

**Программа дополнительного профессионального образования
(в форме повышения квалификации)**

**«Обеспечение радиационной безопасности
персонала и населения при выполнении работ с
источниками ионизирующего излучения.
Правила работы с источниками ионизирующего
излучения (ИИИ)» в Учебном центре ООО
«ТомскГАЗПРОМгеофизика»**

Лекция 5

Лекция 5. Биологическое действие ионизирующего излучения на организм человека. Последствия воздействия ионизирующего излучения.

По оценкам ООН, средние годовые дозы, получаемые людьми во всем мире от естественного фонового излучения, составляют 2,4 миллизиверт (мЗв)/год, а типичный диапазон этих доз – 1-10 мЗв/г. Таким образом, накопленные дозы от естественного излучения, в течение жизни, могут составить около 100-700 мЗв (на разных континентах и в различных регионах планеты - свои значения). Дозы облучения человека могут считаться низкими, если они сравнимы с уровнями естественного фонового излучения, составляющими, обычно - несколько мЗв в год.

Согласно норм Федерального закона "О радиационной безопасности населения" Статья 9. п.2, эффективная доза для человека, в сумме, за период его жизни (принимаемый в расчетах равным 70 лет) - не должна превышать 70 мЗв, что никак не скажется на здоровье и считается безопасным уровнем поглощённой радиации. ,

Малые дозы при длительном облучении могут быть более опасными по последствиям, чем большие дозы краткосрочного облучения.

Радиационные поражения могут быть:

- соматическими, если радиационный эффект облучения проявляется у самого облученного лица;
- генетическими - и у его потомства.

Наиболее опасны для организма нарушения в системе кроветворных органов и прежде всего в костном мозге. При этом в крови резко уменьшается количество белых кровяных телец - лейкоцитов (в значительной степени уменьшаются защитные силы организма в борьбе с инфекцией), кровяных пластинок - тромбоцитов (ухудшается свертываемость крови) и красных кровяных телец -эритроцитов (ухудшается снабжение организма кислородом). Кроме этого, повреждаются стенки сосудов, происходят кровоизлияния и нарушение деятельности ряда органов и систем.

Эффекты от облучения в течение года.

Доза облучения "накапливается" в течение времени жизни человека и за 70 лет составляет, в сумме "накопленной дозы", порядка 100-700 мЗв/70лет - это безопасные для здоровья показатели.

3 мЗв в год - нормальная годовая доза радиационного фона от естественных природных источников ионизирующего излучения (на поверхности земли, при учтённой мощности дозы от радона, равной 2 мЗв/год). Считается абсолютно безопасной.

Лица, подвергшиеся однократному облучению в дозе, превышающей 100 мЗв, в дальнейшей работе не должны подвергаться облучению в дозе свыше 20 мЗв/год.

Радиационно-опасные - работы (персонала) в условиях фактической или потенциальной радиационной опасности, когда радиационная обстановка в месте проведения работ такова, что при стандартных факторах облучения индивидуальная эффективная доза работника может превысить значение равное 20 мЗв в год.

20 мЗв/год - усредненный более чем за 5 лет предел для персонала в ядерной и горнодобывающих отраслях промышленности.

150 мЗв/год - облучение дозами выше этой - увеличивает вероятность онкологии.

1 Зиверт (1000 мЗв) - риск появления раковых заболеваний, годами позже. Если общий показатель облучения изначально здорового человека не превышает 1 тысячи мЗв (предельная норма за время карьеры, общая для всех профессий, которые имеют дело с радиоактивными материалами или активно облучаются радиацией, как во время работы космонавтов на орбите) — его жизнь сократится не более чем на два с половиной - три года.

2 - 10 грэй (2-10 зивертов в год) - острая лучевая болезнь с вероятным фатальным исходом.

Если суммарная доза кратковременного облучения - меньше 10 мкЗв (десяти микрозивертов), то считается, что излучение фактически отсутствует и его можно не учитывать.

Радиационно-опасные работы, проводимые профессионалами, при выполнении которых индивидуальные дозы облучения могут превысить, в течение только одной рабочей смены, 0.2 мЗв (миллизиверт) - выполняются по дозиметрическим нарядам.

до 100 мЗв (10 бэр) – допустимое аварийное облучение населения (разовое). Медицинскими методами не наблюдается каких-либо заметных изменений в тканях и органах.

Разовые эффективные дозы (по риску возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности) свыше 200 мЗв - являются потенциально-опасными, критичными для здоровья дозами.

Облучение дозой 500-1000 мЗв вызывает чувство усталости, наблюдаются умеренные изменения в составе крови. Состояние нормализуется за короткое время. Основная доля радиационного риска - возможность, в будущем, появления онкологических заболеваний (рак крови, кожи, щитовидной железы и т.д.) .

При дозе 1 Гр (1 Зв) начинается лучевая болезнь.

1000-1500 мЗв - могут появиться выраженные соматические эффекты (тошнота, рвота), нарушение работоспособности, возникают различные формы острой лучевой болезни.

1.5-2.5 грэй (1500-2500 мЗв) - наблюдается кратковременная легкая форма лучевой болезни, которая появляется в виде выраженной, продолжающейся длительное время лейкопении (снижения числа лейкоцитов). В 30-50% случаев может наблюдаться рвота в первые сутки после облучения. При дозах больше 2 грэй - высок риск летального исхода.

2.5-4 Гр (2500-4000 мЗв) - возникает лучевая болезнь средней степени тяжести. У всех облученных в первые сутки после облучения наблюдается тошнота и рвота, резко снижается содержание лейкоцитов и появляются подкожные кровоизлияния. Такие дозы - вызывают существенный, непоправимый ущерб здоровью, облысение и белокровие (лейкемия). Для лечения - требуется пересадка костного мозга и содержание в стерильном боксе.

Смертельные дозы проникающей радиации:

3-4Гр - повреждение костного мозга, в течение месяца после облучения смертельный исход возможен у 50% облученных (без медицинского вмешательства).

4-7 Гр (4000-7000 мЗв) - развивается тяжелая форма лучевой болезни и высока смертность.

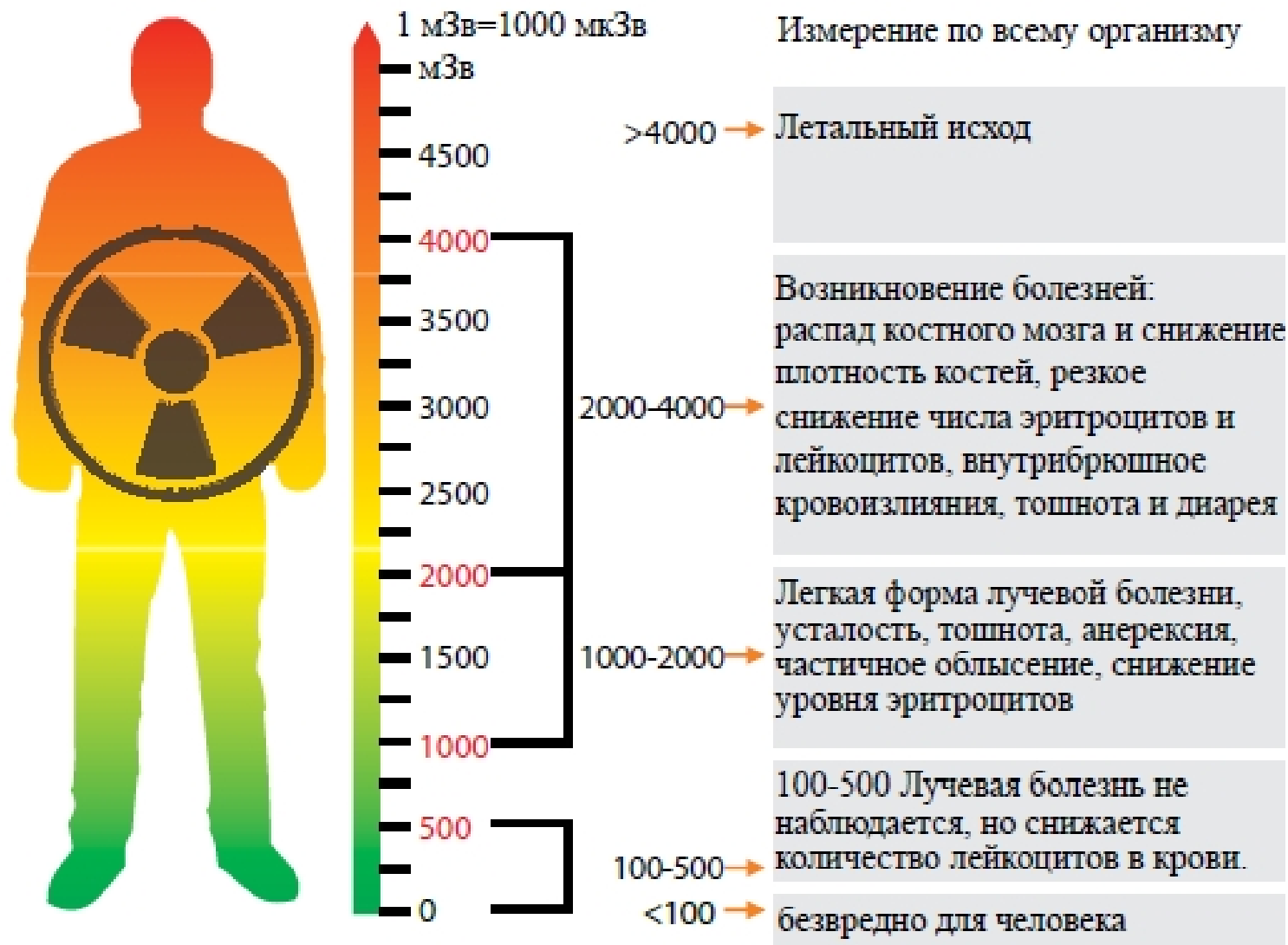
свыше 7 Гр (7000 мЗв) - крайне тяжелая форма острой лучевой болезни. В крови полностью исчезают лейкоциты. Появляются множественные подкожные кровоизлияния. Смертность 100%. Причиной смерти, чаще всего являются инфекционные заболевания и кровоизлияния.

10Гр (10 зиверт) - смерть в течение 2-3 недель.

Величина свыше десяти Грэй дозой нагрузки от облучения - считается абсолютно смертельной для человека.

15 Гр - 1 - 5 суток до летального исхода.

Медицинское воздействие радиации на организм человека в течение короткого времени



Допустимые пределы внешнего и внутреннего облучения

Основные пределы доз облучения не включают в себя дозы от **природного и медицинского облучения**, а также дозы вследствие **радиационных аварий**. На эти виды облучения устанавливаются специальные ограничения.

Эффективная доза для **персонала** не должна превышать за период трудовой деятельности (50 лет) — **1000 мЗв** (100 бэр), а для **населения** за период жизни (70 лет) — 70 мЗв (7 бэр). Начало периодов вводится с 1 января 2000 года.

При одновременном воздействии на человека источников внешнего и внутреннего облучения годовая эффективная доза не должна превышать пределов доз, установленных в табл. 3.1. НРБ-99/2009

Для женщин в возрасте до 45 лет, работающих с источниками излучения, эквивалентная доза на поверхности нижней части области живота не должна превышать 1 мЗв (0.1 бэр) в месяц. Для обеспечения выполнения указанного норматива при одновременном воздействии источников внешнего и внутреннего облучения должно выполняться требование п. 3.3.3.

При установлении беременности женщина должна на периоды беременности и грудного вскармливания ребенка переводиться на работу, не связанную с источниками излучения. Перевод осуществляется на основании представленного администрации института соответствующего медицинского заключения.

Допустимые пределы внешнего и внутреннего облучения

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

В соответствии с определением предела дозы для персонала группы А при получении за год сотрудником дозы более 20 мЗв (2 бэр) руководителем соответствующего подразделения должны быть приняты меры для снижения его облучаемости при последующей работе. Меры должны обеспечивать соблюдение (с учётом доз за предыдущие годы) условия непревышения дозы 100 мЗв (10 бэр) за любые последовательные 5 лет (начиная с 1 января 2000 года).

Допустимые уровни (*мощность дозы и другие параметры радиационной обстановки*) **монофакторного** (*для одного радионуклида, одного вида внешнего облучения*) **воздействия** являются производными от основных пределов доз.

В таблице 3.2. приводятся расчётные допустимые значения мощности эквивалентной дозы для определённого времени облучения. Они должны использоваться при проектировании защиты и оценок её достаточности после монтажа.

Допустимые пределы внешнего и внутреннего облучения

Таблица 3.2. Допустимая мощность эквивалентной дозы (ДМЭД) для определённого времени облучения.

Категория облучаемых лиц		Назначение помещений института и территорий вокруг него	Продолжительность облучения, часов в год	ДМЭД (на рабочем месте за защитой) при эксплуатации ИИИ, мкЗв/ч (мбэр/ч)	ДМЭД при проектировании защиты ИИИ, мкЗв/ч (мбэр/ч)
персонал	группа А	Помещения постоянного пребывания персонала	1700	12.0 (1.2)	6.0 (0.6)
	группа А	Помещения временного пребывания персонала	850	24.0 (2.4)	12.0 (1.2)
	группа Б	Помещения организаций и территория <u>санитарно-защитной зоны</u> , где находится персонал <u>группы Б</u>	2000	2.4 (0.24)	1.2 (0.12)
население		Любые другие помещения и территории	8800	0.12 (0.012)	0.06 (0.006)

Допустимые значения содержания радионуклидов в пищевых продуктах, питьевой воде и воздухе, соответствующие пределу дозы техногенного облучения населения 1 мЗв/год и квотам от этого предела, рассчитываются на основании значений дозовых коэффициентов при поступлении радионуклидов через органы пищеварения с учетом их распределения по компонентам рациона питания и питьевой воде, а также с учетом поступления радионуклидов через органы дыхания и внешнего облучения людей. Значения дозовых коэффициентов для критических групп населения, ДОО и ПОО через органы дыхания и ПОО через органы пищеварения, приведены в Приложении 2 Санитарных правил и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009» (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 7 июля 2009 г. N 47)