

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Классификация негативных факторов среды обитания

Опасный производственный фактор (ОПФ) — фактор, воздействие которого при определенных условиях приводит к травме или другому внезапному ухудшению здоровья



Вредный производственный фактор (ВПФ) — фактор, воздействие которого при определенных условиях приводит к профзаболеванию или потере трудоспособности

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Выявление негативных факторов, определение их полной номенклатуры

Оценка **воздействия** негативных факторов на человека, определение **допустимых уровней** воздействия и величин приемлемого риска

Определение пространственно временных и количественных характеристик негативных факторов

Установление **причин** возникновения негативных факторов

Оценка **последствий** проявления негативных факторов

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Классификация опасных и вредных производственных факторов

Согласно ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» выделяют группы факторов:

Фактор	Наименование
1 Физические	Движущиеся машины и механизмы, Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны, Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, Повышенный уровень шума на рабочем месте, Недостаточная освещенность рабочей зоны, Повышенный уровень инфракрасной радиации и др.

Фактор	Наименование
2 Химические	<p><i>по характеру воздействия на организм человека:</i> общетоксические, раздражающие, сенсibiliзирующие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию</p> <p><i>по пути проникновения в организм человека:</i> через дыхательные пути, пищеварительную систему, кожный покров</p>
3 Биологические	патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности.
4 Психологические	а) физические перегрузки: статические и динамические б) нервно-психические перегрузки: умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Гигиенические нормативы условий труда – уровни вредных факторов рабочей среды, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч, но не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не должны вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений

Гигиенические нормативы

ПДК

(предельно допустимая концентрация)

ПДУ

(предельно допустимый уровень)

ПДД

(предельно допустимая доза)

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Источники и характеристики основных негативных факторов и особенности их действия на человека

1 Вредные вещества

Вредными считаются вещества, которые при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности могут вызвать производственную травму, профессиональное заболевание или отклонение от нормального состояния здоровья, обнаруживаемые современными методами исследования, как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.



Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Вредные вещества классифицируют:

- ✓ по агрегатному состоянию
- ✓ по химическому составу
- ✓ по происхождению:
 - неорганические
 - органические
- ✓ по размеру частиц (для пыли):
 - видимая (>10 мкм)
 - микроскопическая (0,25-10 мкм)
 - ультрамикроскопическая ($<0,25$ мкм)
- ✓ по характеру воздействия
- ✓ по степени воздействия

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

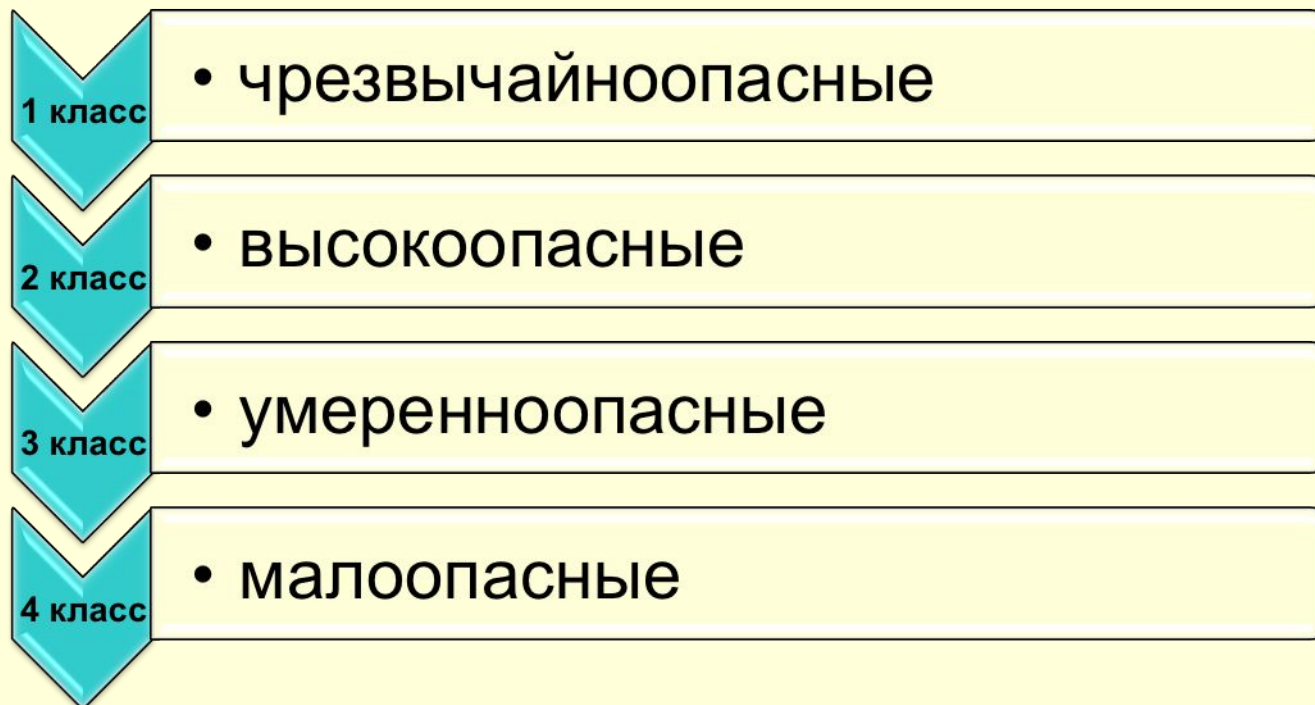
По характеру воздействия на организм человека *вредные химические вещества* в соответствии с **ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»** подразделяются на:

- ✓ **общетоксические**
- ✓ **раздражающие**
- ✓ **сенсibiliзирующие**
- ✓ **канцерогенные**
- ✓ **мутагенные**
- ✓ **влияющие на репродуктивную функцию**

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

По степени воздействия на организм человека все вредные вещества согласно **ГОСТ 12.1.007-76**

"Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества Классификация и общие требования безопасности" подразделяются:

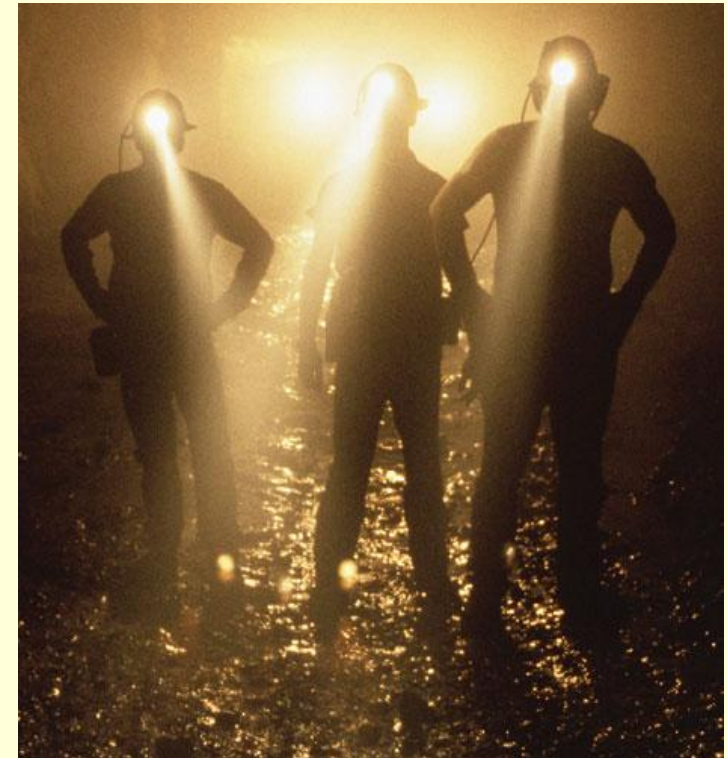


Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Класс опасности	I	II	III	IV
Вещества опасные	чрезвычайно	высоко	умеренно	мало
ПДК, мг/м³	<0,1	0,1–1,0	1,1–10	>10
Средняя смертельная концентрация в воздухе, г/м ³	<0,5	0,5–5,0	5,0–50	>50

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

ПДК ВВ в воздухе рабочей зоны (мг/м³) – концентрация, которая при **ежедневной** (кроме выходных дней) работе в течение **8 ч** (или другой продолжительности, но не более **40 ч в неделю**) в течение **всего рабочего стажа** не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых **современными методами исследований** в процессе работы или в **отдаленные сроки жизни** настоящего или **последующих поколений**.



Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Максимально-разовое значение ПДК

устанавливается для предотвращения рефлекторных реакций человека при кратковременном действии примесей.

Среднесуточное значение ПДК

устанавливается для предупреждения общетоксического, канцерогенного, мутагенного и сенсibiliзирующего действия вещества на организм человека.



Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Вредные вещества могут **проникать в организм** человека через:

- ✓ **дыхательные пути**
- ✓ **желудочно-кишечный тракт**
- ✓ **неповрежденные кожные покровы**
- ✓ **слизистые оболочки глаз**

Пути выведения через:

- ✓ **легкие**
- ✓ **почки**
- ✓ **желудочно-кишечный тракт**
- ✓ **кожа**

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Воздействие нескольких вредных веществ

- ✓ **Комбинированное воздействие** (один путь поступления веществ)
- ✓ **Комплексное воздействие** (разными путями)

В общем случае при наличии в воздухе рабочей зоны **нескольких** (n) вредных веществ

$$ПДК_{\Sigma} = 0,01 \cdot \sum_{i=1}^n ПДК_i \cdot A_i$$

A_i – процентное содержание загрязнений воздуха в их общей сумме, принимаемой за 100 %.

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Типы комбинированного действия (в зависимости от эффектов токсичности)

Аддитивное (однородное) – эффект суммации

При наличии в воздухе веществ однонаправленного действия

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1$$

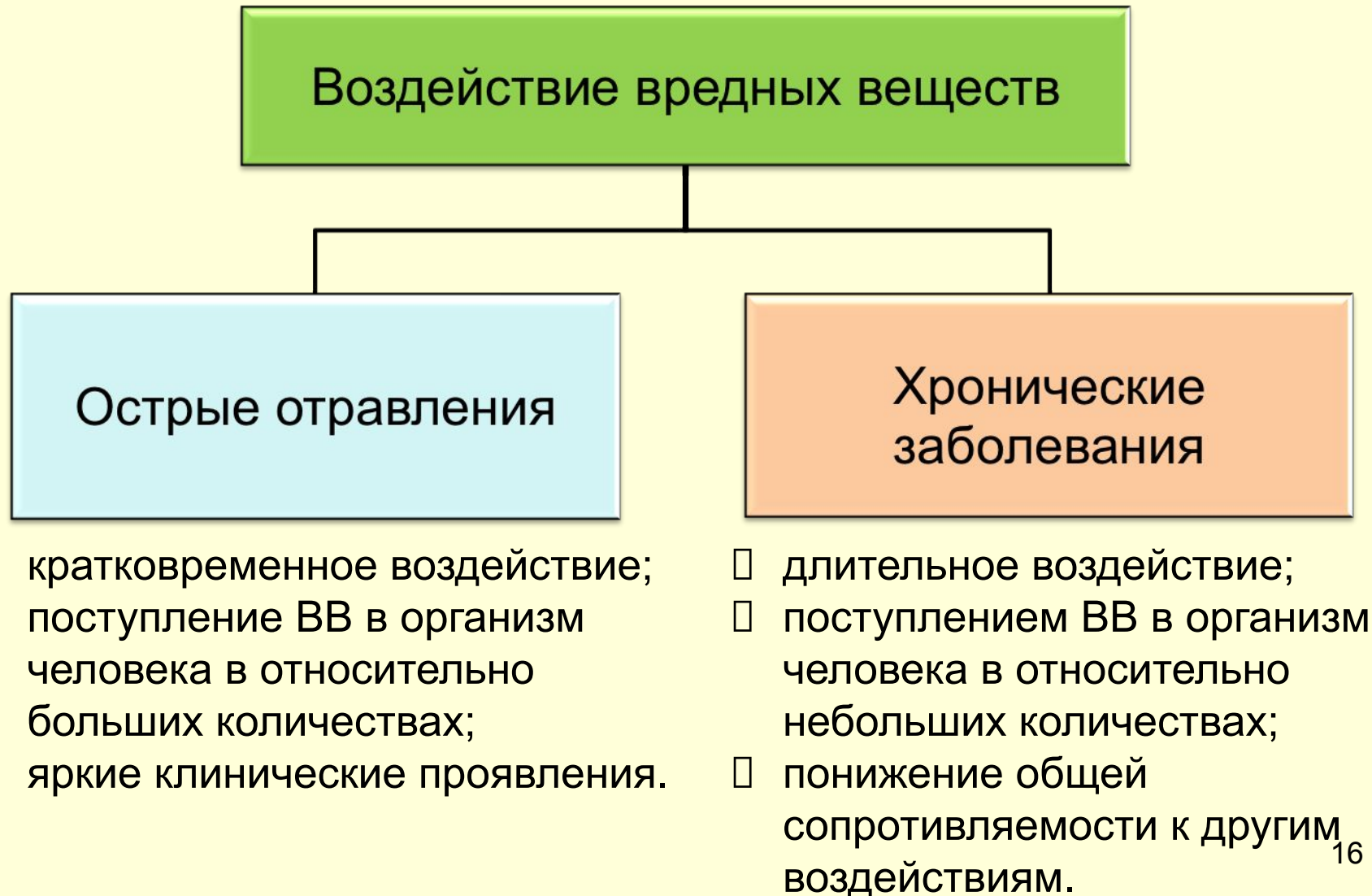
C_i – концентрация вредных веществ в воздухе, мг/м³;
 $ПДК_i$ – ПДК соответствующих вредных веществ, мг/м³.

Потенцированное
(синергизм)

Антагонистическое

Независимое

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов



Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Факторы, влияющие на токсическое действие вредных химических веществ

1. токсичность;
2. концентрация вредного вещества;
3. продолжительность воздействия;
4. непрерывность и прерывистость воздействия;
5. химическая структура вещества;
6. физико-химические свойства вещества (агрегатное состояние, летучесть, растворимость);
7. пути поступления и выделения ВВ;
8. индивидуальные особенности человека;
9. параметры окружающей среды;
10. размер, форма, заряженность частиц (для пыли)
11. твердость, растворимость, адсорбционные свойства (для пыли)

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Основные *ИСТОЧНИКИ* поступления вредных веществ в атмосферный воздух – отдельные отрасли промышленности (металлургия, нефтяная и газовая промышленность, нефтехимическая и химическая промышленность, транспорт).



Наиболее распространенные виды загрязнений: пыль, диоксид серы, оксиды углерода и азота, углеводороды.

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

В наибольшем количестве **в гидросферу** поступают взвешенные вещества, сульфаты, хлориды, аммонийный азот, соединения фосфора.



Особую опасность представляют загрязнения нефтепродуктами, фенолом, поверхностно активными веществами, солями тяжелых металлов.

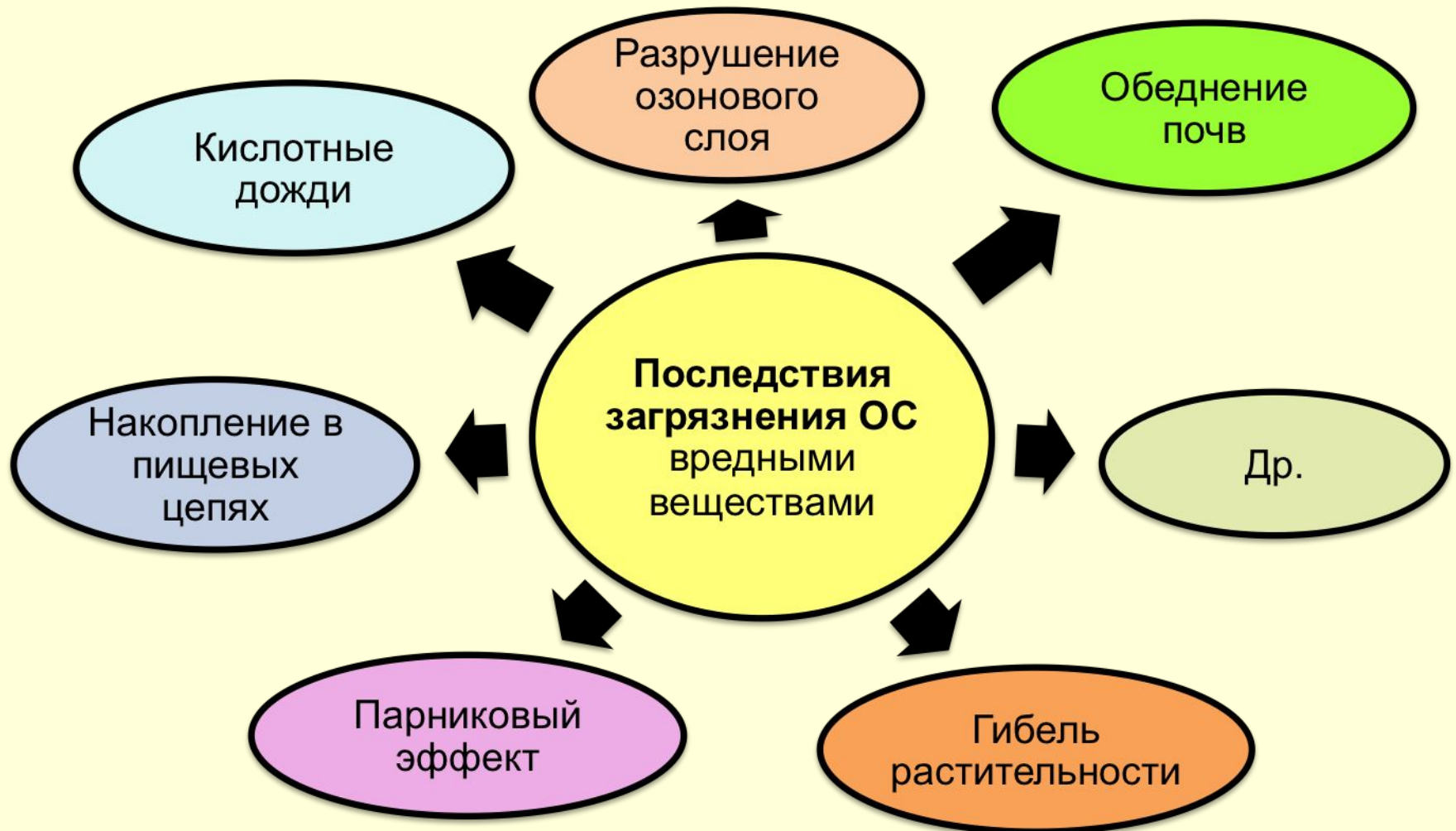
Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Поступление **в литосферу** вредных веществ осуществляется при размещении отходом (ТБО, отвалы предприятий и др.), а также при оседании взвешенных выбросов и с осадками.



Особую опасность представляют загрязнения тяжелыми металлами, неразлагающимися полимерами, нефтепродуктами.

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов



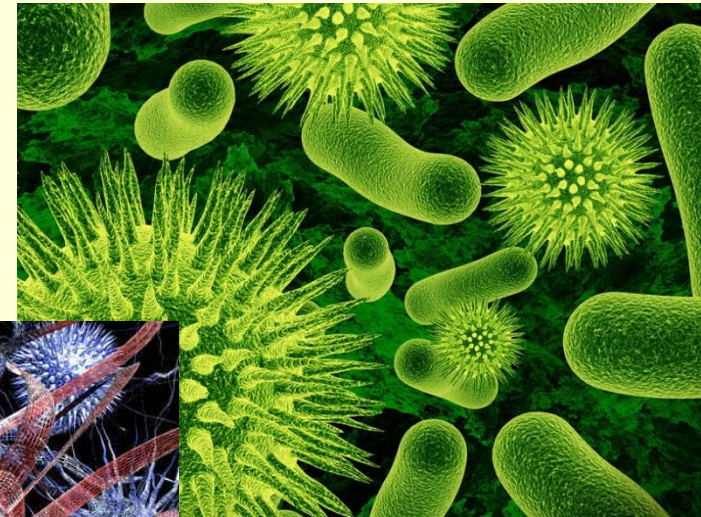
Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Источники и характеристики основных негативных факторов и особенности их действия на человека

2 Биологические негативные факторы

Большая часть **инфекционных заболеваний** человека вызывается:

- ✓ бактериями
- ✓ вирусами
- ✓ риккетсиями
- ✓ грибами



Вирус кори



Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

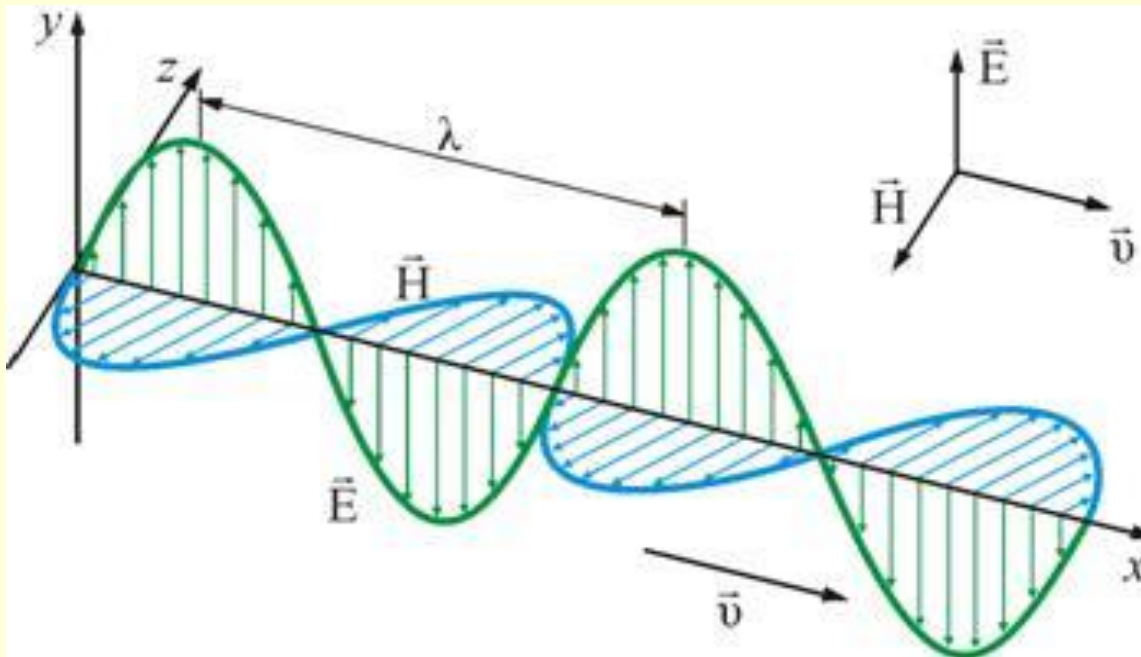
Инфекционные болезни в условиях естественного распространения

группы	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа
название	кишечные инфекции	инфекции дыхательных путей	кровяные инфекции	болезни наружных покровов
путь поступления	через рот	через рот, нос	в кровь	бытовым путем
распространение	вода, пища, грязные руки, мухи	через воздух с каплями слюны или слезы больного	через кровососущих насекомых	при контактах с больным или вещами
болезни	холера, брюшной тиф, дизентерия, инфекционная желтуха, ботулизм и др.	натуральная оспа, корь, скарлатин, грипп, коклюш, дифтерия и др.	малярия, сыпной тиф, клещевой энцефалит, чума и др.	чесотка, сифилис, столбняк и др.

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Источники и характеристики основных негативных факторов и особенности их действия на человека

3 Электромагнитные излучения и поля



E – напряженность ЭП, В/м; H – напряженность МП, А/м

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Шкала электромагнитных волн



Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

3.1 Электромагнитные излучения и поля (радиочастотного диапазона)

Источники ЭМИ

$f=3 - 300$ Гц

(промышленная частота)

- высоковольтные ЛЭП, системы электропроводки, трансформаторные подстанции;
- распределительные устройства;
- устройства защиты и автоматики.
- железнодорожный и городской транспорт (метро, троллейбусный, трамвайный, офисная техника).

$f=60$ кГц – 300 ГГц

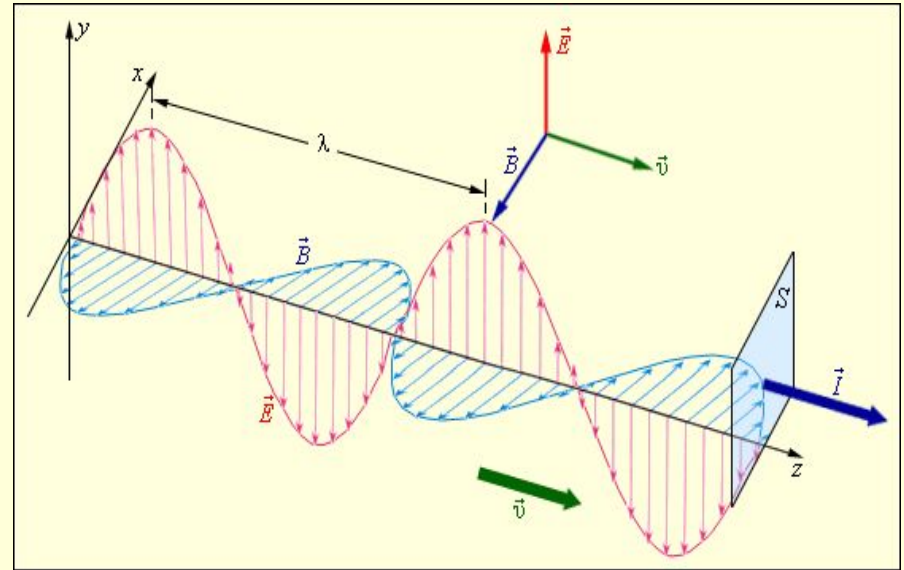
(радиочастоты)

- установки зонной плавки;
- высокочастотные элементы установок: индукторы, трансформаторы, конденсаторы, электронно-лучевые трубки.
- радиолокационные станции (метеорологические, аэропортов), ПЭВМ, мобильные телефоны.

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

$$E = \rho_B \cdot H$$

ρ_B – волновое сопротивление проводящей среды, Ом (для вакуума и воздуха = 377 Ом)



Плотность потока энергии (ППЭ) – средняя энергия, переносимая электромагнитными волнами за 1с через площадку в 1 м², перпендикулярную движению волны, Вт/м².

$$q = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{E^2}{377} = E \cdot H$$

P – мощность генератора, Вт
 r – расстояние до него, м.

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Зоны формирования ЭМ волны

I. ближняя (зона индукции)

$$R \leq \frac{\lambda}{2\pi} \approx \lambda/6 \quad \mathbf{E \text{ и } H}$$

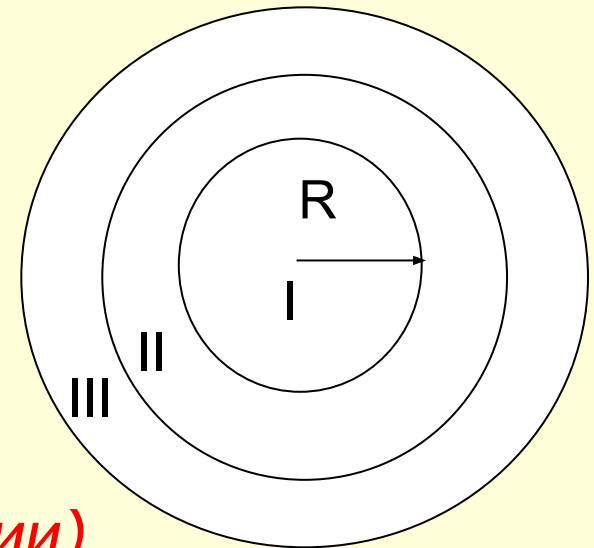
Обычно считают, что зона индукции на расстоянии $R < \lambda$ от источника.

II. промежуточная (зона интерференции)

$$\frac{\lambda}{2\pi} < R < 2\pi\lambda \quad \mathbf{E, H \text{ и } q}$$

III. дальняя (волновая или зона излучения)

начинается с расстояния $R \geq 6\lambda \quad \mathbf{q}$



Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Воздействие ЭМП на организм человека

Характер воздействия:

1. Тепловое воздействие;
2. Биологическое воздействие.

Основные факторы, влияющие на степень воздействия ЭМП:

1. диапазон частот f , Гц (или λ , м);
2. интенсивность воздействия E , H , q ;
3. продолжительность воздействия t , ч;
4. характер и режим облучения (непрерывный, прерывистый, импульсный сигнал, длительное облучение или кратковременное);
5. размер облучаемой поверхности;
6. наличие сопутствующих факторов (повышенная температура окружающего воздуха ($>28^{\circ}\text{C}$), наличие рентгеновского излучения);
7. особенности организма.

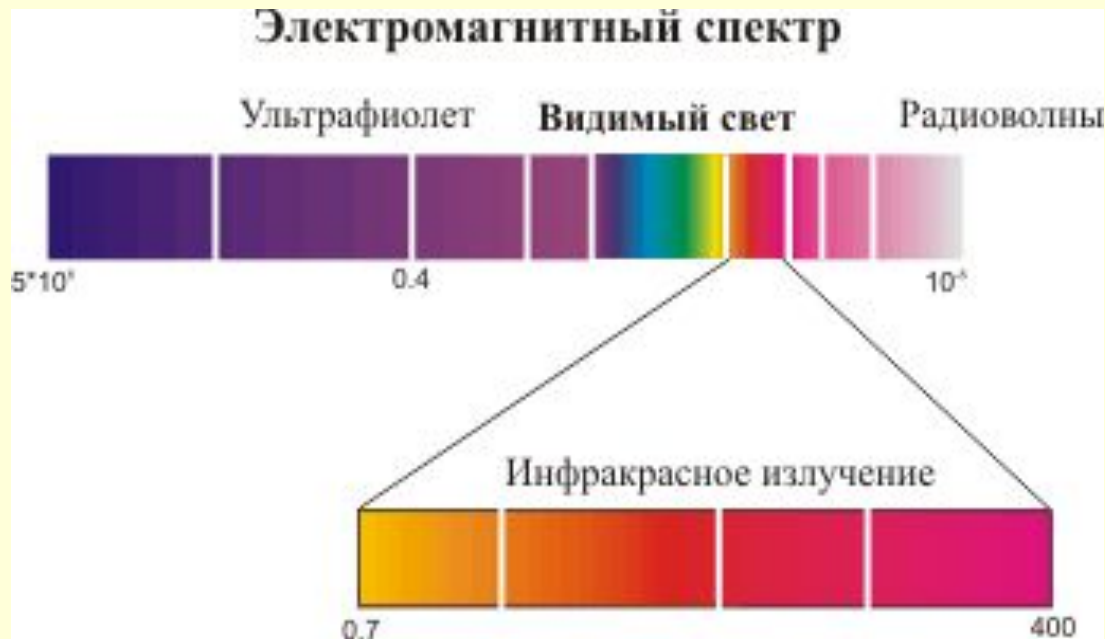
Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов



Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

3.2 Инфракрасное излучение (тепловое)

Тепловым излучением называют излучение в *видимом* и *ближнем инфракрасном* спектральном диапазоне.



Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Источники тепловых излучений

Источники излучения	Температура излучения $t, ^\circ\text{C}$	Длина волны ИК λ , мкм	Спектральная характеристика
Наружные поверхности печей, остывающие изделия	< 500	9,3–3,7	ИК
Внутренние поверхности печей, пламя, нагретые заготовки	500–1200	3,7–1,9	ИК, видимая
Расплавленный металл, разогретые электроды	1200–1800	1,9–1,2	ИК, видимая
Пламя дуговых печей, сварочные аппараты	> 1800	1,2–0,8	ИК, видимая, УФ

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Интенсивность теплового облучения q , Вт/м² — это мощность лучистого потока, приходящаяся на единицу облучаемой поверхности.

Законы теплового излучения

1. **Закон Кирхгоффа** — отношение плотности потока излучения к поглощательной способности всех тел одинаково, равно плотности потока излучения абсолютно черного тела (АЧТ), q_0 , Вт/м², при той же температуре и зависит от температуры, К:

$$\frac{q}{A} = q_0 = \varphi(T)$$

2. **Закон Стефана-Больцмана** устанавливает зависимость полной плотности потока АЧТ, Вт/м², от температуры, К:

$$q_0 \approx \sigma T^4,$$

где: $\sigma = 5,67 * 10^{-8}$ Вт/(К⁴·м²) — постоянная Стефана-Больцмана.

Следствие:

$q = \sigma_0 * (T / 100)^4$ — плотность теплового излучения;
 $\sigma_0 = 5,67$ Вт/(К⁴·м²) — приведенный коэффициент.

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

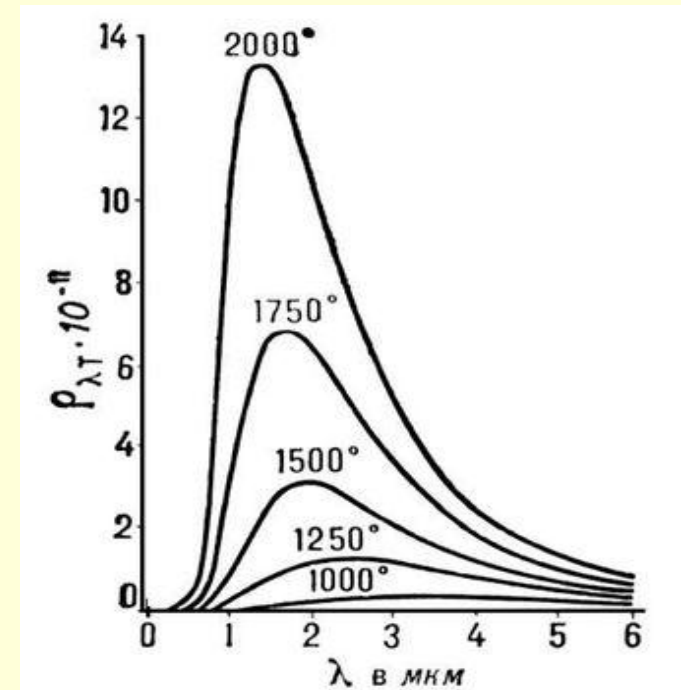
3. **Закон Вина** устанавливает распределение энергии в спектре АЧТ в зависимости от температуры: произведение температуры на длину волны с максимальной энергией – величина постоянная.

$$\lambda_{max} T = b,$$

$b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ (м} \cdot \text{К)}$ λ_{max} – длина волны в мкм, соответствующая max излучению.

4. **Закон Планка** дает выражение для спектральной плотности потока АЧТ (нагретого до температуры T) от длины волны излучения λ :

$$r^* = \phi(T, \lambda).$$



Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Воздействие на человека тепловых излучений

Лучи **длинноволнового диапазона** (с длиной волны $>1,5$ мкм) поглощаются поверхностными слоями кожи на глубине 0,1 – 0,2 мм и их физиологическое воздействие проявляется в повышении температуры кожи и перегреве организма. Они могут вызвать ожог кожи и глаз. Наиболее частым и тяжелым поражением глаз – катаракта глаза.

Лучи **коротковолнового диапазона** (0,76 – 1,5 мкм) обладают способностью проникать в человеческий организм на несколько сантиметров. При облучении коротковолновыми ИК лучами наблюдается повышение температуры легких, почек, мышц и других органов. В крови, лимфе, спинномозговой жидкости появляются специфические биологически активные вещества, наблюдаются нарушения обменных процессов, изменяется состояние центральной нервной системы.

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Основные факторы, влияющие на степень воздействия ИКИ

1. длина волны излучения λ , мкм;
 2. интенсивность теплового облучения q , Вт/м²
 3. продолжительность облучения t , ч;
 4. доза теплового облучения $q \cdot t$;
1. площадь облучаемой поверхности S , м²;
 - вид одежды.

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

3.3 Ультрафиолетовое излучение

УФИ – это электромагнитные неионизирующие излучения оптического диапазона с длиной волны от 200 до 400 нм и частотой от 10^{13} до 10^{16} Гц.

Основные виды излучения

1. ближнее - 200-400 нм

УФ-А – 400-315 нм (синонимы: длинноволновое, ближнее УФИ);

УФ-В – 315-280 нм (средневолновое, эритемная радиация);

УФ-С – 280-200 нм (коротковолновое, далекое УФИ, бактерицидная радиация).

2. дальнее (вакуумное) – 200 нм - 100 Å. Термин «вакуумная» применяется т.к. исследования УФИ с $\lambda < 200$ нм производятся в вакууме из-за сильного поглощения в воздухе.

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

источники естественного УФИ:

Солнце в широком диапазоне волн (общий поток УФ лучей составляет 3-5% от общей энергии солнечных лучей) и звезды.

источники искусственного (техногенного) УФИ:

- ✓ любой материал, нагретый до температуры, $\geq 3000^{\circ}\text{K}$, имеет в своем спектре УФ компоненту.
- ✓ сварка кислородно-ацетиленовыми, кислородно-водородными, плазменными горелками, углеродная дуга, оксиацетиленовое пламя; электродуговая сварка;
- ✓ газоразрядные источники – ртутно-кварцевые лампы, люминесцентные эритемные и дуговые бактерицидные;
- ✓ флуоресцентные лампы;
- ✓ некоторые металлургические печи и домны по выплавке высокотемпературных металлов и сплавов с применением кислородного дутья, мощных электронных и плазменных потоков;
- ✓ лазеры;
- ✓ плазменные установки;
- ✓ электронные потоки синхротронов, линейных ускорителей, мощных приборов СВЧ;

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Воздействие УФИ на организм человека

Опасность представляет как недостаток, так и избыток УФИ.

При недостатках УФИ:

- ✓ авитаминоз;
- ✓ наблюдается изменения состояния нервной системы;
- ✓ снижается защитные свойств организма;
- ✓ возникает недостаток витамина Д

Оптимальные дозы УФИ активизируют работу сердца, обмен веществ, повышают активность ферментов дыхания, улучшают кроветворение.

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Воздействие УФИ на организм человека

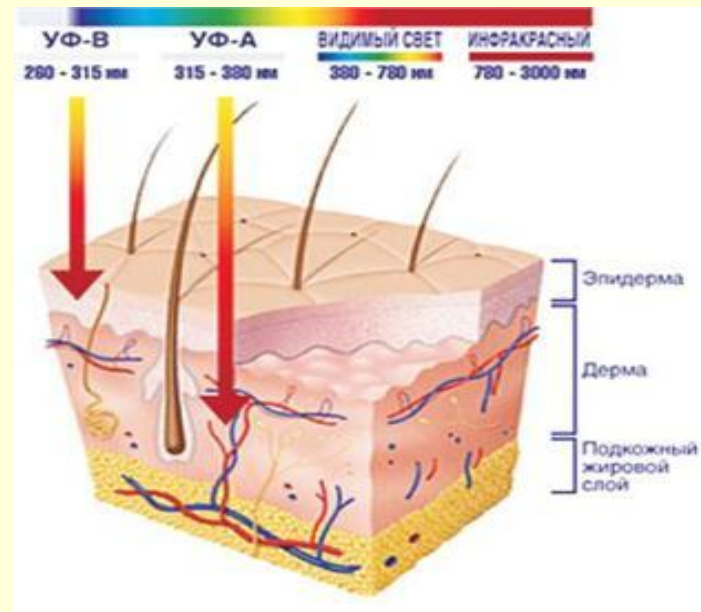
УФ-А – 400-315 нм – слабое биологическое действие, вызывающее преимущественно флуоресценцию;

УФ-В – 315-280 нм – сильное биологическое действие – вызывает основные изменения в коже, крови, нервной системе, кровообращении и других органах;

УФ-С – 280-200 нм – отличается большим разрушительным действием на клетку, т.к. обладает бактерицидным действием, вызывает коагуляцию белков.

Волны менее 200 нм не оказывают существенных биологических воздействий.

Критическими органами для восприятия УФИ являются **кожа** и **глаза**.



Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Воздействие УФИ на человека количественно оценивается **эритемным действием**, т.е. покраснением кожи, в дальнейшем приводящим к пигментации кожи.



Оценка УФ облучения производится по величине **эритемной дозы (эритемная экспозиция $H_{эр}$)** – отношение эритемной энергии излучения, падающего на элемент поверхности, к площади этого элемента [$эр \cdot ч / м^2$].

Оценка бактерицидного действия производится в единицах, называемых **бактами (б)**. Для обеспечения бактерицидного эффекта УФ облучения достаточно примерно $50 \text{ мкб} \cdot \text{мин} / \text{см}^2$.

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

3.4 Ионизирующее излучение

Ионизирующими называют **излучения**, взаимодействие которых с окружающей средой приводит к ее ионизации, т.е. образованию электрических зарядов противоположных знаков.

Различают два вида ИИ:

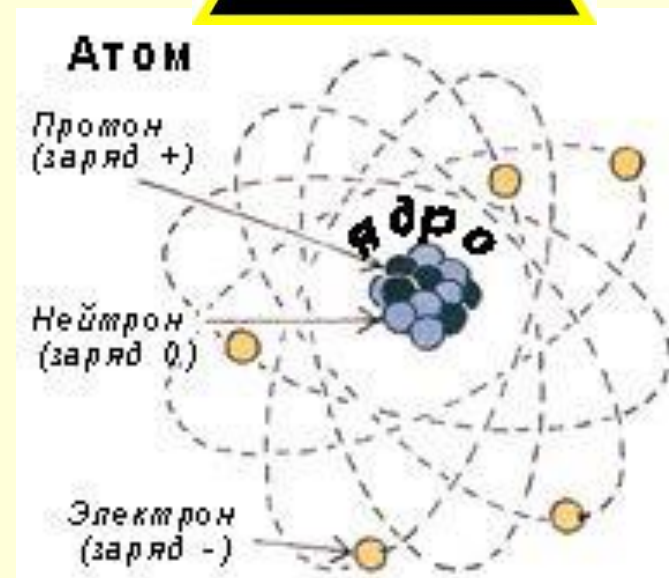
1. Корпускулярное излучение

– излучение, состоящее из частиц с массой покоя отличной от нуля.

α -излучение – поток ядер гелия, испускаемых веществом при распаде ядер или ядерных реакциях.

β -излучение – поток электронов или позитронов, возникающих при радиоактивном распаде.

нейтронное излучение – поток ядерных частиц, не имеющих электрического заряда.



Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

2. **Фотонное излучение** – относится к высокочастотным ЭМИ, представляет собой поток квантов энергии, распространяющихся со скоростью света.

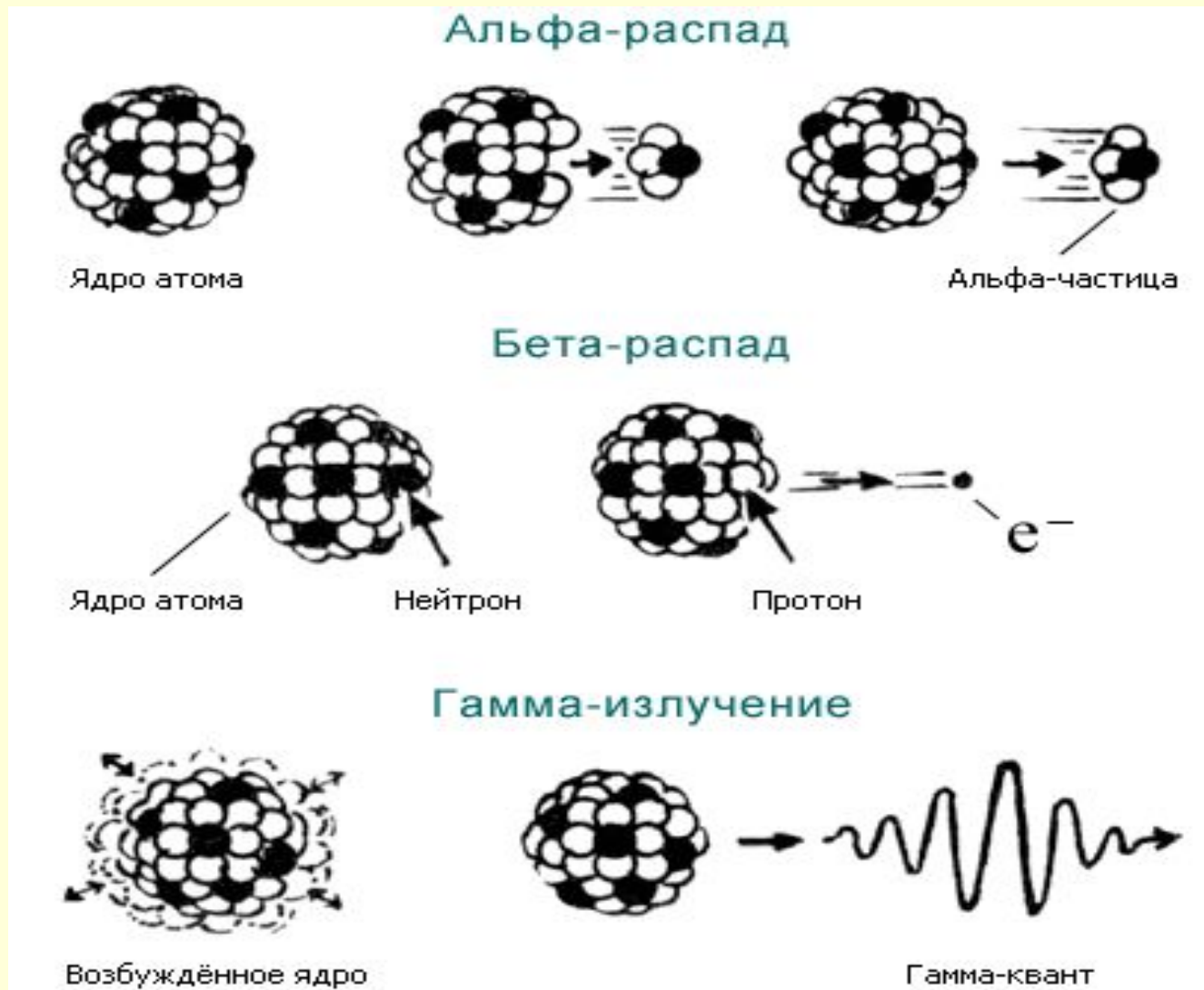
γ-излучение – практически не имеет массы и заряда, испускается при ядерных превращениях радионуклидов или аннигиляции частиц, могут возникать и при α- и при β- распаде.

рентгеновское излучение (х-лучи) – совокупность тормозного и характеристического излучения с $\lambda = 10^{-7} - 10^{-14}$ мкм и энергией от 1 кэВ до 1 МэВ), возникает при бомбардировке вещества потоком электронов

Тормозное рентгеновское излучение – ЭМИ с непрерывным спектром, возникающее при торможении веществом быстрых электронов и изменении в этой связи кинетической энергии заряженных частиц.

Характеристическое излучение – ЭМИ с дискретным спектром, возникающее при дискретном изменении энергетического состояния атома.

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов



Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Источники ионизирующих излучений

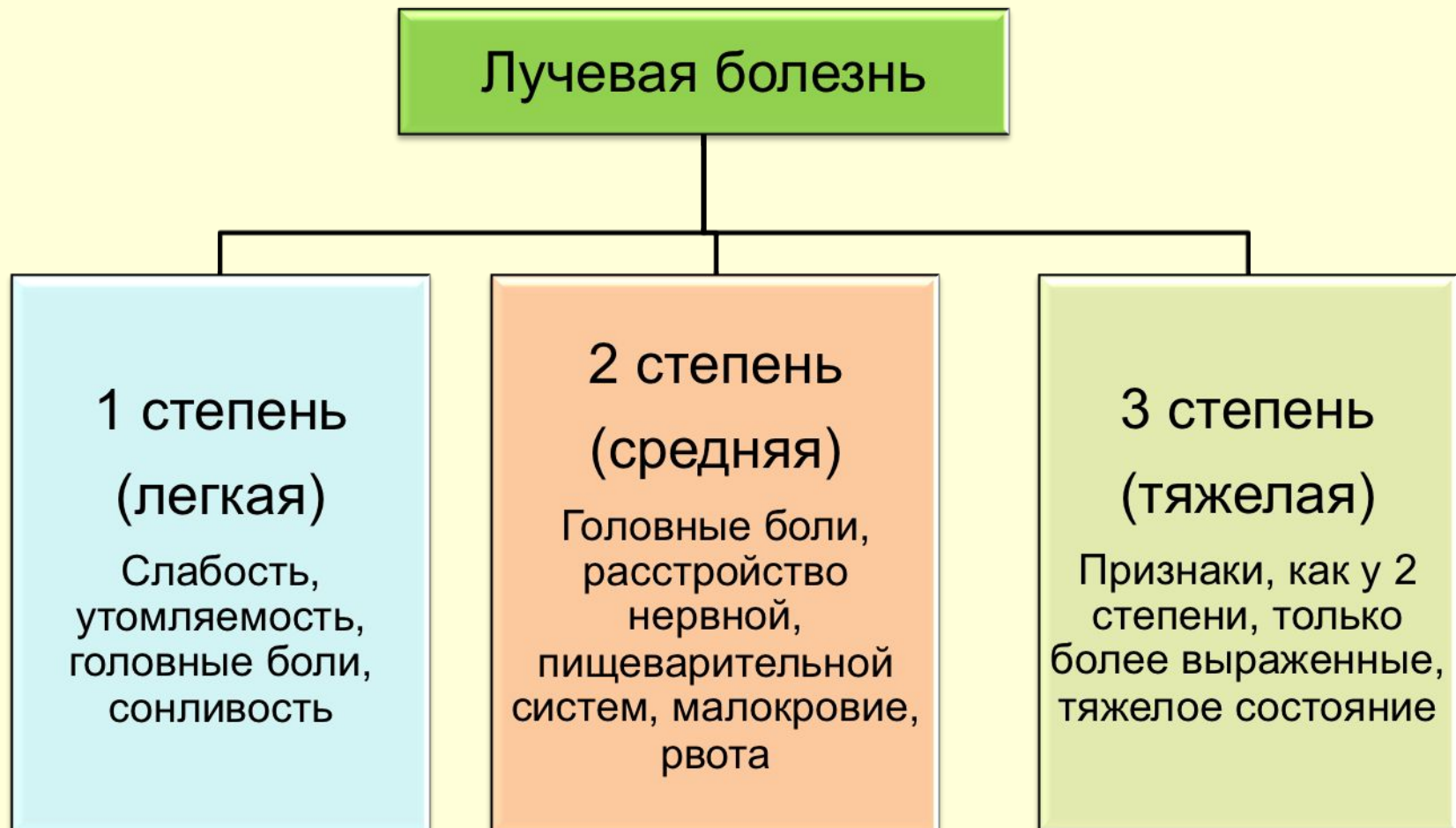


Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов



Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Воздействие на человека ионизирующих излучений



Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Факторы, определяющие степень поражения ИИ

1. **Поглощенная доза D , Грей (Гр)** – средняя энергия, переданная ИИ веществу в некотором элементарном объеме, деленная на массу вещества в этом объеме (1 Гр = 100 рад = 1 Дж/кг):

$$D = dE / dm, \text{ Гр}$$

Мощность поглощенной дозы – поглощенная доза, отнесенная к единице времени:

$$P_D = dD / dt, \text{ Гр/с (Рад/с)}.$$

- **Вид излучения – эквивалентная доза в данной ткани H_T , Зиверт (Зв)** – сумма произведений поглощённой дозы, созданной в данном органе или ткани T излучением R , на взвешивающий коэффициент w_R для данного вида излучения R (1 Зв = 100 бэр):

$$H_T = \sum_R w_R \cdot D_{R,T}$$

Мощность эквивалентной дозы: $P_H = dH / dt, \text{ Зв/с (бэр/с)}.$

Идентификация и воздействие на человека и среду обитания опасных и вредных факторов

Факторы, определяющие степень поражения ИИ

3. облучаемая поверхность (участок тела) – Эффективная доза $E_{эф}$, Зв – сумма по всем органам (тканям) T умноженная на эквивалентную дозу:

$$E_{эфф} = \sum_T w_T H_T, \text{ Зв (бэр)}$$

w_T – взвешивающий коэффициент для различных органов и тканей
 $T (\sum w_T = 1)$.

Мощность эффективной дозы: $P_E = dE_{эфф} / dt$, Зв/с (бэр/год).

- время воздействия t , ч
- индивидуальная чувствительность организма