:

- Нормирование и контроль предельно допустимых концентраций и нормативно допустимых сбросов (НДС)
- Организация водоохранных зон
- Применение технических средств защиты:
  - \*\* организация и применение систем замкнутого водопользования
  - \*\* механическая очистка (отстойники, нефтеловушки, гидроциклоны, фильтры, ультрафильтры)
  - \*\* физико-химические методы (нейтрализация реагентами, окисление, коагуляция, сорбция, флотация, экстракция, ионный обмен, диализ, мембранная очистка)
  - \*\* биологическая очистка

**Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду** - нормативы, которые установлены в соответствии с показателями воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и при которых соблюдаются нормативы качества окружающей

1. **Предельно допустимые<sup>среды</sup> уровни воздействия (ПДУ)**
2. **Ориентировочно-безопасные (допустимые) уровни (ОБУВ, ОДУ), временно-согласованные (ВСУ)**
3. **Предельно допустимые уровни эмиссий (ПДВ, ПДС)**
4. **Предельно допустимые уровни изъятия (квоты, лимиты)**
5. **Предельно допустимая нагрузка**

## Нормативы допустимого воздействия

- ❖ нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов;
- ❖ нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение;
- ❖ нормативы допустимых физических воздействий (количество тепла, уровни шума, вибрации, ионизирующего излучения, напряженности электромагнитных полей и иных физических воздействий);
- ❖ нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды;
- ❖ нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду;

# Технологический норматив

***технологический норматив*** - норматив допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов, который устанавливается для стационарных, передвижных и иных источников, технологических процессов, оборудования и отражает допустимую массу выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов в окружающую среду в расчете на единицу выпускаемой продукции

## Лимиты на сбросы и выбросы, образование, размещение отходов

1. При невозможности соблюдения нормативов могут устанавливаться **лимиты** на выбросы и сбросы на основе разрешений, действующих только в период проведения мероприятий по охране ОС, внедрения наилучших существующих технологий и (или) реализации других природоохранных проектов с учетом поэтапного достижения нормативов допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов.
2. Установление лимитов на выбросы и сбросы допускается только при наличии планов снижения выбросов и сбросов, согласованных с органами исполнительной власти.
3. Выбросы и сбросы в пределах установленных нормативов и лимитов допускаются на основании разрешений, выданных органами исполнительной власти

# Технологический регламент

В соответствии с требованиями от 27.12.2002 г. N 184-ФЗ «О техническом регулировании»

**технический регламент** - документ, который устанавливает обязательные для применения и исполнения требования безопасности к объектам технического регулирования (продукции, в том числе, зданиям, строениям и сооружениям, или к связанным с требованиями к продукции процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации)

**Санитарно-защитная зона** - специальная территория с особым режимом использования, являющаяся защитным барьером, обеспечивающим уровень безопасности населения при эксплуатации объекта в штатном режиме.

1. В проекте СЗЗ должны быть определены:

- -размер и границы санитарно-защитной зоны;
- -мероприятия по защите населения от воздействия;
- -функциональное зонирование территории санитарно-защитной зоны и режим ее использования.

2. Критерием для определения размера СЗЗ является **не превышение** на ее внешней границе и за ее пределами **ПДК** загрязняющих веществ для атмосферного воздуха населенных мест, **ПДУ** (предельно допустимых уровней) физического воздействия на атмосферный воздух

3. Размеры СЗЗ устанавливаются на основании:

- *классификации предприятий по степени опасности,*
- *расчетов рассеивания ЗВ*
- *расчетов физических воздействий (шум, вибрация, электромагнитные поля (ЭМП) и др.)*
- *оценки риска здоровью для промышленных объектов и производств I и II классов опасности*

# Физические факторы окружающей среды и защита

## 1. Механические колебания и их характеристики

Основные параметры воздействия:

- Амплитуда (A), м
- Период колебаний (T), с
- Частота колебаний (f), 1/с
- Мощность источника (P), Вт
- Интенсивность колебаний (J), Вт/м<sup>2</sup>
- Скорость распространения волны (C), м/с
- Длина распространения волны ( $\lambda$ ), м
- Давление в среде (p), Па

$$f=1/T$$

$$J=P/F$$

$$C=\lambda/T$$

# Шум и его характеристики

Шум-комплекс беспорядочных звуков, различных по частоте и интенсивности

Звук- колебательное движение упругой среды

Характеристики звука:

- Звуковое давление  $p$ , (Па)
- Интенсивность  $J$ , (Вт/м<sup>2</sup>)
- частота  $f$ , (Гц):
  - \*\*низкочастотный (<350 Гц)
  - \*\*среднечастотный (350-800 Гц)
  - \*\*высокочастотный (> 800 Гц)
  - \*\*ультразвук > 20000 Гц
  - \*\*инфразвук < 20 Гц

$$J = p^2 / \rho c$$

Звуковые октавы :

1	2	3	4	5	6	7	8	9
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000

Порог слышимости:  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па  $J_0 = 10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>

Порог болевого ощущения:  $p_0 = 2 \cdot 10$  Па,  $J_0 = 1,0$  Вт/м<sup>2</sup>

Ухо реагирует на эффект сравнения:  $p/p_0$  или  $J/J_0$

# Шум и его характеристики (продолжение)

В акустике согласно закону Вебера -Фехнера оперируют логарифмическими значениями интенсивностей или звуковых давлений (уровнями):

*Уровень интенсивности звука*  $L=10 \lg J/J_0$  (дБ)

*Уровень давления звука*  $L^*=20 \lg p/p_0$  (дБ)

*Уровень громкости звука*- уровень интенсивности звука частотой 1000 Гц, столь же громкого для слуха, как и измеряемый звук с другой частотой .

**1 фон**-разность уровней громкости двух звуков (данной частоты и стандартной-1000 Гц) отличаются по интенсивности (звуковому давлению) на 1 Дб.

При частоте 1000 Гц **порог болевого ощущения 120 Дб**

Шум	Уровень громкости, дБ	Характеристика среды
	10-50	Комфортные условия
	50-60	Вредно для нервной системы
	80-90	Необратимые изменения слуха
	120-140	Повреждение органов слуха

# Уровень громкости шума от некоторых ИСТОЧНИКОВ

Уровень громкости, дБ	Источник шума
160	Выстрел из орудия на расстоянии 1-2 м
110-100	Работа газокompрессорной станции
100-90	Железнодорожный транспорт на расстоянии до 20 м
100-80	Цех металлургического завода или кузнечный цех
95	Метро на скорости 60 км/час
90	Шум в самолете
80	Автоматгистраль на расстоянии до 7 м
60	Речь в аудитории
30-40	Шепот на расстоянии до 1 м

## Способы защиты:

- Понижение громкости источников
- Применение звукозащитных экранов
- Применение СИЗ

## Шкала громкости:

Уровень громкости, фон	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Громкость, сон	0	0.1	0.25	0,5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512

# Нормирование шума

Санитарные нормы устанавливают:

## 1. Допустимые уровни звукового давления (Дб) по А-шкале шумомера

Зона действия звука	Время суток			
	7-00:23-00		23-00:7-00	
	LЭКВ	Lmax	LЭКВ	Lmax
Служебные помещения	40	55	-	-
Жилые комнаты	40	55	30	45
Номера гостиниц, общежитий, больниц	45	60	35	50
Территория жилой зоны	55	70	45	60
Залы ожидания вокзалов	60	75	-	-

\*Максимальный уровень шума- максимальные значения показаний шумомера за время измерений в течение наиболее шумных 30 мин

\*\*Эквивалентный уровень шума- определяется:

1)Проводят измерения шума через 5 сек

2)Измеренные величины разбивают на классы с диапазоном 5 дБ и средним значением LI

3) $L_i = 10 \lg(0,01 \sum t_i * 10^{0,1 L_i})$  ti- относительное время действия шума давлением Li, %

## 2. По дозе шумового воздействия:

$D = \int p_2(t) dt < p_{\text{доп}} \cdot T$ , где T-время действия, p доп-допустимое звуковое давление, Па.

# Инфразвук и ультразвук

**Инфразвук**- «голос моря» (16-25 Гц):

*Источники* -гром, взрывы, землетрясения

*Характерная черта*-малое поглощение

*Нормируемый параметр*- предельно допустимый уровень звукового давления (в октавных полосах 2,4,8,16-90 Дб)

**Ультразвук**-частота от 20 кГц до 1 МГц

Вредное влияние-нарушение ЦНС, головная боль, утомляемость, потеря слуха, изменение состава крови

Нормирование- в частотах от 11 до 20 КГц предельно допустимые уровни звукового давления 75-110дБ

Защита:

- Использование оборудования более высоких частот
- Выполнение оборудования в закрытом исполнении (кожухи, кабины)
- Экранирование
- Исключение контакта с инструментом
- Применение СИЗ

# Вибрация- колебания, распространяющиеся через плотные среды

Осязание-восприятие прикосновения, давления, растяжения через раздражение рецепторов, кожи, слизистой оболочки и преобразование ЦНС сигнала в соответствующий вид чувствительности

Пороги ощущения тактильного анализатора и болевого ощущения:

- Кончики пальцев –от3 г/мм<sup>2</sup> до 300 г/мм<sup>2</sup>
- Кожа живота-от26 г/мм<sup>2</sup> до 200 г/м<sup>2</sup>

Вибрация:

- Общая и локальная
- Высокочастотная и низкочастотная(наибольшая чувствительность-100-250 Гц)

Действие на организм:

Сосудистые нарушения, поражение нервной системы, изменения в мышечной ткани и костно-суставная патология

Показатели вибрационной нагрузки:

1)Виброскорость (V, мм/с) и виброускорение(a, мм/с<sup>2</sup>)

Пороговые значения(чувствительность рецепторов) :  $V^*=5 \times 10^{-8}$  мм/с,  $a^*=10^{-6}$  мм/с<sup>2</sup>

2)Частота

3) Продолжительность воздействия

Нормирование:

- Среднеквадратичные значения виброскорости (виброускорения)
- Логарифмические уровни виброскорости ( $L_v$ , дБ ), виброускорения (  $L_a$ , дБ)

$$L_v = 20 \lg V / 5 \times 10^{-8}$$

$$L_a = 20 \lg a / 10^{-6}$$

# Вибрация (продолжение)

## Характеристики источников вибрации

Источник вибрации	Виброскорость, мм/с
Рельсовый транспорт	160-0,3
Промышленные установки	5-0,05
Строительная техника	1,6-0,02
Автотранспорт	0,07-0,005
Дневной фон в городе	0,02-0,006
Ночной фон в городе	0,01-0,003
Безопасный уровень	0,12
Осадка фундаментов	0,4-1,2
Повреждение зданий	5-8

### Методы защиты

- 1) Гигиеническое нормирование и контроль
- 2) Снижение в источнике
- 3) Исключение резонансных явлений
- 4) Виброгашение (массивные фундаменты, жесткое крепление)
- 5) Вибродемпфирование (материалы с большим внутренним трением)
- 6) Виброизоляция (упругие прокладки)

# Воздействие электромагнитных полей

Электромагнитное поле (ЭМП)-область распространения электромагнитных волн (ЭМВ)

ЭМВ- колебательный процесс в среде, связанный с изменяющимися в пространстве и времени взаимосвязанными электрическими и магнитными полями

Физическая природа ЭМП:

- Постоянное электрическое поле(эл. свойства )
- Постоянное магнитное поле (магнитные свойства)
- Движущиеся заряженные электрические частицы
- Фотоны (свет)

Характеристики ЭМП и ЭМВ:

1)Вектор напряженности эл. поля  $E$ , (в/м)-сила, действующая на единичный эл. заряд, помещенный в поле, создаваемое другим зарядом, находящимся на расстоянии в 1 м

2)Вектор напряженности магнитного поля  $H$ , (а/м)-сила, действующая на движущийся единичный электрический заряд в магнитном поле, создаваемом тонким бесконечно длинным проводнике, по которому течет ток в 1 а, на расстоянии в 1 м

3) Магнитная индукция (учитывает магнитные свойства веществ):

$$B = \mu_0 \mu_{\text{ср}} H = 4 \pi 10^{-7} \mu_{\text{ср}} H \quad (\text{тесла}),$$

где  $\mu_0$ -магнитная проницаемость в вакууме,  $\mu_{\text{ср}}$ - магнитная проницаемость в среде  
в вакууме  $c = 377 \text{ Н}$

4)Длина волны,  $\lambda$ (м)

5)Частота колебаний  $f$ (1/с)

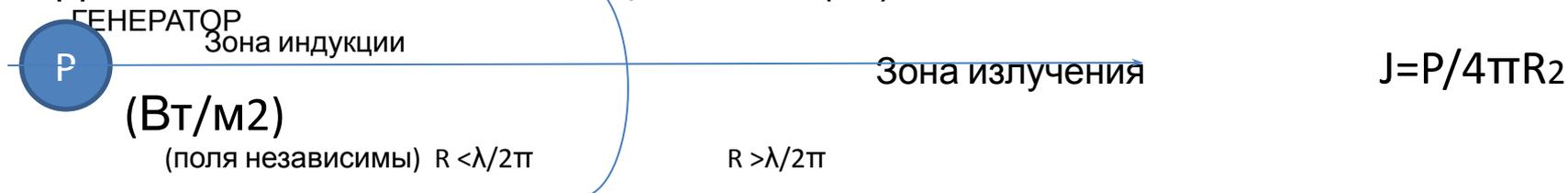
6)Скорость распространения волны в среде  $c = \lambda f$  (м/с)      скорость света  $= 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

# Воздействие электромагнитных полей

## Энергетические характеристики ЭМП: (продолжение)

1) Интенсивность ЭМП:  $J = E \times H$ , Вт/м<sup>2</sup>

Для точечного источника мощностью P (Вт):



2) Плотность мощности излучения (потока энергии) ППЭ:

$$S = 377 H^2 = E^2 / 377 \quad (\text{Вт/м}^2)$$

3) Экспозиционная энергетическая доза Д<sub>э</sub> (Дж/м<sup>2</sup>)

$$D_{\text{э}} = \int S(t) dt$$

4) Удельная поглощенная энергия (энергия, поглощенная единицей массы вещества):  $SA = dw/dm$  (Дж/кг)

5) Удельная поглощенная мощность:  $SAR = d(SA)/dt$ , (Вт/кг)

6) Энергетическая нагрузка (доза квадрата напряженности ЭМП)

$$E = (\text{ЭН}_E / T)^{1/2}, \quad (\text{В}^2\text{с/м}^2) ; \quad H = (\text{ЭН}_H)^{1/2} \quad (\text{а}^2\text{с/м}^2)$$

# Воздействие ЭМП (продолжение)

Название ЭМП		Диапазон частот, Гц	Длина волны, м
Статические магнитные и эл.ктрические поля		0	0
Низкочастотные (электтروустановки) Радиочастотные (радиостанции, локаторы, СВЧ-оборудование, и др.)	Крайне и сверхнизкие	3х(10-10 <sup>2</sup> )	10 <sup>8</sup> -10 <sup>6</sup>
	Очень низкие и низкие	3х(10 <sup>2</sup> -10 <sup>4</sup> )	10 <sup>6</sup> -10 <sup>4</sup>
	Длинные волны (ДВ)	3х(10 <sup>4</sup> -10 <sup>6</sup> )	10 <sup>4</sup> -10 <sup>3</sup>
	Средние волны (СВ)	3х(10 <sup>5</sup> -10 <sup>6</sup> )	10 <sup>3</sup> -10 <sup>2</sup>
	Короткие волны (КВ)	3х(10 <sup>6</sup> -10 <sup>7</sup> )	10 <sup>2</sup> -10
	Ультракороткие волны	3х(10 <sup>7</sup> -10 <sup>8</sup> )	10 <sup>1</sup> -10 <sup>0</sup>
	Микроволны (СВЧ)	3х(10 <sup>8</sup> -10 <sup>11</sup> )	10 <sup>0</sup> -10 <sup>-3</sup>
Оптические (светотехнические установки и устройства)	Инфракрасные (тепло)	3х(10 <sup>12</sup> -10 <sup>14</sup> )	10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-6</sup>
	Видимые (свет)	3х(10 <sup>14</sup> )	(0,4-0,8)10 <sup>-6</sup>
	Ультрафиолетовые (УФЛ)	3х(10 <sup>14</sup> -10 <sup>15</sup> )	10 <sup>-6</sup> -10 <sup>-8</sup>
Ионизирующее излучение (рентгеновские установки, гамма-излучатели, ядерные установки)	Рентгеновские	3х(10 <sup>17</sup> -10 <sup>19</sup> )	10 <sup>-9</sup> -10 <sup>-11</sup>
	Гамма-излучатели	3х(10 <sup>20</sup> -10 <sup>22</sup> )	10 <sup>-12</sup> -10 <sup>-14</sup>

# Нормирование ЭМП и защита от воздействия

## Нормативы:

Устанавливаются предельно допустимые уровни (ПДУ):

- Напряженности электрического поля  $E^*$ , в/м
- Напряженности (индукции) магнитного поля  $H^*$ , а/м
- Плотности потока энергии  $S$ , Вт/м<sup>2</sup>
- Экспозиционной энергетической дозы  $D S$ , Дж/м<sup>2</sup>кг
- Удельной поглощенной энергии  $SA$ , Дж/кг

Нормативы устанавливаются:

- Для персонала установок ЭМП
- Для населения, проживающего в районе ЛЭП

Санитарно-защитные зоны ЛЭП:

- До 20 кВ-до 10 м
- До 1150 Кв-до 300 м

При проектировании зданий в районе ЛЭП,  $E^*$  (кВ/м):

- Внутри жилых зданий-0,5
- В районе жилой застройки-1,0
- Населенная местность вне жилой застройки-5.0
- В труднодоступной местности-20.0

Допустимые уровни воздействия ЭМП для терминалов ПЭВМ:

- $E^*$  на расстоянии 0,5 м- не более 10 В/м
- $H^*$  на расстоянии 0,5 м- не более 0,3 А/м

## Защита от ЭМП:

- 1) Создание санитарно-защитных зон
- 2) Экранирование источников  
Экраны:
  - Поглощающие (пенопласт, резина, поролон, древесина, ферромагнитные материалы)
  - Отражающие (материалы с низким электрическим сопротивлением : фольга, сетки, ферромагнитные пленки, краски)
- 3) Защита временем
- 4) Применение средств индивидуальной защиты

## Предельно допустимые уровни воздействия ЭМП при эксплуатации электроустановок

Род тока и частота источника ЭМП	Нормируемые параметры ЭМП	Напряженность электрического поля, E (В/м)	Напряженность магнитного поля, H (А/м)	Индукция магнитного поля, мкТ	Плотность потока мощности, ППМ (Вт/м <sup>2</sup> )
Электростатическое, постоянный ток	Е,Н	$1000 \times 60 / (\tau)^{1/2}$	8000	-	-
Переменный ток частотой 50 Гц	Е,Н	Для персонала: $1000 \times 50 / (\tau + 2)$ Для населения: 500	Локальное: 800-8 часов 1600-4 часа 3200-2 часа 6400-1 час Общее: 80-8 часов 400-4 часа 800-2 часа 1600-1 час	Локальное: 1000-8 часов 2000-4 часа 8000-1 час  Общее: 100-8 часов 500-4 часа 2000-1 час	-
Переменный ток радиочастот					
30-300 кГц	Е	50(30)	-		
60-1500 кГц	Н	-			
0,3-3 МГц	Е	50 (10)	5		
3-30 МГц	Е	20 (4)	-		
30-50 МГц	Е,Н	10 (2)	0,3		
50-300 МГц	Е	5 (2)	-		
0,3-300 ГГц	S	-	-		2/Т(персонал 0.05 (население)

# Предельные значения энергетической нагрузки и ПДУ для короткого промежутка времени

Параметр	Диапазоны частот ЭМП, МГц		
	0,06-3	3-30	30-300
ЭН <sub>Е</sub> , В <sub>2</sub> ч/м <sup>2</sup>	20000	7000	800
ЭН <sub>Н</sub> , А <sub>2</sub> ч/м <sup>2</sup>	200	-	-
Е*, В/м	500	300	80
Н*, А/м	50	-	-

## Документы:

- 1.ГОСТ 12.1.002-84 «ЭМП промышленной частоты.Допустимые уровни напряжения и требования к контролю на рабочих местах»
- 2.ГОСТ 12.1.006-84 «ЭМП радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»
- 3.Сан и Пин 2971-84 «Правила и нормы защиты населения от воздействия эл. Поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты»
- 4.Сан и Пин 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, ПЭВМ и организации работ»

# Ионизирующие излучения (ИИ). Радиационная безопасность

ИИ-излучение, при котором происходит ионизация среды, т.е. молекулы вещества распадаются на ионы и электроны

Радиоактивность- самопроизвольное превращение неустойчивого Изотоп-атом одного и того же элемента, отличающийся массой

Излучения:

1) Квантовое (электромагнитное):

- Ультрафиолетовое (фотоэффект, люминисценция):  $10 < \lambda < 380 \text{ нм}$  ( $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$ )
- Рентгеновское (торможение электронов, характеристическое при взаимодействии заряженных частиц с веществом):  $0,001 < \lambda < 100 \text{ нм}$
- $\gamma$ -излучение (при радиоактивных превращениях и ядерных реакциях)  $\lambda < 0,1 \text{ нм}$

2) Корпускулярное

- $\alpha$ - излучение (излучение ядер гелия при распаде радионуклидов)
- $\beta$  - излучение (электроны или позитроны при распаде ядер)
- $n$ - излучение (нейтроны при ядерной реакции)

Характеристики излучений:

1) Ионизирующая способность количество образующих ионных пар в единице массы или на единице длины пути

Вид излучения	Ионизирующая способность	Длина пробега (в вакууме)	Энергия, МэВ
$\alpha$	20-60 тыс. пар на 1 см пути	<10 см	2-8
$\beta$	100 пар на 1 см пути	< 10 м	3-3,5
$\beta$	наименьшая	наибольшая	До 1,0
$n$ -	низкая	высокая	0,5-20

## Воздействие ЭМП (продолжение)

### Влияние ЭМП на организм:

Вид ЭМП	Наиболее опасный фактор	Реакция организма
Статическое электрическое поле, слабый ток	Воздействие электрического тока	Нарушения сердечно-сосудистой, (ССС), нервной (ЦНС) систем: нарушения сна, раздражительность, головная боль, изменения ритма сердца
Магнитное статическое поле	Воздействие магнитных сил	Нарушения ЦНС, ССС : зуд, бледность, головная боль, одышка, изменение состава крови, риск гинекологических заболеваний
Низкочастотные (промышленные частоты)	Проявление электромагнитных явлений	Нарушения ЦНС, ССС: головная боль, вялость, расстройство сна, снижение памяти, нарушение сердечного ритма, изменение состава крови
Радиочастотный диапазон	Тепловой эффект	Расстройство ЦНС, нарушения обмена веществ, изменение состава крови, выпадение волос, поражение глаз, почек, мозга, желчного и мочевого пузыря
Световое излучение	Яркость, световые пульсации	Ожоги глаз, утомляемость, головная боль
Ультрафиолетовое, лазерное излучения	Яркость, тепловой эффект	Ожоги глаз, воспаление кожи, озноб, головная боль

# Воздействие ЭМП на организм (продолжение)

## Упрощенные модели воздействия:

Вид ЭМП	Влияние на организм	Пороговое значение ЭМП
Статические поля	<ol style="list-style-type: none"><li>1) В электрическом поле происходит ориентация молекул (образование диполей), протекают биотоки в межклеточной жидкости, изменяется электропроводность тканей</li><li>2) В магнитном поле происходит пространственная переориентация молекул, магнитные эффекты в биохимических реакциях</li></ol>	$E < 130 \text{ в/м}$  $H < 0,025-0,04 \text{ кА/м}$
Переменные ЭМП	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Ткани теряют свойства диэлектриков и становятся проводниками (неравномерно)</li><li>2) Происходит нагрев тканей как за счет переменной поляризации молекул, так и за счет наведенных токов проводимости</li><li>3) Происходит гидролиз в проводящих жидкостях</li></ol>	Тепловой эффект при интенсивности ЭМП более $100 \text{ Вт/м}^2$

# Источники радиации и воздействие на организм

## Источники:

- Природные радиоактивные изотопы: долгоживущие (уран, торий), короткоживущие (радий, радон), нестабильные (калий-40), космического происхождения (углерод-14)
- Искусственные (в результате ядерных реакций- трансурановые элементы)

## Радиоактивные зоны:

- Залежи природных радионуклидов
- Радоноопасные территории
- Места глобальных выпадений
- Места загрязнений в результате аварий
- Места дислокации предприятий ЯТЦ и АЭС
- Промзоны ТЭС (отходящие газы, золы)
- Радиационные установки

## Воздействие радиации на организм и способы защиты:

### Излучение:

#### 1) Физические и химические процессы :

- Ионизация молекул
- Электролиз (радиолиз ) в проводящих жидкостях с образованием свободных радикалов, что приводит к ускорению биохимических реакций и образованию несвойственных организму соединений

#### 2) Биологические процессы:

В клетках и органах возникают необратимые изменения, активизируется рост несвойственных организму клеток (раковых)

### Лучевая болезнь:

- Острая
- Хроническая

Особая опасность- изменяется генетическая структура (код) клетки

### Защита от радиации:

- Защита временем
- Защита расстоянием
- Защита экранированием
- Применение СИЗ

# Характеристики и единицы измерения ионизирующих излучений

Характеристика ИИ	Название и обозначение в системе СИ	Название ед. измерения в практической системе	Соотношения ед. измерения
Активность*, А	БЕККЕРЕЛЬ, Бк	Кюри, Ки	1Бк=1распад/с 1Ки=3,7 10 <sup>10</sup> Бк
Удельная активность	Бк/кг, Бк/м <sup>3</sup> , Бк/м <sup>2</sup>	Ки/кг, Ки/л, Ки/см <sup>2</sup>	
Экспозиционная доза**	Кулон/кг, Кл/кг	Рентген, Р	1Р=2,58 10 <sup>4</sup> Кл/кг
Поглощенная доза, Д=dE/dm	Грей, Гр	Рад, р	1Гр=1 Дж/кг 1 рад=1 эрг/г 1Гр=100 рад
Эквивалентная доза***, Н=ДхW	Зиверт, Зв	бэр	1Зв=1Дж/кг 1Зв=100 бэр

\*Активность-число радиоактивных распадов в единицу времени  $A=dN/dt$ , (Бк)

\*\*Экспозиционная доза-доза ионизирующих излучений, характеризующаяся мощностью рентгеновского излучения, измеряемого количеством электростатической энергии, выделенной в результате ионизации из одной массы (кг) воздуха, в котором излучение наблюдается.

\*\*\*Эквивалентная доза-доза ИИ, оценивающая эквивалентное биологическое действие различных видов излучений, которые учитываются взвешивающим коэффициентом (W) для данного вида излучений

Вид излучения	W
Фотоны любых энергий	1
Электроны любых энергий	1
Нейтроны с энергией : менее 10 КЭВ	5
От 10 до 100 КЭВ и от 2 до 20 МЭВ	10
от 100 КЭВ до 2 МЭВ	20
Протоны с энергией более 2 МЭВ	5
Тяжелые ядра	20

# Характеристики и единицы измерения ИИ (продолжение)

При одновременном действии различных ИИ:

$$H = \sum D_i \times W_i$$

5.Эффективная эквивалентная доза:

$$H_{эфф} = \sum H_i \times W_{Ti}$$

Органы различно воспринимают дозу: если поглощенная доза равна 1, то (см. таблицу)

Орган или ткань организма	Взвешивающий коэффициент $W_T$
Гонады	0,2
Костный мозг	0,12
Толстый кишечник	0,12
печень	0,05
Щитовидная железа	0,05
кожа	0,01

# Нормативы допустимого уровня воздействия ИИ (НОРМЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НРБ-99)

## 1) Основные пределы доз (ПД)

Нормируемые величины	Персонал (группа А)	Население
Эффективная эквивалентная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последние 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последние 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год:		
•В хрусталике глаза	150 мЗв	15 мЗв
•В коже	500 мЗв	50 мЗв
•В костях и стопах	500 мЗв	50 мЗв

## 2) Пределы годового поступления (допустимые среднегодовые уровни поступления в организм

радионуклида, удельные активности поверхностей и тп)

## 3) Контрольные уровни (дозы, активности и тп.)

\*Для персонала группы Б все нормативы принимаются равными  $\frac{1}{4}$  от нормативов группы А

\*\*Смертельная эквивалентная эффективная доза 5000 мЗв (500 бэр)

1Зв-такое количество энергии любого вида ИИ, поглощенного 1 кг массы биологической ткани, при котором наблюдается тот же эффект, что и при поглощенной дозе в 1 Грей образцового рентгеновского или гамма-излучения

