



ПЕРМСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классика будущего

Безопасность жизнедеятельности

А.В. Елсуков

anton.elsukov88@gmail.com

Пермь, 2020 г.



Радиационная безопасность

Радиационная авария – авария на радиационно-опасном объекте, приводящая к выходу или выбросу радиоактивных веществ и (или) ионизирующих излучений за предусмотренные проектом для нормальной эксплуатации данного объекта границы в количествах, превышающих установленные пределы безопасности его эксплуатации.

Радиоактивное загрязнение – загрязнение поверхности Земли, атмосферы, воды либо продовольствия, пищевого сырья, кормов и различных предметов радиоактивными веществами в количествах, превышающих уровень, установленный нормами радиационной безопасности и правилами работы с радиоактивными веществами.



Радиационная безопасность

Радиационно-опасный объект (РОО) – объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют радиоактивные вещества, при аварии на котором или его разрушении может произойти облучение ионизирующим излучением или радиоактивное загрязнение людей, сельскохозяйственных животных и растений, объектов народного хозяйства, а также окружающей природной среды.

Зона радиоактивного загрязнения – территория или акватория, в пределах которой имеется радиоактивное загрязнение. В зависимости от степени радиоактивного загрязнения различают зоны умеренного, сильного, опасного и чрезвычайно опасного загрязнения.



Радиационная безопасность

Режим радиационной защиты – порядок действия населения и применения средств и способов защиты в зоне радиоактивного загрязнения с целью возможного уменьшения воздействия ионизирующего излучения на людей.

Радиационный контроль – контроль за соблюдением норм радиационной безопасности и основных санитарных правил работы с радиоактивными веществами и иными источниками ионизирующего излучения, а также получение информации об уровнях облучения людей и о радиационной обстановке на объекте и в окружающей среде. Выделяют дозиметрический и радиометрический контроль.



Радиационная безопасность

Радиоактивность – процесс самопроизвольного распада ядер атомов химических элементов с превращением их в ядра атомов других элементов и одновременным испусканием радиоактивных излучений – (α -, β -, γ -лучей и др.)





Радиационная безопасность

Источники:

- 1) Естественные – космические лучи (тритий), земная радиация (^{40}K , ^{87}Rb), внутреннее облучение (попадает с пищей. $2/3$ эффективной дозы ^{14}C), радон (^{222}Rn)
- 2) Искусственные источники – медицина (рентген), ядерные взрывы (^{14}C $t=5730$ лет, ^{137}Cs $t=30$ лет, ^{95}Zr $t=64$ дня, ^{40}Sr $t=30$ лет), атомная энергетика (^{235}U), ядерные боеприпасы (^{235}U , ^{239}Pu)
- 3) Другие – уголь, термальные воды, фосфатная руда



Радиационная безопасность

РОО

1. *Объекты с радиационной технологией:* предприятия радиохимической промышленности; НИУ; медицинские учреждения.
2. *Объекты с ядерной технологией:* предприятия ядерного топливного цикла (ЯТЦ), а именно: добыча и переработка урановой руды; обогащение урана; изготовление ядерного топлива; использование топлива в ядерных реакторах (ЯР); транспортировка ядерного топлива; переработка загрязняющих веществ радиохимических заводов (РХЗ); обращение с радиоактивными отходами (РАО); транспортные средства с ядерными установками; военные объекты.



Радиационная безопасность

Примеры наиболее опасных РО Пермского края

Категория	Объект	Вид деятельности
II	ОАО «Соликамский магниевый завод»	Переработка минерального сырья с повышенным содержанием естественных радионуклидов (уран-238, торий-232 и их дочерних продуктов). Пункт хранения радиоактивных отходов (твердых отходов переработки минерального сырья с повышенным содержанием естественных радионуклидов (уран-238, торий-232 и их дочерних продуктов))
III	ООО «Кобальт»	Эксплуатация мощных радиоизотопных гамма-установок ГУД-300 и ГУД-300М с источниками излучения на основе радионуклида кобальт-60 суммарной активностью $2,68E+16$ Бк (99 % всей суммарной активности техногенных закрытых радионуклидных источников излучения Пермского края)



Радиационная безопасность

IV	ГУЗ «Пермский краевой онкологический диспансер»	Эксплуатация гамма-терапевтических аппаратов АГАТ-С, АГАТ-ВУ и РОКУС-АМ с источниками излучения на основе радионуклида кобальт-60 суммарной активностью $6,96E+14$ Бк
IV	ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез»	Закрытые радионуклидные источники нейтронного и гамма-излучения суммарной активностью $5,03E+11$ Бк. Пункт хранения радиоактивных отходов: хранение оборудования, загрязненного природными радионуклидами (уран-238, торий-232, радий-226)
IV	ФПК «Пермский пороховой завод»	Эксплуатация передвижного гамма-дефектоскопа типа «Гаммарид-60/40» с источником излучения на основе радионуклида кобальт-60 с активностью $2,70E+12$ Бк



Радиационная безопасность

Радиоактивность – процесс самопроизвольного распада ядер атомов химических элементов с превращением их в ядра атомов других элементов и одновременным испусканием радиоактивных излучений – (α -, β -, γ -лучей и др.)



Радиационная безопасность

Радиоактивность – процесс самопроизвольного распада ядер атомов химических элементов с превращением их в ядра атомов других элементов и одновременным испусканием радиоактивных излучений – (α -, β -, γ -лучей и др.)



Радиационная безопасность

Классификация радионуклидов по степени радиационной опасности

Группа	Степень радиотоксичности	Активность		Радионуклиды
		Бк/л	Ки/л	
А	Особо высокая	3,7-370	10^{-10} - 10^{-8}	^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{232}U , ^{238}Pu , ^{230}Th
Б	Высокая	37-3700	10^{-9} - 10^{-7}	^{106}Ru , ^{131}I , ^{144}Ce , ^{210}Bi , ^{234}Th , ^{235}U , ^{214}Pu , ^{90}Sr
В	Средняя	370- $37 \cdot 10^3$	10^{-8} - 10^{-7}	^{22}Na , ^{32}P , ^{35}S , ^{36}Cl , ^{45}Ca , ^{59}Fe , ^{60}Co , ^{89}Sr , ^{90}Y , ^{92}Mo , ^{125}Sb , ^{137}Cs , ^{140}Ba , ^{96}Au
Г	Малая	370- $37 \cdot 10^3$	10^{-8} - 10^{-7}	^7Be , ^{14}C , ^{18}F , ^{57}Cr , ^{55}Fe , ^{64}Cu , ^{129}Te , ^{195}Pt , ^{197}Hg , ^{200}Tl
Д	□	14,8- 10^4	$4 \cdot 10^{-6}$	Тритий (^3H) и его химические соединения



Радиационная безопасность

Облучение

Однократные дозы до 50 Р (0,013 Кл/кг) не вызывают заметных изменений в организме человека и не снижают его работоспособности

Однократные дозы **более 100 Р** (0,026 Кл/кг) приводят к лучевой болезни.

По тяжести заболевания и его последствиям различают 4 степени лучевой болезни.



Радиационная безопасность

Лучевая болезнь

- *первой степени* - при однократной дозе облучения 100–200 Р. Скрытый период болезни может длиться 2–3 недели, после чего появляются недомогание, слабость, головокружение, тошнота. В крови уменьшается количество лейкоцитов. Через несколько дней эти явления проходят. В большинстве случаев специального лечения не требуется.
- *второй степени* - при дозе облучения 200–400 Р. Скрытый период продолжается около недели. Затем наблюдается общая слабость, головные боли, повышение температуры, расстройство функций нервной системы, рвота. Количество лейкоцитов в крови снижается наполовину. Выздоровление при лечении – через 1-2 месяца. Летальный исход в 20 % случаев.



Радиационная безопасность

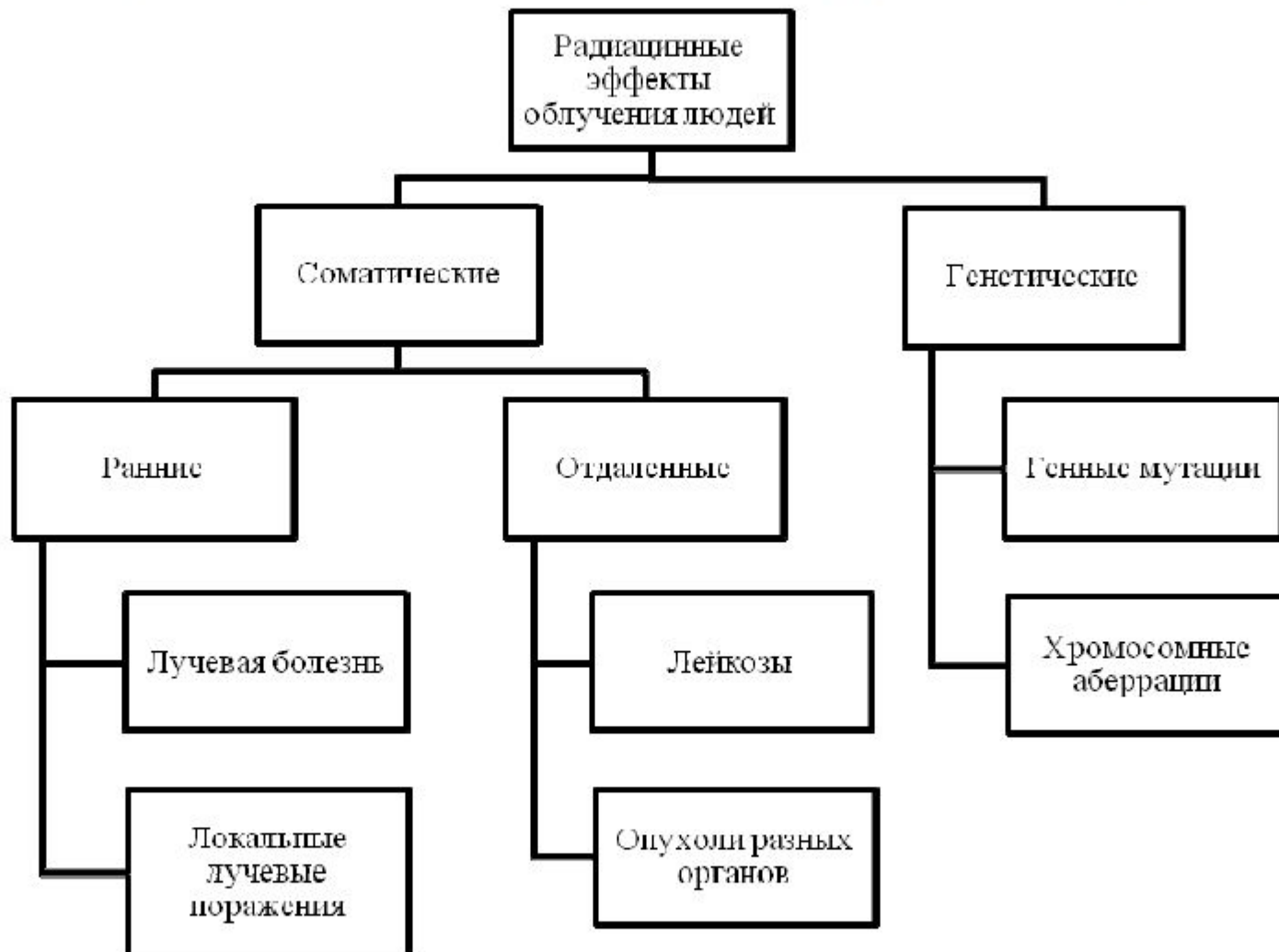
Лучевая болезнь

-третьей степени - при дозах облучения 400-600 Р. Скрытый период длится несколько часов. Отмечается общее тяжелое состояние, сильные головные боли, озноб, повышение температуры до 40°, потеря сознания (иногда резкое возбуждение), истощение. Болезнь требует длительного лечения (6–8 месяцев). Без лечения болезнь во многих случаях (до 70 %) заканчивается смертью, чаще всего от инфекционных осложнений или кровотечений.

-четвертой степени - при однократной дозе облучения свыше 600 Р (0,156 Кл/кг). Болезнь сопровождается затемнением сознания, лихорадкой, резким нарушением водно-солевого обмена и заканчивается смертельным исходом через 5–10 сут.



Радиационная безопасность





Радиационная безопасность

пути проникновения радиоактивных веществ в организм:

- ингаляционный (через органы дыхания) (наиболее опасный);
- пероральный (через желудочно-кишечный тракт (ЖКТ));
- через кожные покровы или их повреждения (усвоение через кожу приблизительно в 200–300 раз меньше, чем через ЖКТ, и не имеет такого значения как другие пути).



Радиационная безопасность

ПРИБОРЫ

Индикатор (индикаторный прибор) – прибор для ориентировочной оценки величины либо изменения ее значения по изменению сигнала, например, светового или звукового.

Радиометр (радиометрический прибор) – прибор, в основном предназначенный для измерения активности нуклида или плотности потока частиц.

Дозиметр (дозиметрический прибор) – прибор, в основном предназначенный для регистрации и анализа энергетического спектра и идентификации на этой основе излучающих радионуклидов.



Радиационная безопасность

Аварии (шкала INES – International Nuclear Event Scale)

1 уровень (*незначительное происшествие*) – функциональное отклонение, которое не представляет какого-либо риска, но указывает на недостатки в обеспечении безопасности;

2 уровень (*происшествие средней тяжести*) – отказы оборудования, отклонения от нормальной эксплуатации, которые не оказывают влияния на безопасность станции, но способны привести к переоценке мер безопасности;

3 уровень (*серьезное происшествие*) – выброс в окружающую среду РВ в количестве, не превышающем 5-кратного допустимого суточного выброса, облучение работников до 50 мЗв ($100 \text{ Р} = 1 \text{ Зв}$);



Радиационная безопасность

Аварии (шкала INES – International Nuclear Event Scale)

4 уровень (*авария в пределах АЭС*) – выброс в окружающую среду РВ в количествах, не превышающих дозовые пределы для населения при проектных авариях, облучение персонала порядка 1 Зв, вызывающее лучевые эффекты (Сант-Лоурен, Франция, – 1980 г.);

5 уровень (*авария с риском для окружающей среды*) – выброс в окружающую среду РВ, которое приводит к превышению дозовых пределов для проектных аварий, требует частичное введение планов защиты;

6 уровень (*тяжелая авария*) – выброс в окружающую среду большого количества РВ, необходимо полное введение планов защиты населения и персонала (НПО «Маяк», Челябинская область, 1957; Вилскейп Англия 1957).



Радиационная безопасность

Аварии (шкала INES – International Nuclear Event Scale)

7 уровень (*глобальная авария*) – выброс большого количества РВ, накопленных в активной зоне, возможны острые лучевые поражения, последующее влияние на здоровье населения, проживающего на большой территории, охватывающее более чем одну страну. Долговременные экологические последствия (Чернобыльская катастрофа, 1986; Фукусима-1, 2011).



Радиационная безопасность

Характеристики радиоактивного заражения:

- уровень радиации;
- доза внешнего гамма-облучения;
- доза внутреннего облучения при ингаляционном поступлении РВ;
- доза внешнего облучения при преодолении следа облака;
- суммарная доза облучения;
- доза облучения щитовидной железы;
- плотность заражения местности;
- время формирования следа РО облака;
- границы зон РЗМ.



Радиационная безопасность

Зоны на восстановительной стадии РА:

- 1 зона – радиационного контроля – от 1 до 5 мЗв;
- 2 зона – ограниченного проживания населения – от 5 до 20 мЗв;
- 3 зона – отселения – от 20 до 50 мЗв;
- 4 зона – отчуждения – более 50 мЗв.



Радиационная безопасность

Нормирование

Федеральный закон «О радиационной безопасности населения»
№ 3-ФЗ от 09.01.96 (в редакции ФЗ № 248 от 19.07.2011)

«Нормы радиационной безопасности» (НРБ-РФ-99)



Радиационная безопасность

Защита

1. Детальный анализ рабочих мест, сооружений и условий работы на объектах с источниками ионизирующих излучений.
2. Разработка инструкций, в которых указываются требования безопасности и правила проведения работ по безопасной технологии, учету, хранению, выдаче радиоактивных веществ (РВ) и удалению радиоактивных отходов.
3. Расположение и размещение источников ионизирующих излучений (ИИИ) и всех облучаемых предметов в строго ограниченной зоне и в специально оборудованных помещениях.
4. Контроль доз облучения персоналом, работающим с ИИИ и общий контроль за интенсивностью радиоактивных источников.
5. Допуск лиц к работе с ИИИ (проводится в строго установленном порядке).
6. Обучение и контроль знаний по безопасным методам работы.



Радиационная безопасность

Защита

7. Начальный и периодический медицинский осмотры.
8. Ограничение время пребывания в условиях облучения.
9. Знаки радиационной опасности и предупреждающие надписи.
10. Изолированные помещения, оснащенные приточно-вытяжной вентиляцией с кратностью воздухообмена не менее пяти.
11. Окраска стен, пола, дверей и иногда потолков масляными красками.
12. Стационарные сооружения как средство защиты, где стены, перекрытия и потолки выполнены с применением кирпича, бетона, баритобетона и баритоштукатурки (в состав входит сульфат бария – BaSO_4).



Радиационная безопасность

Защита

Стационарные сооружения классифицируют как
противорадиационные укрытия (ПРУ).

Коэффициенты ослабления

- дома деревянные жилые – 2;
- здания производственные одноэтажные – 7;
- дома жилые каменные одноэтажные – 10;
- подвал одноэтажного каменного дома – 40;
- подвал трехэтажного каменного дома – 400;
- открытая щель – 3–4;
- перекрытая щель – 40;
- убежище – 1000.



Радиационная безопасность

Защита СИЗ

Противогазы с коробкой типа Реактор

Радиопротекторы:

- аминтиолы: $\text{HS-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2$ (цистеамин);
 $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{SP}(\text{O})(\text{OH})_2$. – гаммофос и др.
- пищевые продукты: ферроцин; бета-каротин; альгинат кальция и натрия; пектин; препараты целлюлозы; зеленый чай; красное сухое вино; красная икра и др
- **Активный йод (в случае заражения ^{131}I)**



Радиационная безопасность

1. Снимите верхнюю одежду, обувь и поместите их в пластиковый пакет.
2. Включите радио или телевизор и слушайте сообщения.
3. Тщательно проветрите всю квартиру.
4. Завершите герметизацию квартиры.
5. Сделайте запас питьевой воды в герметичной таре.
6. Покиньте квартиру и попытайтесь найти убежище или противорадиационное укрытие.
7. Позвоните родственникам: они могут еще не знать о случившемся.
8. Закройте все окна и двери.
9. Отключите газ.
10. Примите душ.
11. Защитите органы дыхания влажной ватно-марлевой повязкой
12. Не волнуйте соседей, молчите о случившемся.
13. Заверните в пищевую пленку открытые продукты и поместите их в холодильник.
14. Спуститесь в подвал своего дома.