

# Радиационная опасность

**Активность** ( $A$ ) - мера радиоактивности какого-либо количества радионуклида, находящегося в данном энергетическом состоянии в данный момент времени:

$$A = \frac{dN}{dt}$$

где:

$dN$  - ожидаемое число спонтанных ядерных превращений из данного энергетического состояния, происходящих за промежуток времени  $dt$ .

Единицей активности является беккерель (Бк).

Используемая ранее внесистемная единица активности кюри (Ки) составляет 3,7 х Бк.

**Активность минимально значимая (МЗА)** - активность источника ионизирующего излучения в помещении или на рабочем месте, при превышении которой требуется разрешение органов исполнительной власти, уполномоченных осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор, на использование этого источника, если при этом также превышено значение минимально значимой удельной активности.

**Активность минимально значимая удельная (МЗУА)** - удельная активность источника ионизирующего излучения в помещении или на рабочем месте, при превышении которой требуется разрешение органов исполнительной власти, уполномоченных осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор, на использование этого источника, если при этом также превышено значение минимально значимой активности.

**Активность удельная (объемная)** - отношение активности  $A$  радионуклида в веществе к массе  $m$  (объему  $V$ ) вещества:

$$A_m = \frac{A}{m} \qquad A_v = \frac{A}{V}$$

**Единица удельной активности** - беккерель на килограмм, Бк/кг. Единица объемной активности - беккерель на метр кубический, Бк/м<sup>3</sup>.

**Активность эквивалентная равновесная объемная (ЭРОА)** дочерних продуктов изотопов радона - и - взвешенная сумма объемных активностей короткоживущих дочерних продуктов изотопов радона - ( $RaA$ ); ( $RaB$ ); ( $RaC$ ); ( $ThB$ ); ( $ThC$ ) соответственно:

$$(ЭРОА)_{Rn} = 0,10 A_{RaA} + 0,52A_{RaB} + 0,38A_{RaC}$$

$$(ЭРОА)_{Th} = 0,91 A_{ThB} + 0,09A_{ThC}$$

где:

- объемные активности дочерних продуктов изотопов радона.

**Вещество радиоактивное** - вещество в любом агрегатном состоянии, содержащее радионуклиды с активностью, на которые распространяются требования [НРБ-99/2009](#).

## Взвешивающие коэффициенты для отдельных видов излучения при расчете эквивалентной дозы

$$W_R$$

- используемые в радиационной защите множители поглощенной дозы, учитывающие относительную эффективность различных видов излучения в индуцировании биологических эффектов:

фотоны любых энергий	1
электроны и мюоны любых энергий	1
нейтроны с энергией менее 10 кэВ	5
от 10 кэВ до 100 кэВ	10
от 100 кэВ до 2 МэВ	20
от 2 МэВ до 20 МэВ	10
более 20 МэВ	5
протоны с энергией более 2 МэВ, кроме протонов отдачи	5
альфа-частицы, осколки деления, тяжелые ядра	20



костный мозг (красный)	0,12
толстый кишечник	0,12
легкие	0,12
желудок	0,12
мочевой пузырь	0,05
грудная железа	0,05
печень	0,05
пищевод	0,05
щитовидная железа	0,05
кожа	0,01
гонады	0,20
клетки костных поверхностей	0,01
остальное	0,05

***Взвешивающие коэффициенты для тканей и органов при расчете эффективной дозы***

$$W_T$$

- множители эквивалентной дозы в органах и тканях, используемые в радиационной защите для учета различной чувствительности разных органов и тканей в возникновении стохастических эффектов радиации

## Биологические последствия при общем радиоактивном облучении организма человека, Гр

Доза	Эффект	Доза	Эффект
$<10^{-3}$	Угнетение жизнедеятельности	1-2,5	Легкая лучевая болезнь
$(2-3)10^{-3}$	Оптимальные условия для жизнедеятельности	2,5-40	Средняя стадия лучевой болезни
$(2-50)10^{-3}$	Стимуляции жизнедеятельности	4-6	Тяжелая стадия лучевой болезни
$(5-10)10^{-2}$	Регистрация мутаций	6-10	Кишечная форма лучевой болезни -гибель через 3 дня
0,1-0,5	Временная мужская стерилизация	10-100	Церебральная форма лучевой болезни -смерть через 2 часа
0,5-1,0	Нарушение кроветворения, учащение мутаций	2000	Смерть под лучом

**Загрязнение радиоактивное** - присутствие радиоактивных веществ на поверхности, внутри материала, в воздухе, в теле человека или в другом месте, в количестве, превышающем уровни, установленные нормами радиационной безопасности [НРБ-99/2009](#) - присутствие радиоактивных веществ на поверхности, внутри материала, в воздухе, в теле человека или в другом месте, в количестве, превышающем уровни, установленные нормами радиационной безопасности НРБ-99/2009, федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии "Общие положения обеспечения безопасности радиационных источников" НП-038-11, федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии "[Общие положения](#) обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла (ОПБ ОЯТЦ)" (НП-016-05).

**Загрязнение поверхности неснимаемое (фиксированное)** - радиоактивные вещества, которые не переносятся при контакте на другие предметы и не удаляются при дезактивации.

**Загрязнение поверхности снимаемое (нефиксированное)** - радиоактивные вещества которые переносятся при контакте на другие предметы и удаляются при дезактивации.

**Мощность дозы** - доза излучения за единицу времени (секунду, минуту, час).

**Облучение** - воздействие на человека ионизирующего излучения.

## Радиационно опасные объекты и источники радиоактивного заражения

ядерные установки

радиационные источники

облученные тепловыделяющие сборки ядерного реактора

ядерные материалы

пункты хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, пункты хранения, хранилища радиоактивных отходов

тепловыделяющая сборка ядерного реактора

радиоактивные вещества

радиоактивные отходы

**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.

**Радиационно опасный объект** - 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 экономики, а также окружающей среды.

## Категории объектов по потенциальной радиационной опасности

I категория - радиационные объекты, при аварии на которых возможно их радиационное воздействие на население и могут потребоваться меры по его защите

II категория объектов - радиационное воздействие при аварии ограничивается территорией санитарно-защитной зоны

III категория - объекты, радиационное воздействие при аварии которых ограничивается территорией объекта

IV категория - объекты, радиационное воздействие от которых при аварии ограничивается помещениями, где проводятся работы с источниками излучения

При выборе площадки для строительства радиационных объектов I - III категории, на которых происходит обращение с радиоактивными веществами, следует отдавать предпочтение участкам:

- расположенным на малонаселенных незатопляемых территориях;
- имеющим устойчивый ветровой режим;

- ограничивающим возможность распространения радиоактивных веществ за пределы промышленной площадки объекта, благодаря своим топографическим и гидрогеологическим условиям.



**Авария на объекте ядерного топливного цикла** - нарушение эксплуатации объекта ядерного топливного цикла (далее - ЯТЦ), при котором произошел выход ядерных материалов, радиоактивных веществ и (или) ионизирующего излучения за предусмотренные проектом объекта ЯТЦ для нормальной эксплуатации границы в количествах, превышающих установленные пределы безопасной эксплуатации. Авария характеризуется исходным событием, путями протекания и последствиями.

**Авария запроектная** - авария, вызванная не учитываемыми для проектных аварий исходными событиями или сопровождающаяся дополнительными по сравнению с проектными авариями отказами систем безопасности сверх единичного отказа, реализацией ошибочных решений работников (персонала).

**Авария проектная** - авария, для которой проектом определены исходные события и конечные состояния и предусмотрены системы безопасности и (или) иные технические средства и организационные мероприятия, обеспечивающие ограничение ее последствий установленными для таких аварий пределами.

**Авария ядерная** - авария, произошедшая вследствие самоподдерживающейся цепной ядерной реакции деления.

**Безопасность объекта ЯТЦ** - свойство объекта ЯТЦ при нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации, включая аварии, ограничивать радиационное и другие возможные воздействия на работников (персонал), население и окружающую среду установленными пределами, а также предотвращать возникновение самоподдерживающейся цепной ядерной реакции деления (далее - СЦР) при обращении с ядерными материалами.

Объекты ядерного  
топливного цикла  
(ЯТЦ)

сооружения, комплексы, установки с ядерными материалами, предназначенные для производства, транспортирования, переработки ядерного топлива и ядерных материалов, обращение с образующимися при этом радиоактивными отходами

стационарные объекты и сооружения, предназначенные для хранения ядерных материалов, радиоактивных веществ, радиоактивных отходов, включая объекты и сооружения, расположенные на территории ядерной установки и не предусмотренные в проекте ядерной установки

сооружения, комплексы и установки, в которых содержатся радиоактивные вещества и (или) радиоактивные отходы, расположенные на территории ядерной установки и не предусмотренные в проекте ядерной установки

стационарные объекты и сооружения, предназначенные для захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО, ПГЗ ЖРО)

***Принципами обеспечения радиационной безопасности объектов ЯТЦ являются:***

непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения (принцип нормирования);

запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучением (принцип обоснования);

поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника ионизирующего излучения (принцип оптимизации).

**Принципами обеспечения ядерной безопасности** объектов ЯТЦ являются:

- предотвращение возникновения СЦР;
- минимизация последствий СЦР, если она произошла;
- предотвращение неконтролируемых и несанкционированных переработок, накоплений, перемещений, передач, транспортировок ядерных делящихся материалов.

**Эксплуатирующая объект ЯТЦ организация** должна обеспечить безопасное обращение с жидкими, твердыми и газообразными РАО, в том числе:

- обеспечивать своевременную переработку и кондиционирование РАО;
- предотвращать незапланированное накопление РАО;
- обеспечивать ограничение образования РАО на минимальном, практически достижимом уровне;
- установить нормы образования жидких и твердых РАО и периодически пересматривать их с учетом достигнутого положительного опыта обращения с РАО;
- не допускать не предусмотренное в проекте и эксплуатационной документации хранение РАО в некондиционированном виде;
- не допускать неконтролируемые сбросы радиоактивных веществ в водные объекты, водоносные горизонты, ямы, колодцы, скважины на поверхность земли, а также в системы хозяйственно-фекальной и производственно-ливневой канализации;
- не допускать выбросы (сбросы) радионуклидов выше предельно допустимых.

**Классификация объектов ядерного  
топливного цикла  
(ЯТЦ) по безопасности**

**Класс безопасности 1:**

элементы, отказы которых могут являться исходными событиями за проектных аварий, приводящими к облучению работников (персонала) и (или) населения, выбросу (сбросу) радиоактивных веществ в окружающую среду свыше установленных для проектных аварий пределов

**Класс безопасности 2:**

элементы, отказы которых могут являться исходными событиями, приводящими к проектным авариям

**Класс безопасности 3:**

элементы:

- систем, важных для безопасности, не отнесенные к классам 1 и 2;
- содержащие радиоактивные и (или) токсичные вещества, поступление которых в помещения и (или) окружающую среду при отказах может превысить уровни, установленные в соответствии с нормативными документами;
- выполняющие функции контроля обеспечения радиационной защиты работников (персонала) и населения

**Класс безопасности 4:**

элементы нормальной эксплуатации ЯТЦ, не влияющие на безопасность и не отнесенные к классам безопасности 1, 2 или 3.

к **классу безопасности 1** относятся элементы, отказы которых могут являться исходными событиями запроектных аварий, приводящими к облучению работников (персонала) и (или) населения, выбросу (соросу) радиоактивных веществ в окружающую среду свыше установленных для проектных аварий пределов;

к **классу безопасности 2** относятся элементы, отказы которых могут являться исходными событиями, приводящими к проектным авариям;

к **классу безопасности 3** относятся элементы:

- систем, важных для безопасности, не отнесенные к [классам 1](#)- систем, важных для безопасности, не отнесенные к классам 1 и [2](#);

- содержащие радиоактивные и (или) токсичные вещества, поступление которых в помещения и (или) окружающую среду при отказах может превысить уровни, установленные в соответствии с нормативными документами;

- выполняющие функции контроля обеспечения радиационной защиты работников (персонала) и населения;

к **классу безопасности 4** относятся элементы нормальной эксплуатации ЯТЦ, не влияющие на безопасность и не отнесенные к классам безопасности [1](#), относятся элементы нормальной эксплуатации ЯТЦ, не влияющие на безопасность и не отнесенные к классам безопасности 1, [2](#) относятся элементы нормальной эксплуатации ЯТЦ, не влияющие на безопасность и не отнесенные к классам безопасности 1, 2 или [3](#).

Элементы, используемые для управления аварией, не вошедшие в классы безопасности [1](#). Элементы, используемые для управления аварией, не вошедшие в классы безопасности 1, [2](#) Элементы, используемые для

управления аварией, не вошедшие в классы безопасности 1, 2 или [3](#)

## Мощность эквивалентной дозы, используемая при проектировании защиты от внешнего ионизирующего излучения

Категория облучаемых зон		Назначение помещений и территорий	Продолжительность облучения, ч/год	Проектная мощность эквивалентной дозы, мкЗв/ч
	группа А	Помещения постоянного пребывания персонала	1700	6,0
		Помещения временного пребывания персонала	850	12
	группа Б	Помещения радиационного объекта и территория санитарно-защитной зоны, где находится персонал	2000	1,2
Население		Любые другие помещения и территории	8800	0,06