Безопасность Жизнедеятельности

Лекция 12

ИИ

Радиоактивность и связанные с ней ионизирующие излучения

Активность радионуклидов

Атомы одного и того же химического элемента отличающиеся массой (т.е. количеством нейтронов в ядре при равном количестве протонов) называются **изотопами** этого элемента.

Среди этих изотопов один является устойчивым изотопом, тогда как остальные способны самопроизвольно распадаться, превращаясь в другие изотопы.

Распад сопровождается излучением различной природы, поэтому неустойчивые изотопы названы **радиоизотопами** (от лат. radio – излучать), их ядра - **радионуклидами**, а процесс самопроизвольных превращений - **радиоактивностью** (иногда более кратко – **активностью**).

Активность радионуклидов

Процесс радиоактивности в любом конкретном образце вещества характеризуется числом распадов радионуклидов, измеренным на временном интервале, причем интенсивность процесса со временем уменьшается. Поскольку каждый радиоизотоп распадается со строго определенной скоростью, которая может характеризоваться либо **периодом полураспада** ($T_{1/2}$), т.е. временем, в течение которого распадается половина всех радионуклидов в образце, либо **постоянной распада** λ, т.е. долей распадающихся в единицу времени радионуклидов от их общего числа, то изменение радиоактивности образца любого радиоизотопа описывается

Активность радионуклидов

Законом радиоактивного распада:

$$A(t) = A(t_0) \cdot e^{-\lambda t} = A(t_0) \cdot 2^{-t/T_{1/2}},$$

где $A(t_0)$ – активность образца радиоизотопа в момент времени (t_0);
λ - постоянная распада данного радиоизотопа.

Период полураспада и постоянная распада связаны зависимостью:
$\lambda = (\ln 2)/ T_{1/2} = 0{,}693/ T_{1/2}$.

Единицей активности в системе СИ является **беккерель** (**Бк**), равный одному распаду в секунду **1 Бк = 1 расп/с.**
Внесистемной единицей активности является **кюри (Ки)**, которой соответствует активность 1г радия: **1 Ки = $3{,}7 \cdot 10^{10}$ Бк** .

e9.bmstu.ru

Виды ионизирующих излучений

Радиоактивность сопровождается различными излучениями, воздействие которых на среду приводит к ионизации атомов и молекул, за что они были названы

ионизирующими излучениями.

Виды ионизирующих излучений

- Коротковолновое электромагнитное излучение (поток фотонов высоких энергий):
- рентгеновское излучение;
- гамма-излучение

- Потоки частиц:
- бета-частиц;
- нейтронов;
- протонов, мюонов и других элементарных частиц;
- ионов (осколков деления, возникающих при делении ядер), в том числе альф-частиц

e9.bmstu.ru

Виды ионизирующих излучений

- <u>α - частицы</u> являются *ядрами гелия, лишенными электронных оболочек.* *α – частицы (He^{++}) обладают массой, определяемой массовым числом А, равным 4 (т.к. состоят из двух протонов и двух нейтронов), и электрическим зарядом +2е.* Начальная скорость α - частиц составляет 10 - 20 тыс. км/с, энергия в момент вылета 4 - 9 МэВ. *α - частица обладает очень высокой ионизирующей и очень низкой проникающей способностью. Могут быть легко остановлены листом бумаги*

e9.bmstu.ru

Виды ионизирующих излучений

- <u>β - частицы</u> - это *электроны (иногда и позитроны)* со скоростями близкими к световой и энергиями от нескольких кэВ до 3 МэВ. *Ионизирующая способность β - **частиц умеренная, а проникающая – низкая.** Для защиты от бета-частиц энергией до 1 МэВ достаточно алюминиевой пластины толщиной в несколько миллиметров*

e9.bmstu.ru

Виды ионизирующих излучений

- <u>γ - излучение</u> ***представляет собой поток энергетических квантов электромагнитной энергии*** *(фотонов)* с длинами волн $\lambda=10^{-5}$-:-10^{-7} мкм (λ =10^{-1}-:-10^{-3}A°) и **энергиями от нескольких десятков кэВ до нескольких МэВ** и нулевой массой покоя. ***γ-кванты обладают очень высокой проникающей и умеренной ионизирующей способностью. Состоит из высокоэнергичных <u>фотонов</u>, не обладающих зарядом; для защиты эффективны тяжёлые элементы (свинец и т.д.), поглощающие МэВ-ные фотоны в слое толщиной несколько см***

Виды ионизирующих излучений

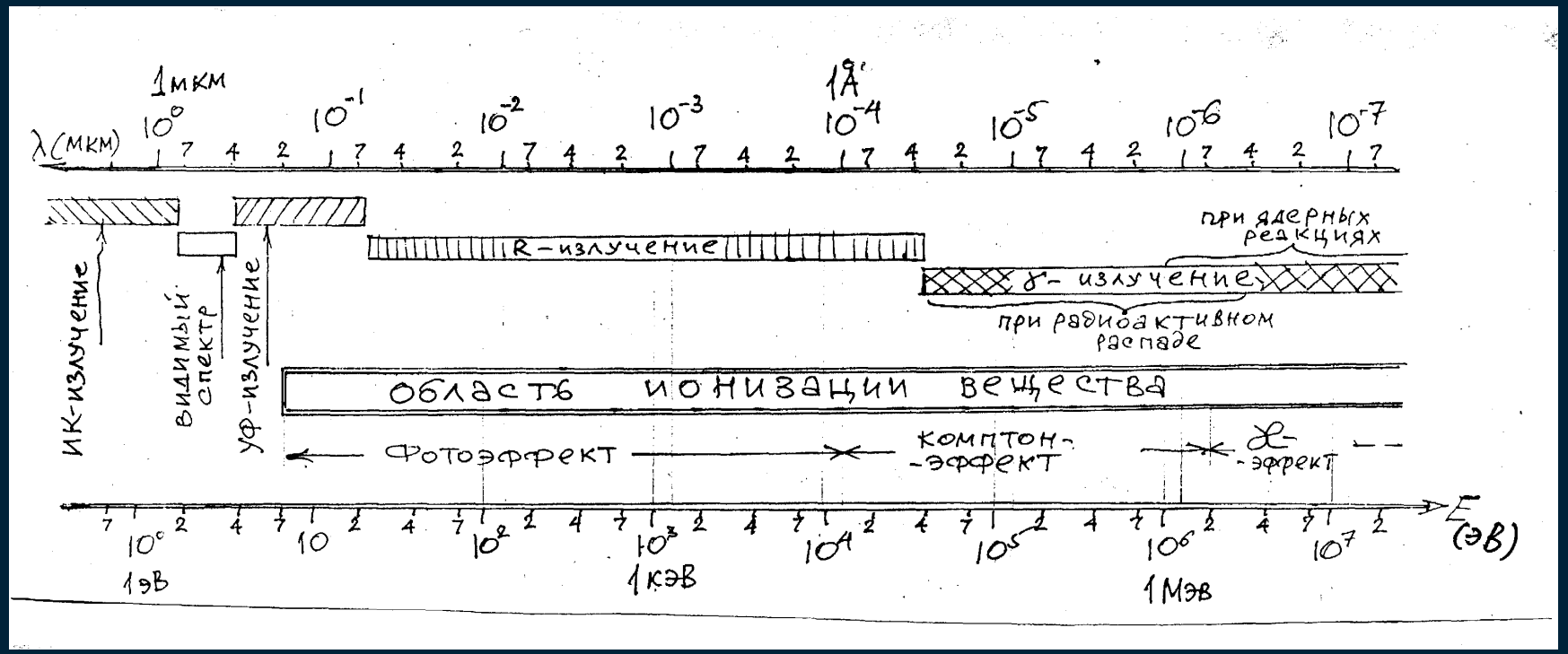
- Защита от всех видов излучения обеспечивается комплексно, как наличием тяжелых элементов, так и легкими элементами (вода, парафины и др.), обеспечивающим защиту от нейтронного излучения.
- Проникающая способность различных типов ионизирующего излучения зависит от энергии частиц.
- Все организмы подвергаются воздействию радиационного фона, который формируется источниками земного (уран и торий с продуктами их распада, газ радон, изотоп калия – калий-40 и рубидий -87) и космического происхождения (частицы высоких энергий, приходящие из космоса, поглощаются атмосферой, высоко в горах доза от космических лучей почти в 10 раз выше, чем на равнине)

Искусственные источники излучений

- источники атомной энергетики (реакторы);
- медицинские приборы, использующие источники ионизирующих излучений;
- промышленные приборы использующие источники ионизирующих излучений;
- предприятия ядерного-топливного цикла;
- продукты радиоактивного излучения полученные в результате радиационных и ядерных катастроф;
- свалки с наличием радиоактивных изотопов;
- ядерное оружие, при его применении и др.

e9.bmstu.ru

Области ЭМ-излучений и их воздействие на вещество среды



Дозовые характеристики ИИ

- <u>Экспозиционная доза (X)</u> - количественная характеристика поля ионизирующего излучения, характеризующая его ионизирующие возможности.

Единицей экспозиционной дозы *является* ***рентген (Р)****, под воздействием которого в 1 см^3 сухого воздуха при атмосферном давлении и температуре +18°С возникают ионы, несущие суммарный заряд в 1 электростатическую единицу каждого знака, что соответствует 2,083·10^9 пар ионов*.

В практической дозиметрии применяется удобное правило*: доза в 1 Р накапливается за 1 час на расстоянии 1 м от источника радия массой 1 г, т.е. имеющего активность ~ 1 Ки*

Дозовые характеристики ИИ

- Поглощенная доза (D) – ***количество энергии излучения, поглощенное единицей массы облучаемого тела.***

Грей равен дозе излучения, при которой веществу массой 1 кг передается энергия, равная 1 Дж, т.е. **1 Гр = 1 Дж/кг.**

Внесистемной единицей поглощенной дозы является **рад**: 1 рад = 100эрг/г или **1 Гр = 100 рад**, т.е. $D_{(Гр)}=0{,}01D_{(рад)}$.

Для биологической ткани в поле рентгеновского или γ-излучения поглощенная доза 1 рад примерно равна экспозиционной дозе 1 Р: 1 Р ≈ 1 рад (точно: 1Р=0,93 рад), т.е. можно принять $X_{(Р)} = D_{(рад)}$.

Между источником и облучаемым объектом может находиться экран, ослабляющий энергию, достигающую объект: $D_{(рад)} = X_{(Р)} / K_{осл}$, или $X_{(Р)} = K_{осл} \cdot D_{(рад)}$. $K_{осл}$ – коэффициент ослабления экранирующего тела.

Дозовые характеристики ИИ

На биологические объекты ***равные поглощенные дозы различных видов ионизирующих излучений могут оказывать разный радиационный эффект.***

- Для учета таких эффектов, производимых одинаковой поглощенной дозой разных видов (r) ионизирующих излучений, медицина ввела понятие **эквивалентной дозы (H)** и **взвешивающих коэффициентов (W_r)**, для каждого излучения:

$H = W_r \cdot D$, где W_r – *взвешивающий коэффициент,* *равный отношению поглощенной дозы эталонного R-излучения, вызывающей определенный радиобиологический эффект, к дозе данного излучения, вызывающей тот же эффект* (см. табл.).

В системе СИ единицей эквивалентной дозы является **зиверт (Зв)**

1 Зв = 1 Дж/кг,

а внесистемной единицей - **бэр** (биологический эквивалент рада),

1 Зв = 100 бэр.

Взвешивающие коэффициенты Wr для отдельных видов излучения

Вид излучения	Wr
Рентгеновское, гамма-излучение	1
Бета-излучение, электроны и позитроны	1
Нейтроны с энергией меньше 10 кэВ	5
Нейтроны с энергией от 10 кэВ до 100 кэВ	10
Нейтроны с энергией от 100 кэВ до 2 МэВ	20
Нейтроны с энергией от 2 МэВ до 20 МэВ	10
Нейтроны с энергией более 20 МэВ	5
Альфа-частицы, осколки деления	20

Дозовые характеристики ИИ

- Для учета меры риска от последствий облучения ***отдельных органов человека*** медицина ввела понятие ***эффективной дозы (E_T),*** которая определяется ***как произведение эквивалентной дозы в органе (H_T) на взвешивающий коэффициент данного органа (W_T),*** (см. рис.): $E_T = H_T \cdot W_T$

Для внешнего облучения организма в целом эффективная доза равна эквивалентной: $E = H$.

Если же учитывается **и внутреннее облучение отдельных органов**, то $E \neq H$.

В системе СИ единицей эффективной дозы является **зиверт (Зв)**

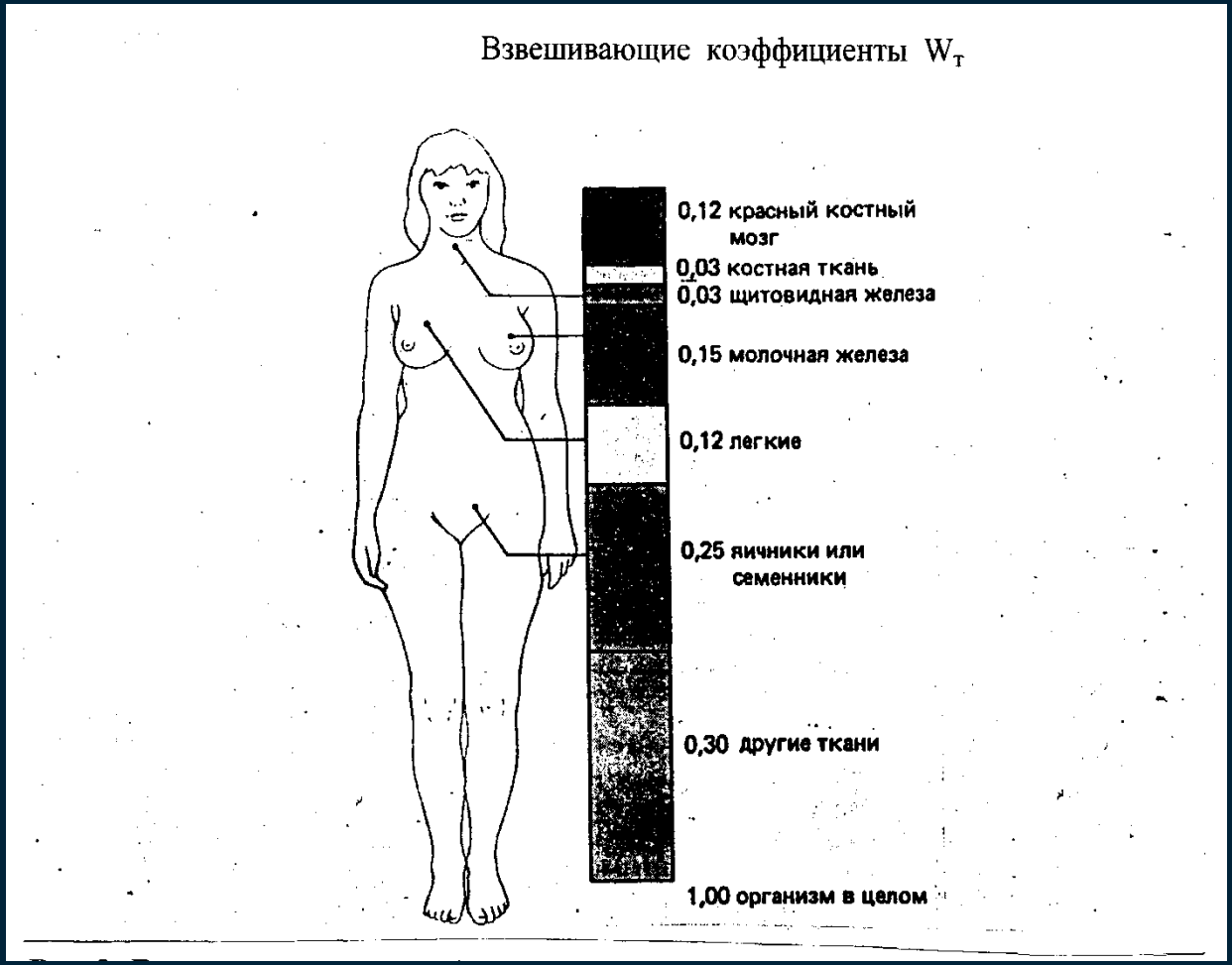
1 Зв = 1 Дж/кг,

а внесистемной единицей - **бэр** (биологический эквивалент рада),

1 Зв = 100 бэр.

e9.bmstu.ru

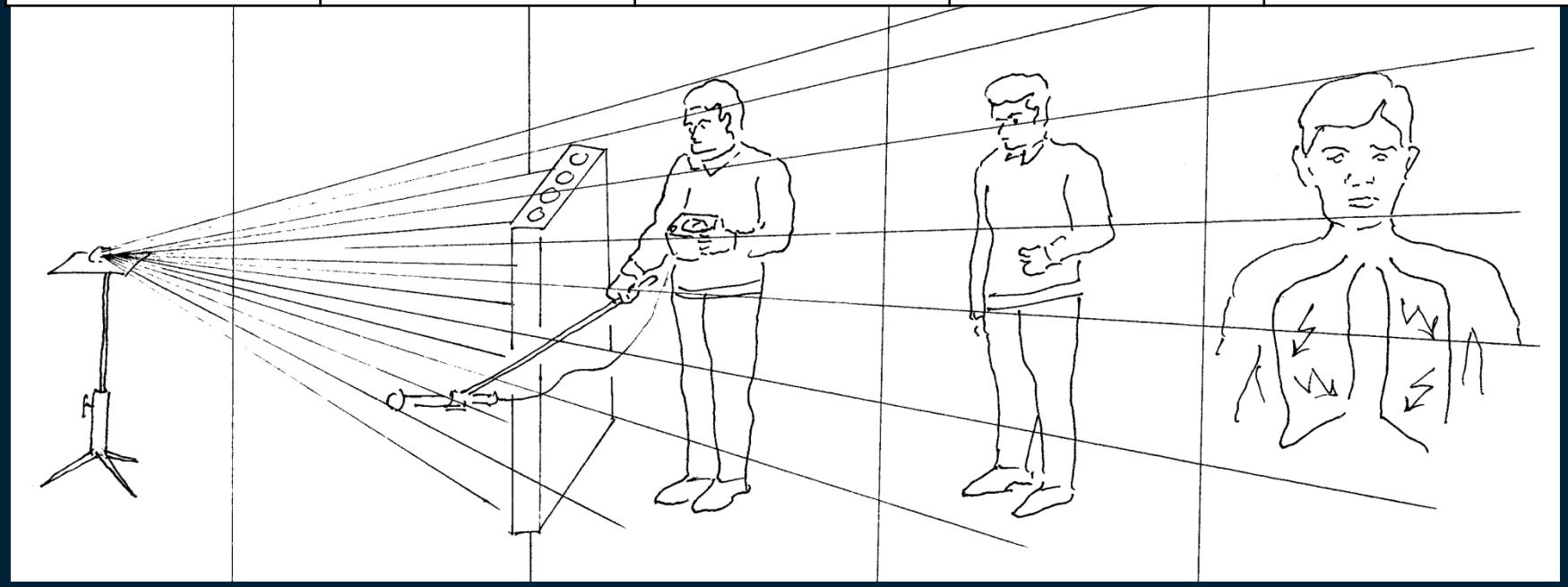
Взвешивающие коэффициенты W_T для органов и тканей организма



Связь понятий поля, дозы, радиобиологического эффекта и единиц их измерения

e2.bmstu.ru

Источник радиоактивности	Поле ионизирующих излучений	Внешнее облучение	Внешнее + внутреннее облучение на тело	на орган
Активность – A кюри [Ки], беккерель [Бк]	Экспозиционная доза – X рентген [р]	Поглощённая доза – D грей [Гр], рад	Эквивалентная доза – H зиверт [Зв], бэр	Эффективная доза – E зиверт [Зв], бэр



e9.bmstu.ru

Воздействие различных доз облучения на организм человека

Доза, Гр	Причина и результат воздействия
(0.7 - 2) 10^{-3}	Доза от естественных источников в год
0.05	Предельно допустимая доза профессионального облучения в год
0.1	Уровень удвоения вероятности генных мутаций
0.25	Однократная доза оправданного риска в чрезвычайных обстоятельствах
1.0	Доза возникновения острой лучевой болезни
3- 5	Без лечения 50% облученных умирает в течение 1-2 месяцев вследствие нарушения деятельности клеток костного мозга
10 - 50	Смерть наступает через 1-2 недели вследствие поражений главным образом желудочно кишечного тракта
100	Смерть наступает через несколько часов или дней вследствие повреждения центральной нервной системы

Степени лучевой болезни и их последствия

Поглощённая доза, Гр	Степени лучевой болезни	Признаки поражения
1 – 2	I	Скрытый период продолжительностью до 2-3 недель, после чего появляется недомогание, общая слабость, периодически повышается температура. В крови уменьшается содержание лейкоцитов. Болезнь излечима в подавляющем числе случаев.
2 – 4	II	Скрытый период около недели. Затем – тяжёлое недомогание, расстройство функций нервной системы, головная боль, повышение температуры. Возможны летальные исходы – до 20%. При активном лечении выздоровление наступает через два месяца.
4 – 6	III	Скрытый период несколько часов. Затем наступает очень тяжёлое состояние: расстройство функций нервной системы, головная боль, потеря сознания или резкое возбуждение, кровоизлияния в слизистые оболочки и кожу. Количество лейкоцитов резко уменьшается, что ведёт к потере иммунитета и развитию инфекционных заболеваний. Продолжительность лечения 6-8 месяцев. Без лечения болезнь заканчивается летальным исходом в 70% случаев.
Более 6	IV	В зависимости от величины дозы в течение двух недель или раньше.

Государственное регламентирование в области использования ИИ

- Правовые основы обеспечения радиационной безопасности в РФ закреплены законом «О радиационной безопасности» №3-ФЗ от 9.01.96г.
- **Цель радиационной безопасности** (РБ) (ст.1) заключается в достижении состояния защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ИИ.
- **Пути достижения РБ** (ст.22) обеспечиваются за счет проведения комплекса мероприятий по предотвращению радиационного воздействия на организм человека ИИ выше установленных норм, правил и нормативов, а также выполнения гражданами и организациями требований к обеспечению РБ.

Государственное регламентирование в области использования ИИ

Принципы обеспечения РБ (ст.3):

- ***Принцип нормирования***: непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения.
- ***Принцип обоснования***: запрещение всех видов деятельности по использованию источников ИИ, при которых полученная польза не превышает возможного вреда.
- ***Принцип оптимизации***: поддержание на возможно низком и достижимом уровне индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любых источников ИИ.

e9.bmstu.ru

Государственное регламентирование в области использования ИИ

- Основным документом, регламентирующим уровни облучения профессиональных работников и населения, являются ***«Нормы радиационной безопасности (НРБ-2009)»***.

Персонал Группа А - лица, работающие с техногенными источниками ИИ	Персонал Группа Б - лица, находящиеся по условиям работы в сфере действия ИИ	Население
20 мЗв в год в среднем за последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в один год	¼ значений для персонала группы А	1 мЗв в год в среднем за последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в один год

Аварии на радиационноопасных объектах

Радиационноопасные объекты

- ***Радиационноопасный объект (РОО)*** - научный, промышленный или оборонный объект, при авариях или разрушении которого могут произойти массовые поражения людей, животных и растений ионизирующими излучениями, а также радиоактивное загрязнение среды

e9.bmstu.ru

Зоны в период нормального функционирования реактора

- ***Санитарно-защитная зона*** *- территория вокруг объекта, на которой уровень облучения людей в условиях нормальной эксплуатации* ***может превысить дозовый предел*** *для населения.*
- <u>В пределах санитарно-защитной зоны население не проживает</u>, но могут располагаться здания и сооружения подсобного и обслуживающего назначения - пожарные депо, ремонтные заводы и т.п.
- ***Зона наблюдения*** *- территория, где возможно влияние радиоактивных выбросов и сбросов РОО и где облучение проживающего населения* ***может достигать*** *установленного* ***дозового предела***

e9.bmstu.ru

Классификация радиационных аварий по масштабу

- ***Радиационной аварией*** называется авария, связанная с выбросом радиоактивных продуктов и выходом ионизирующих излучений за предусмотренные проектом для нормальной эксплуатации объекта границы в количествах, превышающих установленные пределы безопасности

e9.bmstu.ru

Классификация радиационных аварий по масштабу

- ***локальная,*** если создается повышенный уровень внешнего облучения и радиоактивного загрязнения воздуха в рабочих помещениях,
- ***местная***, если выход радиоактивных продуктов ограничивается территорией санитарно-защитной зоны,
- ***общая***, если выход радиоактивных продуктов распространился за пределы санитарно-защитной зоны

e9.bmstu.ru

Классификация радиационных аварий по степени предусмотренности

- ***Проектная*** *авария* - это авария, для которой **проектом определены** исходные события и конечные послеаварийные контролируемые состояния элементов и систем, а также предусмотрены меры и технические системы безопасности, обеспечивающие ограничение аварии установленными пределами
- Проектная авария, которая определяется самым тяжелым событием, когда еще будут действовать защитные системы, называется *максимальной проектной аварией (МПА).*

e9.bmstu.ru

Классификация радиационных аварий по степени предусмотренности

- ***Запроектная*** *авария* - авария, вызванная **непредусмотренными в проекте** исходными событиями и сопровождающаяся дополнительными отказами или ошибочными действиями персонала, что в итоге приводит к тяжелым последствиям.
- Авария с максимально возможным для данного типа реактора выбросом и наиболее тяжелыми последствиями называется *максимальной запроектной аварией (МЗА).*

Стадии радиационной аварии

- **Ранняя стадия аварии** начинается с момента обнаружения возможности облучения за пределами АС, включает в себя период выброса и время после выброса, в течение которого формируется радиоактивный след. Продолжительность этой стадии в зависимости от характера и масштабов аварии может длиться от нескольких часов до нескольких суток.

Стадии радиационной аварии

- **Промежуточная стадия аварии** начинается с момента завершения формирования радиоактивного следа и длится от момента окончания ранней стадии до года после возникновения аварии.

Стадии радиационной аварии

- **Восстановительная стадия аварии** может длиться продолжительное время. Она заканчивается, когда отпадает необходимость в защитных мерах и отменяются, в связи с этим, все ограничения на жизнедеятельность населения.

ИИ при ядерном взрыве

Проникающая радиация ядерного взрыва

У различных видов ядерных взрывов могут быть 1 или 2 поражающих фактора, которые связаны с ИИ разной природы. Общей для всех видов взрывов является *проникающая радиация*, а для наземных ядерных взрывов дополнительным поражающим фактором является *радиоактивное заражение местности*.

Проникающая радиация *(ПР) ядерного взрыва - совместный поток γ-излучения и нейтронов*, которые испускаются в окружающую среду и распространяются в приземном слое воздуха на расстояние до 2,5 – 3 км от центра взрыва. Возникающие также при ядерном взрыве α- и β-излучения в ПР не учитываются, ввиду того, что распространяются в воздухе на небольшие расстояния.

Проникающая радиация ядерного взрыва

Источниками ПР являются:

- **Ядерная реакция**, которая длится около 0,07 мксек. За это время испускается почти 99% всех нейтронов и большая часть γ-квантов;
- **Осколки деления**, которые в течение 2 –3 сек после взрыва испускают нейтроны и более длительное время – γ-кванты;
- **Наведенная активность**, которая возникает при захвате нейтронов атомами воздуха и грунта и сопровождается испусканием «захватных» γ-квантов.

Радиоактивное заражение местности

Другим поражающим фактором наземных ядерных взрывов является **радиоактивное заражение местности (РЗМ)**, которое определяется несколькими источниками.

- Первым источником РЗМ, как и для ПР, являются **продукты деления ядерного взрыва**, которые представляют собой сложную смесь, состоящую из **более** *чем 200 изотопов 36 элементов*. Большая часть этих изотопов обладает *радиоактивностью*; распад их происходит с испусканием **β-частиц и γ-лучей**

Радиоактивное заражение местности

Другим поражающим фактором наземных ядерных взрывов является **радиоактивное заражение местности (РЗМ)**, которое определяется несколькими источниками.

- Вторым источником радиоактивных излучений является **непрореагировавшая часть ядерного заряда** (уран-235 или плутоний-239, которые распадаются с испусканием **α-частиц**)

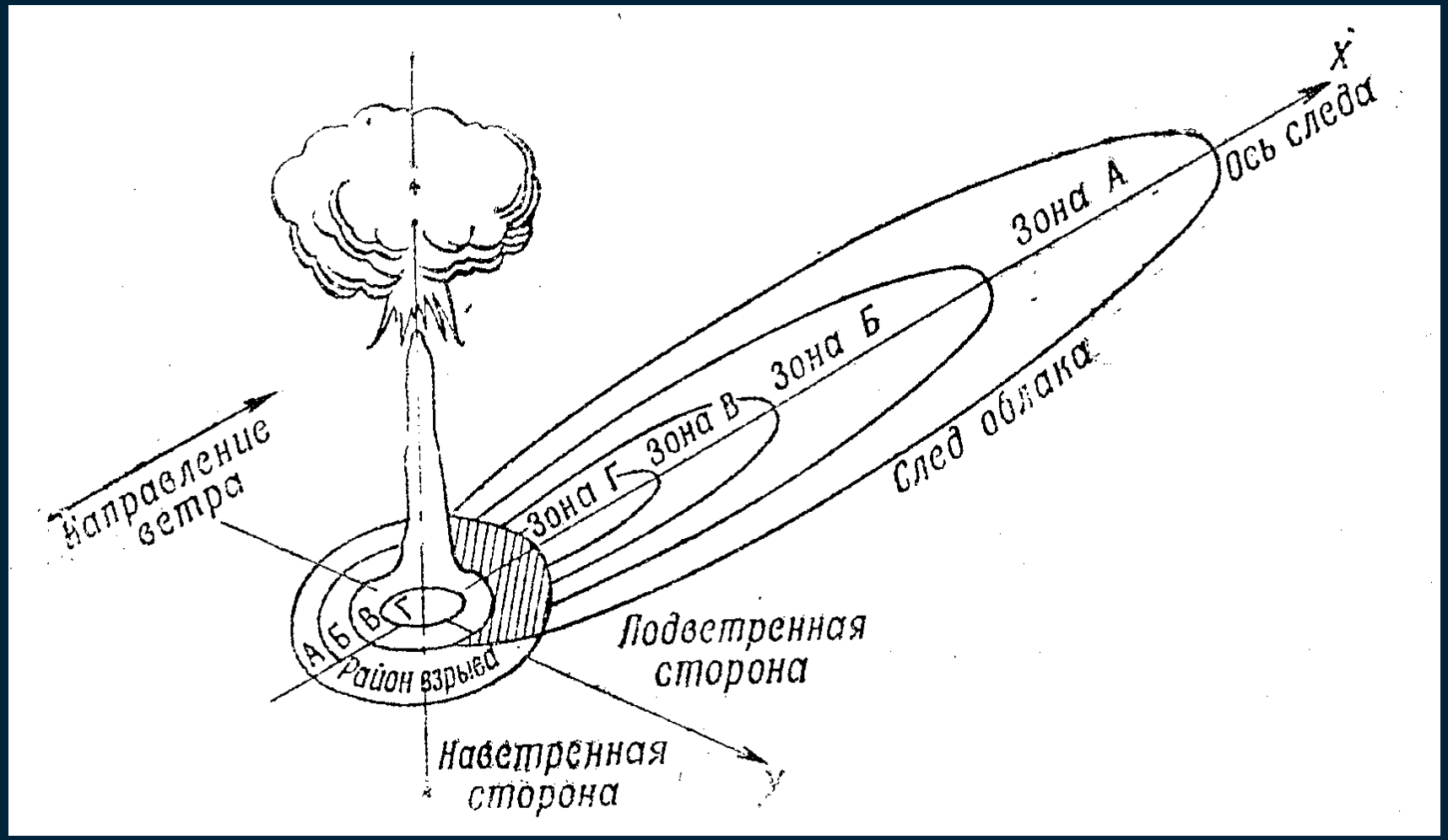
Радиоактивное заражение местности

Другим поражающим фактором наземных ядерных взрывов является **радиоактивное заражение местности (РЗМ)**, которое определяется несколькими источниками.

- Третьим источником является **наведенная активность**, т.е. образование радиоактивных веществ в результате взаимодействия нейтронов с элементами, находящимися в грунте, воздухе и других компонентах окружающей среды. *Наведенная активность* будет иметь место только *в зоне действия потока нейтронов,* т.е. в районе взрыва. Она может быть обусловлена взаимодействием нейтронов с ядрами атомов алюминия, марганца, кремния, железа, натрия и т.д. Эти изотопы распадаются с испусканием **β-частиц и γ-лучей**.

e9.bmstu.ru

Схема радиоактивного заражения местности в районе взрыва и по следу движения облака

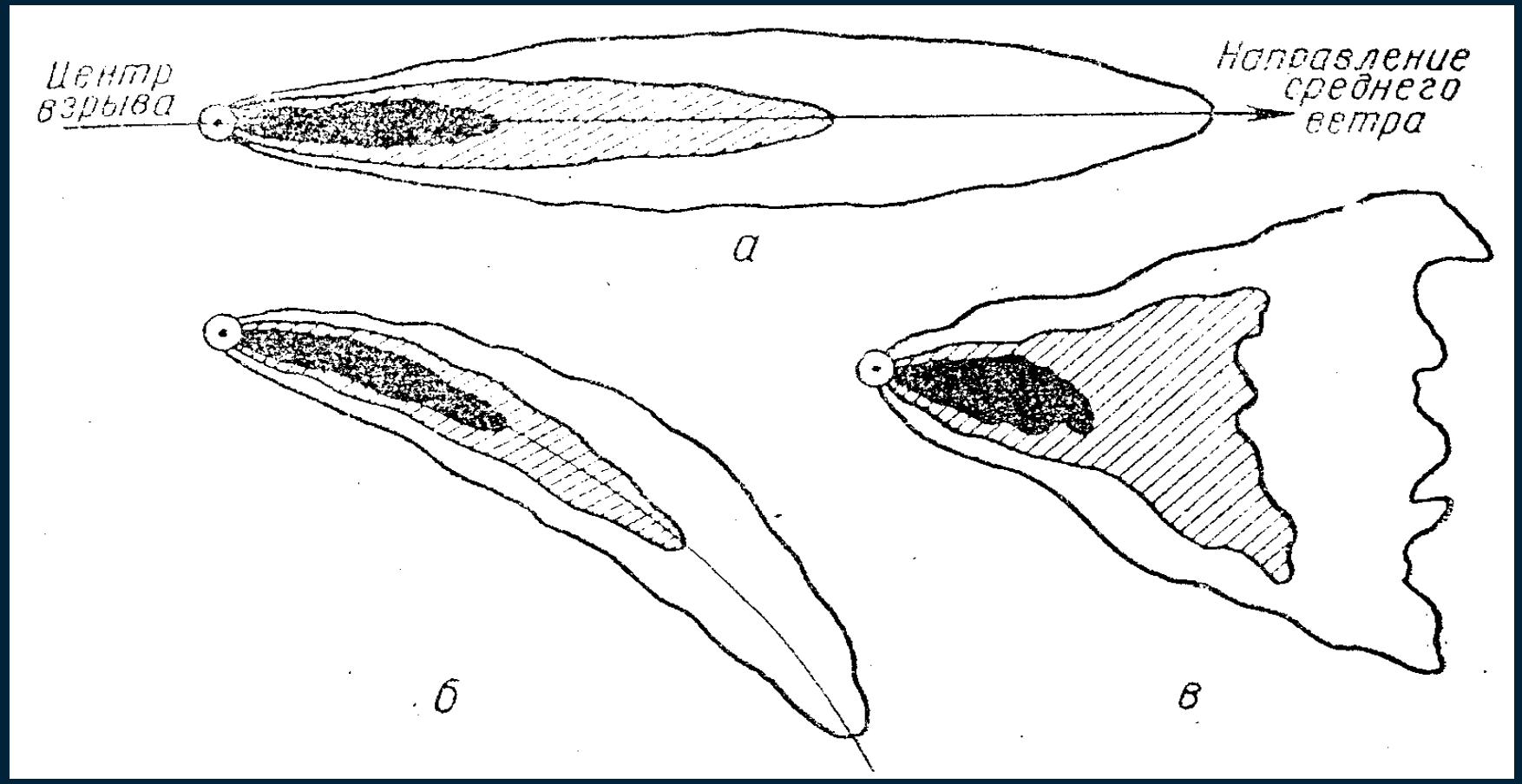


Формы радиоактивного следа облака ядерного взрыва на местности

Распределение радиоактивных веществ на местности *в результате выпадения осадков может быть различным и* ***зависит*** *от многих причин, в том числе, от направления и скорости ветра на различных высотах, распределения радиоактивности внутри облака, размеров частиц и т.д.*

e9.bmstu.ru

Формы радиоактивного следа облака ядерного взрыва на местности

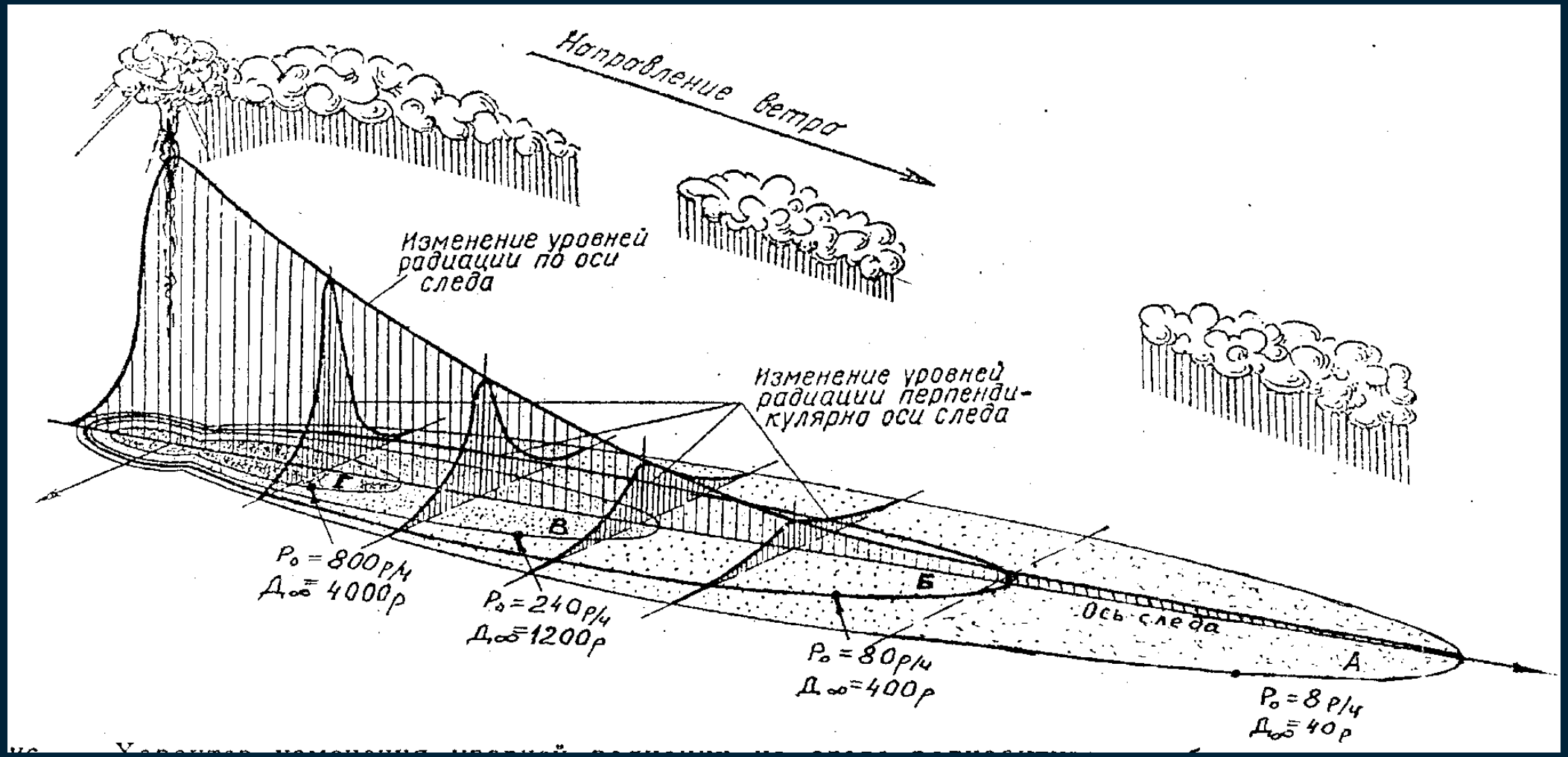


Уровни радиации и зоны при РЗМ

- Степень радиоактивного заражения местности характеризуется уровнями радиации на определённое время после взрыва [*P(t)*] и дозой до полного распада (*D* ∞).
- ***Уровнем радиации*** [*P(t)*] ***называется мощность дозы*** [*Ẋ(t)*] ***измеренная на высоте 0,7 – 1 м над заражённой поверхностью*** *(рентген/час).*

e9.bmstu.ru

Уровни радиации и зоны при РЗМ



Допустимые дозы облучения и уровни радиации на военное время

Для военных условий установлены следующие *допустимые дозы облучения*:

однократное облучение (или неоднократное) в течение 4х суток **50 р (0,5 Гр);**

многократное облучение: за 10-30 суток **100 р (1 Гр),**
за 3 месяца **200 р (2 Гр),**
за год **300 р (3 Гр).**

e9.bmstu.ru

Допустимые дозы облучения и уровни радиации на военное время

Допустимые уровни радиации (мощности доз) в военное время:

местность считается зараженной при уровнях радиации **0,5 Р/ч (5мГр/ч)** и выше;

безопасные величины заражения поверхностей (на время более суток):

тело человека, нательное бельё, СИЗ 50 мР/ч (0,5 мГр/ч),

техника 200 мР/ч (2 мГр/ч);

уровни заражения продуктов и воды, не приводящие к лучевому поражению при потреблении в течение 30 суток:

вода (ведро) 8 мР/ч (0,08 мГр/ч),

пища в сваренном виде, жидкие и сыпучие (Исключая случаи, упомянутые выше)

продукты (котелок) 3 мР/ч (0,03 мГр/ч),

рыба сырая 3 мР/ч (0,03 мГр/ч).

Защита от ИИ

e9.bmstu.ru

Состав защитных мероприятий при авариях на РОО

При радиационных авариях возникают опасности для персонала РОО, населения и окружающей среды. Характер этих опасностей определяется видом, интенсивностью и составом поражающих факторов (ПФ), действующих на разных стадиях аварии. Такими видами ПФ для людей являются:

- *внешнее облучение* от газообразных радиоактивных продуктов выброса (*от факела выброса и образованного им облака*);
- *внешнее облучение при нахождении на территории*, загрязненной радиоактивными веществами;
- *внутреннее облучение от ингаляционного поступления* в организм радиоактивных аэрозолей;
- *внутреннее облучение при употреблении* загрязненных радиоактивными веществами *воды и продуктов*.

Состав защитных мероприятий при авариях на РОО

К заблаговременным мероприятиям РЗ относятся:

- создание 30-километровой зоны вокруг АС с полным комплектом элементов защиты;
- создание и подготовка аварийно-спасательных формирований на РОО;
- обучение населения действиям при радиационной аварии.

Состав защитных мероприятий при авариях на РОО

В состав оперативных мероприятий РЗ входят:

- оповещение персонала и населения о радиационной аварии;
- радиационная разведка района аварии и установление зоны радиационной аварии (РА);
- радиационный и дозиметрический контроль в зоне РА;
- оценка и прогнозирование радиационной обстановки, включая зонирование территории на стадиях аварии и расчет режимов радиационной защиты;
- использование средств индивидуальной защиты;
- проведение мероприятий медицинской защиты;

e9.bmstu.ru

Состав защитных мероприятий при авариях на РОО

В состав оперативных мероприятий РЗ входят:

- осуществление вмешательства, включая:
  -- *укрытие* в защитных сооружениях,
  -- *эвакуацию* на постоянной основе (отселение),
  -- введение *режимов радиационной защиты* на объектах и территориях;
- локализация и ликвидация последствий РА.

Заблаговременные защитные мероприятия

Вокруг АС выделяется 30-километровая зона, в которой должны проводиться профилактические и подготовительные работы на случай аварии. Площадь загрязнения может выходить за пределы этой зоны, но в первые минуты и часы опасность возникает вблизи АС и такие мероприятия значительно облегчают защиту населения.

Основными мероприятиями в 30-километровой **зоне** по защите персонала и населения на случай возникновения радиационной аварии являются:

- установка автоматизированных систем контроля радиационной обстановки (АСКРО);
- установка локальных систем оповещения;
- строительство защитных сооружений;
- создание запасов медикаментов и СИЗ, необходимых для защиты населения и персонала РОО.

Оперативные мероприятия РЗ. Зонирование территории при авариях на АС

При авариях, влекущих за собой радиоактивное загрязнение больших территорий, на основании контроля и прогноза радиационной обстановки устанавливается ***зона радиационной аварии*** (ЗРА), представляющая собой *территорию, на которой суммарное внешнее и внутреннее облучение* в единицах эффективной дозы *может превысить 5 мЗв за первый после аварии год* (в среднем по населенному пункту).

На территории, где годовая эффективная доза не превышает 1 мЗв, производится обычный контроль радиоактивного загрязнения окружающей среды и сельскохозяйственной продукции, по результатам которого оценивается доза облучения населения. Эта территория не относится к зонам радиоактивного загрязнения, проживание и хозяйственная деятельность населения на ней не ограничивается.

e9.bmstu.ru

Оперативные мероприятия РЗ. Зонирование территории при авариях на АС

На ранней и промежуточной стадиях аварии ЗРА делится на 3 зоны:

1. ***Зона ограниченного проживания*** населения - с годовой эффективной дозой ***от 5 до 20 мЗв.***

В этой зоне осуществляются те же мероприятия по защите населения, что и в зоне радиационного контроля.

Населению разъясняется риск ущерба здоровью, обусловленный воздействием радиации.

2. ***Зона добровольного отселения*** населения - с годовой эффективной дозой ***от 20 до 50 мЗв***.

Здесь осуществляются радиационный мониторинг людей и объектов окружающей среды, а также необходимые меры радиационной и медицинской защиты. Оказывается необходимая помощь в добровольном переселении населения за пределы зоны.

3. ***Зона отселения*** - с годовой эффективной дозой ***более 50 мЗв.***

e9.bmstu.ru

Оперативные мероприятия РЗ. Зонирование территории при авариях на АС

Характеристика зон радиоактивного загрязнения местности при авариях на АЭС.

Наименования зон	индекс	Доза за первый год после аварии	Мощность дозы на 1 час после аварии
Радиационной опасности	М	5 рад (50мГр)	14 мРад/час
Умеренного загрязнения	А	50 рад (0,5 Гр)	140 мРад/час
Сильного загрязнения	Б	500 рад (5 Гр)	1,4 Рад/час
Опасного загрязнения	В	1500 рад (15 Гр)	4,2 Рад/час
Чрезвычайно опасного загрязнения	Г	5000 рад (50 Гр)	14 Рад/час

e9.bmstu.ru

Оперативные мероприятия РЗ. Зонирование территории при авариях на АС

На восстановительной стадии на основании прогнозируемых на этот период доз:

- вне зоны радиационной аварии - ***зона радиационного контроля*** - с годовой эффективной дозой от 1 до 5 мЗв. В этой зоне проводятся те же мероприятия, что и на ранней и промежуточной стадиях;

- внутри зоны радиационной аварии:

1.***Зона ограниченного проживания*** населения - с годовой эффективной дозой ***от 5 до 20 мЗв.*** Проводятся те же мероприятия, что и на ранней и промежуточной стадиях.

2. ***Зона отселения*** - с годовой эффективной дозой ***от 20 до 50 мЗв***. Въезд в эту зону для постоянного проживания не разрешается. В этой зоне запрещается постоянное проживание лиц репродуктивного возраста и детей. Здесь осуществляются радиационный мониторинг людей и объектов окружающей среды, а также необходимые меры радиационной и медицинской защиты.

3. ***Зона отчуждения*** - с годовой эффективной дозой ***более 50 мЗв***.

Оперативные мероприятия РЗ. Радиационный и дозиметрический контроль

Радиационный и дозиметрический контроль предназначен для решения следующих задач:

- Установление факта и степени радиоактивного заражения (загрязнения) любых элементов и объектов окружающей среды (местности, воздуха, воды, одежды, продовольствия, техники, зданий, сооружений и т.п.)
- Выявления зон радиоактивного заражения (загрязнения) местности и видов ИИ.
- Определение качества дезактивации зараженных объектов.

Оперативные мероприятия РЗ. Радиационный и дозиметрический контроль

Радиационный и дозиметрический контроль предназначен для решения следующих задач:

- Определение доз облучения, получаемых людьми при нахождении в зонах радиоактивного заражения (загрязнения).
- Радиационный контроль проводится приборными средствами: индикаторами, рентгенометрами и радиометрами.
- Контроль облучения (дозиметрический контроль) подразделяется на индивидуальный и групповой, причем индивидуальный контроль облучения проводится приборными средствами, а групповой контроль может вестись как приборными средствами, так и расчетным методом.

Оперативные мероприятия РЗ. Вмешательство и его принципы

Защитные мероприятия, применяемые к человеку, а не к источнику излучения, и влекущие за собой нарушения нормальной жизнедеятельности, хозяйственного и социального функционирования территории называются **вмешательством**.

Видами вмешательства являются: *укрытие в защитных сооружениях, эвакуация и введение режима радиационной защиты.*

Оперативные мероприятия РЗ. Вмешательство и его принципы

Вмешательство может явиться причиной не только экономического ущерба, но и неблагоприятного воздействия на здоровье населения, в том числе и психологического характера. Поэтому при принятии решения о характере вмешательства следует руководствоваться следующими принципами:

- вмешательство должно принести обществу больше пользы, чем вреда, то есть уменьшение ущерба в результате снижения дозы должно быть достаточным, чтобы оправдать вред и стоимость вмешательства, включая его социальную стоимость (***принцип обоснования вмешательства***).

Оперативные мероприятия РЗ. Вмешательство и его принципы

Вмешательство может явиться причиной не только экономического ущерба, но и неблагоприятного воздействия на здоровье населения, в том числе и психологического характера. Поэтому при принятии решения о характере вмешательства следует руководствоваться следующими принципами:

- форма, масштаб и длительность вмешательства должны быть выбраны таким образом, чтобы польза от снижения радиационного ущерба за вычетом ущерба, связанного с вмешательством, была бы максимальной (***принцип оптимизации вмешательства***).

Оперативные мероприятия РЗ. Защитные свойства материалов

Защитные свойства материала характеризуются ***слоем половинного ослабления***, т.е. слоем, при прохождении которого интенсивность g-лучей или нейтронов уменьшается в два раза. Толщина слоя половинного ослабления различных материалов зависит от вида излучения и его энергии.

Коэффициент ослабления можно найти в справочнике или определить по формуле:

$$K_{осл} = 2 \cdot h / d ,$$

где h - толщина материала, см; d - слой половинного ослабления

e9.bmstu.ru

Оперативные мероприятия РЗ. Защитные свойства материалов

Слои половинного ослабления некоторых материалов (d), см.

Материал	Проникающая радиадия				Радиоактивное загрязнение местности (γ)
	Ядерного взрыва		Термоядерного взрыва		
	γ	n	γ	N	
Древесина	30,5	9,7	40	14	15
Полиэтилен	21,8	2,7	31	4.9	15
Вода	20,4	2,7	23	4,9	13
Грунт	13	9	18	11	10
Кирпичная кладка	13	10	18	14	11
Железобетон	9,5	8,2	12,5	9,7	6
Сталь	3,5	11,5	3,5	12	2,5

e9.bmstu.ru

Оперативные мероприятия РЗ. Укрытие в защитных сооружениях при авариях

Защитные сооружения (ЗС), используемые для защиты от поражающих факторов радиационной аварии, подразделяются на убежища и противорадиационные укрытия (ПРУ), но *имеют более высокие защитные свойства*, чем аналогичные классы и группы ЗС гражданской обороны.

Убежища – инженерные сооружения, обеспечивающие защиту укрываемых от всех поражающих факторов радиационной аварии, ядерного взрыва и пожара в районе убежища, а также от АХОВ, ОВ и бактериальных средств.

Противорадиационные укрытия - защитные сооружения, которые обеспечивают защиту укрываемых от ионизирующих излучений любой природы.

e9.bmstu.ru

Оперативные мероприятия РЗ. Типовые режимы радиационной защиты при авариях на АС

Под режимом радиационной защиты *понимают установленный порядок действия людей, применения средств и способов защиты в зонах радиоактивного загрязнения, предусматривающий максимальное уменьшение возможных доз облучения.*

e9.bmstu.ru

Оперативные мероприятия РЗ. Использование СИЗ

Для <u>защиты органов дыхания</u> от радиоактивных аэрозолей используются *респираторы* (**Р-2, ШБ-1, «Лепесток», «Астра» и др.**). **Респиратор Р-2** представляет собой фильтрующую полумаску, снабженную двумя клапанами для вдоха, одним клапаном выдоха и носовым зажимом. Фильтрующим элементом респиратора служит наружная поверхность респиратора и фильтр из полимерных волокон

Для <u>защиты кожных покровов</u> и верхней одежды от РВ применяются либо табельные средства: **общевойсковой защитный комплект ОЗК** (в составе плаща, защитных чулок и перчаток) и **костюм защитный Л-1** (куртка с капюшоном, брюки, перчатки), либо подручные средства защиты: производственная и бытовая одежда, куртки, комбинезоны, халаты, плащи, накидки с дополнительными средствами герметизации вокруг шеи, на запястьях и щиколотках.

Оперативные мероприятия РЗ. Использование медицинских средств защиты

С целью *повышения устойчивости организма* человека к воздействию ИИ и *уменьшения степени радиационных поражений* применяются ***медицинские средства защиты.*** К ним относятся **радиопротекторы** - радиозащитные препараты, предназначенные для профилактики поражений ИИ, ослабления проявлений лучевой болезни.

Все эти вещества могут быть разделены на две группы. К первой можно отнести вещества кратковременно снижающие радиочувствительность тканей или органов. Наиболее распространенным препаратом этой группы является **цистамин**.

Ко второй группе относятся вещества, которые препятствуют всасыванию радиоактивных веществ в кровь и способствуют быстрому выведению их из организма. Это различные **комплексоны и адсорбенты**, например, ***йодистый калий***, эффективно защищающий щитовидную железу от радиоактивного иода на ранней стадии аварии.

Дезактивация загрязненных объектов

При дезактивации территорий применяют следующие способы:

- снятие поверхностного слоя грунта, загрязненного РВ;
- засыпка чистым грунтом загрязненных участков;
- изоляция загрязненных поверхностей слоем бетона, асфальта или укладкой бетонных плит;
- временное закрепление РВ на местности с использованием растворов поверхностно-активных веществ, которые создают поверхностную пленку, предотвращающую пылеобразование в течение нескольких суток;
- глубокое перепахивание загрязненных территорий с переворотом верхнего слоя

e9.bmstu.ru

Организационно-технические решения обеспечения радиационной безопасности населения

Радиационная безопасность населения Российской Федерации обеспечивается не только за счет технических решений на объектах атомной энергетики, но и другими методами и организационными решениями, то есть реализуется комплексный подход в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

Оценка обстановки при авариях на РОО и после ядерных взрывов

e9.bmstu.ru

Определения, поражающие факторы, этапы и методы оценки радиационной обстановки

Радиационная обстановка:

складывается на территории определенных районов, населенных пунктов, объектов экономики в результате радиоактивного загрязнения местности и расположенных на ней предметов и требует принятия мер защиты для исключения или уменьшения радиационных поражений и потерь среди населения;

характеризуется масштабом, степенью загрязненности и видами (**α-, β-, γ-**) радиоактивного загрязнения;

не является неизменной: со временем, вследствие распада радионуклидов, степень загрязнения, а следовательно, и интенсивность ионизирующих излучений уменьшаются.

e9.bmstu.ru

Определения, поражающие факторы, этапы и методы оценки радиационной обстановки

Оценка радиационной обстановки - это анализ последствий радиоактивного загрязнения окружающей среды и выбор наиболее целесообразных действий формирований ГО, производственной деятельности объектов экономики и мер по защите населения, при которых исключаются или максимально снижаются радиационные потери и поражения людей.

e9.bmstu.ru

Определения, поражающие факторы, этапы и методы оценки радиационной обстановки

При оценке радиационной обстановки решаются следующие **основные задачи:**

- Определение *коэффициента скорости распада* радионуклидной смеси.
- Определение *уровней радиации* на загрязненной местности *на заданное время*.
- Определение *доз облучения*, получаемых людьми *за время пребывания* на загрязненной местности.
- Определение *допустимого времени пребывания* людей в зонах радиоактивного загрязнения.

e9.bmstu.ru

Определения, поражающие факторы, этапы и методы оценки радиационной обстановки

При оценке радиационной обстановки решаются следующие **основные задачи:**

- Определение *допустимого времени начала работ* или преодоления загрязненной местности.
- Определение *режимов радиационной защиты* рабочих, служащих и хозяйственной деятельности производственного объекта.
- Определение возможных радиационных потерь (поражений) в зонах радиоактивного загрязнения.
- Определение степени загрязнения техники, транспорта, оборудования и т. п.

e9.bmstu.ru

Определения, поражающие факторы, этапы и методы оценки радиационной обстановки

- Оценка радиационной обстановки по результатам замеров, полученных при радиационном контроле (разведке) местности, начинается с определения скорости распада смеси радионуклидов, что обеспечивает возможность использования выражения при решении всех задач прогноза и оценки.
- Значение коэффициента n зависит от состава радионуклидов в аварийном выбросе, произошедшем на РОО.