1. **Основные термины и определения: ионизирующее излучение, естественные радионуклиды, период полураспада радионуклида, активность, поглощенная доза, эквивалентная доза, эффективная доза, Единицы измерения доз. Виды ионизирующих излучений.**

**Ионизи́рующее излуче́ние**— различные виды микрочастиц и физических полей, способные ионизировать вещество. В более узком смысле к ионизирующему излучению не относят ультрафиолетовое излучение и излучение видимого диапазона света, которое в отдельных случаях также может быть ионизирующим. Излучение микроволнового и радиодиапазонов не является ионизирующим.

Природа ионизирующего излучения

Наиболее значимы следующие типы ионизирующего излучения: коротковолновое электромагнитное излучение (рентгеновское и гамма-излучения), потоки заряжённых частиц: бета-частиц (электронов и позитронов), альфа-частиц (ядер атома гелия-4), протонов, других ионов, мюонов и др., а также нейтронов.

Источники ионизирующего излучения

В природе ионизирующее излучение обычно генерируется в результате спонтанного радиоактивного распада радионуклидов, ядерных реакций (синтез и индуцированное деление ядер, захват протонов, нейтронов, альфа-частиц и др.), а также при ускорении заряженных частиц в космосе (природа такого ускорения космических частиц до конца не ясна). Искусственными источниками ионизирующего излучения являются искусственные радионуклиды (генерируют альфа-, бета- и гамма-излучения), ядерные реакторы (генерируют главным образом нейтронное и гамма-излучение), радионуклидные нейтронные источники, ускорители элементарных частиц (генерируют потоки заряженных частиц, а также тормозное фотонное излучение), рентгеновские аппараты (генерируют тормозное рентгеновское излучение).

Биологическое действие ионизирующих излучений

Ионизация, создаваемая излучением в клетках, приводит к образованию свободных радикалов. Свободные радикалы вызывают разрушения целостности цепочек макромолекул (белков и нуклеиновых кислот), что может привести как к массовой гибели клеток, так и канцерогенезу и мутагенезу. Наиболее подвержены воздействию ионизирующего излучения активно делящиеся (эпителиальные, стволовые, также эмбриональные) клетки.

Гигиеническое нормирование ионизирующих излучений

Нормирование осуществляется по санитарным правилам и нормативам СанПин 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)». Устанавливаются дозовые пределы эквивалентной дозы для следующих категорий лиц:

персонал — лица, работающие с техногенными источниками излучения (группа А) или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б); все население, включая лиц из персонала, вне сферы и условий в их производственной деятельности.

Применение ионизирующих излучений

Ионизирующие излучения применяются в различных отраслях тяжёлой (интроскопия) и пищевой (стерилизация инструментов, расходных материалов и продуктов питания) промышленности, а также в медицине (лучевая терапия, ПЭТ-томография).

Доза излучения

До́за излуче́ния — в физике и радиобиологии — величина, используемая для оценки воздействия ионизирующего излучения на любые вещества, ткани и живые организмы.

Экспозиционная доза

Основная характеристика взаимодействия ионизирующего излучения и среды — это ионизационный эффект. В начальный период развития радиационной дозиметрии чаще всего приходилось иметь дело с рентгеновским излучением, распространявшимся в воздухе. Поэтому в качестве количественной меры поля излучения использовалась степень ионизации воздуха рентгеновских трубок или аппаратов. Количественная мера, основанная на величине ионизации сухого воздуха при нормальном атмосферном давлении, достаточно легко поддающаяся измерению, получила название экспозиционная доза.

Экспозиционная доза определяет ионизирующую способность рентгеновских и гамма-лучей и выражает энергию излучения, преобразованную в кинетическую энергию заряженных частиц в единице массы атмосферного воздуха. Экспозиционная доза — это отношение суммарного заряда всех ионов одного знака в элементарном объёме воздуха к массе воздуха в этом объёме. В системе СИ единицей измерения экспозиционной дозы является кулон, деленный на килограмм (Кл/кг). Внесистемная единица — рентген (Р). 1 Кл/кг = 3880 Р

Поглощенная доза

При расширении круга известных видов ионизирующего излучения и сфер его приложения, оказалось, что мера воздействия ионизирующего излучения на вещество не поддается простому определению из-за сложности и многообразности протекающих при этом процессов. Важным из них, дающим начало физико-химическим изменениям в облучаемом веществе и приводящим к определенному радиационному эффекту, является поглощение энергии ионизирующего излучения веществом. В результате этого возникло понятие поглощенная доза. Поглощенная доза показывает, какое количество энергии излучения поглощено в единице массы любого облучаемого вещества и определяется отношением поглощенной энергии ионизирующего излучения на массу вещества.

За единицу измерения поглощенной дозы в системе СИ принят грэй (Гр). 1 Гр — это такая доза, при которой массе 1 кг передается энергия ионизирующего излучения 1 Дж. Внесистемной единицей поглощенной дозы является рад. 1 Гр=100 рад.

Эквивалентная доза

Изучение отдельных последствий облучения живых тканей показало, что при одинаковых поглощенных дозах различные виды радиации производят неодинаковое биологическое воздействие на организм. Обусловлено это тем, что более тяжелая частица (например, протон) производит на единице пути в ткани больше ионов, чем легкая (например, электрон). При одной и той же поглощенной дозе радиобиологический разрушительный эффект тем выше, чем плотнее ионизация, создаваемая излучением. Чтобы учесть этот эффект, введено понятие эквивалентной дозы. Эквивалентная доза рассчитывается путем умножения значения поглощенной дозы на специальный коэффициент — коэффициент относительной биологической эффективности (ОБЭ) или коэффициент качества.

Единицей измерения эквивалентной дозы в СИ является зиверт (Зв). Величина 1 Зв равна эквивалентной дозе любого вида излучения, поглощенной в 1 кг биологической ткани и создающей такой же биологический эффект, как и поглощенная доза в 1 Гр фотонного излучения. Внесистемной единицей измерения эквивалентной дозы является бэр (до 1963 года - биологический эквивалент рентгена, после 1963 года - биологический эквивалент рада - Энциклопедический словарь). 1 Зв = 100 бэр.

Эффективная доза

Эффективная доза (E) — величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности. Она представляет сумму произведений эквивалентной дозы в органах и тканях на соответствующие взвешивающие коэффициенты.

Значение коэффициента радиационного риска для отдельных органов.

Органы, ткани Коэффициент

Гонады (половые железы) 0,2

Красный костный мозг 0,12

Толстый кишечник 0,12

Желудок 0,12

Лёгкие 0,12

Мочевой пузырь 0,05

Печень 0,05

Пищевод 0,05

Щитовидная железа 0,05

Кожа 0,01

Клетки костных поверхностей 0,01

Головной мозг 0,025

Остальные ткани 0,05

Эффективная и эквивалентная дозы - это нормируемые величины, т.е.величины, являющиеся мерой ущерба (вреда) от воздействия ионизирующего излучения на человека и его потомков. К сожалению, они не могут быть непосредственно измерены. Поэтому в практику введены операционные дозиметрические велины, однозначно определяемые через физические характеристики поля излучения в точке, максимально возможно приближенные к нормируемым. Основной операционной величиной является амбиентный эквивалент дозы (синонимы - эквивалент амбиентной дозы, амбиентная доза).

Групповые дозы

Подсчитав индивидуальные эффективные дозы, полученные отдельными людьми, можно прийти к коллективной дозе — сумме индивидуальных эффективных доз в данной группе людей за данный промежуток времени. Коллективную дозу можно подсчитать для населения отдельной деревни, города, административно-территориальной единицы, государства и т. д. Её получают путем умножения средней эффективной дозы на общее количество людей, которые находились под воздействием излучения. Единицей измерения коллективной дозы является человеко-зиверт (чел.-Зв.), внесистемная единица — человеко-бэр (чел.-бэр).

Кроме того, выделяют следующие дозы:

Коллективная доза может накапливаться в течение длительного времени, даже не одного поколения, а охватывая последующие поколения.

пороговая — доза, ниже которой не отмечены проявления данного эффекта облучения.

предельно допустимые дозы (ПДД) — наибольшие значения индивидуальной эквивалентной дозы за календарный год, при которой равномерное облучение в течение 50 лет не может вызвать в состоянии здоровья неблагоприятных изменений, обнаруживаемых современными методами (НРБ-99)

предотвращаемая — прогнозируемая доза вследствие радиационной аварии, которая может быть предотвращена защитными мероприятиями.

удваивающая — доза, которая увеличивает в 2 раза (или на 100%) уровень спонтанных мутаций. Удваивающая доза обратно пропорциональна относительному мутационному риску. Согласно имеющимся в настоящее время данным, величина удваивающей дозы для острого облучения составляет в среднем 2 Зв), а для хронического облучения — около 4 Зв.

**2. Концентрация радона в атмосферном воздухе, в воде.**

**Радон** - это тяжелый природный радиоактивный газ, прозрачный, без цвета и запаха. Радон Rn-222 образуется в недрах земной коры в результате распада урана и тория, входящих в состав различных горных пород. В дома радон попадает из земли через подвалы, может выделяться из большого количества строительно-отделочных материалов. Из-за относительно низкого уровня воздухообмена внутри зданий концентрация радона гораздо выше, чем на открытом воздухе, и особенно увеличивается в зимнее время. Более того, радон очень хорошо растворим в воде и может интенсивно концентрироваться в ванной комнате и на кухне (исследования показали, что при включенной на 30 минут горячей воде концентрация Rn-222 в ванной комнате увеличивается в 20-25 раз). При использовании скважинного водоснабжения концентрирование радона идет еще более интенсивно.

Суть проблемы: будучи газом, радон проникает в легкие и вызывает облучение биологических тканей, что приводит к возникновению рака. Согласно результатам многолетних исследований, частота смертности населения США от облучения радоном составляет до 20 тыс. случаев в год. Более того, по оценке Научного Комитета ООН по действию атомной радиации, радон вместе со своими дочерними продуктами радиоактивного распада ответственен примерно за 75 % годовой индивидуальной эффективной дозы облучения человека.

Таблица 1

Вклад радона в суммарную дозу облучения населения в некоторых странах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Страна | Вклад | Страна | Вклад |
| Весь мир | 36% | Финляндия | 90% |
| США | 55% | Россия | 30% |
| Англия | 50% | Украина | 70-75% |

Радон-222–это радиоактивный газ без запаха и вкуса, который является продуктом радиоактивного распада природных радионуклидов уранового ряда. Он является α-излучателем с периодом полураспада -Т1/2 =3,8 суток.

В окружающую среду радон поступает из почвы, строительных материалов, воды, при сжигании природного газа. Концентрация радона в атмосферном воздухе в среднем составляет около 5 Бк/м3, и существенно различается для разных точек земного шара.

**Природный газ**

**Вода**

**Наружный воздух**

**Стройматериалы и грунт под зданием**

**3**

**4**

**10**

**60**

**кБк/сутки**

Всплеск интереса к радону относится к 70-80 годам прошлого столетия, когда были обнаружены высокие концентрации радона в жилье в таких странах как Швеция и Финляндия. Однако до этого времени ни в одной стране мира не устанавливался норматив на содержание радона в помещениях.

В 1987 году вышла Публикация 50 МКРЗ [посвященная проблеме заболевания раком от облучения дочерними продуктами распада радона, подтвердив этим приоритет радона в проблеме облучения населения. Были пересмотрены в сторону увеличения коэффициенты перехода от активности к дозе облучения. Развитие этой проблемы нашло отражение в Публикации МКРЗ 65 «Защита от радона-222 в жилых зданиях и на рабочих местах», опубликованная в 1993г. В СССР и Украине проблемой радона начали заниматься в конце 80-х годов в связи расширением знаний о влиянии природной радиоактивности на человека.

Что же касается медицинских аспектов, то эпидемиологические исследования обнаружили прямую связь между облучением радоном в жилищах и возникновением рака легких.

Было установлено, что с увеличением коллективной дозы облучения населения увеличивалось количество заболеваний раком легких, заболеваний органов кроветворения, генетических нарушений. Наиболее характерным является увеличение заболеваний легких в связи с высокой чувствительностью бронхиальных клеток к продуктам распада радона, обладающих высокой ионизирующей способностью.

По данным МКРЗ величина относительного риска дополнительного рака легких среди наблюдаемых 32000 горняков урановых шахт равна примерно трем, что значительно выше аналогичной величины риска от всех видов рака, установленного в прижизненных исследованиях жертв атомных бомбардировок в Японии. В Швеции было установлено, что относительный риск возникновения рака в 1,5 раза выше для жителей тех домов, где концентрация радона в воздухе превышала 400 Бк/м3, по сравнению с остальным населением. В России предварительные расчеты показали, что число раков легкого, обусловленного радоном и продуктами его распада, может составить 1,5 млн случаев за 70 лет жизни (за период жизни одного поколения).

К сожалению, в нашем обществе существует недопонимание проблемы радона. Это связано, во – первых, с отдаленными последствиями воздействия радона, отсутствием органолептических признаков радона в воздухе (запах, цвет), а также недостаточной информированностью населения. Во-вторых, наряду с радоном в природе существует большое количество других канцерогенов, и, наверное, главное то, что люди не хотят принимать на себя решения по снижению содержания радона в помещениях, поскольку это влечет за собой дополнительные денежные затраты. В нашей стране, особенно после аварии на ЧАЭС, распространено ошибочное мнение, что только крупные радиационные аварии могут создавать высокие дозы облучения людей. Все это является результатом того, что в Украине до сих пор не разработана программа защиты населения от облучения радоном, которые существуют во многих странах Европы - Англии, Германии, Бельгии и России.

**3 Принцип управления ограничением дозовых нагрузок населения**

Жизнь на Земле появилась и развивалась на фоне ионизирующей радиации. Потому биологическое действие её не является каким-то новым раздражителем в пределах естественного радиационного фона. Считают, что часть наследственных конфигураций и мутаций у животных и растений связана с радиационным фоном.

В базе повреждающего деяния ионизирующих излучений лежит комплекс взаимосвязанных действий. Ионизация и возбуждение атомов и молекул дают начало образованию высокоактивных радикалов, вступающих в следующем в реакции с разными биоструктурами клеток. В повреждающем действии радиации принципиальное значение имеют вероятный разрыв связей в молекулах за счет конкретного деяния радиации, также внутри- и межмолекулярной передачи энергии возбуждения. В следующем развитие лучевого поражения проявляется в нарушении обмена веществ с конфигурацией соответственных функций.

Реакция человеческого организма на ионизирующее облучение зависит от дозы и времени облучения, размера поверхности тела, подвергшегося облучению, типа излучения и мощности дозы. Степень чувствительности человечьих тканей к облучению различна. Чувствительность их в порядке уменьшения последующая: кроветворные органы, половые органы, ткань кожного покрова внутренних и внешних органов, ткань мозга и мышечная ткань, костные и хрящевые клеточки, клеточки нервной ткани. Чем моложе человек, тем выше его чувствительность к облучению. Человек в возрасте 30-50 лет более устойчив к облучению.

Для категорий облучаемых лиц инсталлируются три класса нормативов:

допустимые уровни монофакторного действия (для 1-го радионуклида, пути поступления либо 1-го вида наружного облучения), являющиеся производными от главных пределов доз: пределы годового поступления (Я/77), допустимые среднегодовые большие активности (ДОА), среднегодовые удельные активности (ДУА) и остальные;

контрольные уровни (дозы, уровни, активности, плотности потоков и др.). Их значения должны учесть достигнутый уровень радиационной сохранности и обеспечивать условия, при которых радиационное воздействие будет ниже допустимого.

Устанавливаются последующие категории облучаемых лиц:

персонал (группы А и Б);

все население, включая лиц из персонала, вне сферы и критерий их производственной деятельности.

Контроль за облучением при всех обычных критериях нужно осуществлять методом контгюля за источником, а не за окружающей средой.

Основные пределы доз облучения не включают в себя дозы от природного и мед облучения, также дозы вследствие радиационных аварий. На эти виды облучения инсталлируются особые ограничения.

Необыкновенную опасность представляют радиоактивные вещества, попавшие вовнутрь организма в виде пара, газа, брызг и пыли совместно с воздухом, едой и водой, также через раны, кожные недостатки и даже через здоровую кожу (рис.4). Вредное действие радиоактивных веществ, попавших в организм, сильно зависит от степени их радиоактивности, скорости их распада и выведения из организма. Ежели радионуклиды, попавшие в организм, однотипны элементам, которые потребляет человек с едой (натрий, хлор, калий, вода и т.п.), то они не задерживаются долгое время в организме и удаляются совместно с продуктами выделения.

Радиоактивные вещества распределяются в организме наиболее либо менее умеренно, но отдельные из их концентрируются во внутренних органах избирательно. К примеру, в костных тканях откладываются радий, уран, плутоний (альфа-источники), щитовидной железе - йод, селезенке и печени - полоний, легких - радон. Все радиоактивные элементы с огромным атомным номером длительное время задерживаются в организме. Так, период полувыведения радия из организма добивается 45 лет и в течение всего времени пребывания в костной ткани он интенсивно поражает костный мозг. Легче всего из организма удаляются газообразные радиоактивные вещества.

Чрезмерное местное внутреннее облучение традиционно вызывает злокачественные новообразования (рак, саркому) через различные сроки (10-20 лет при внедрении маленьких количеств).

Основные индивидуальности деяния излучений:

отсутствие первичных чувств у человека при облучении;

видимые поражения появляются спустя некое время;

огромные однократные дозы вызывают погибель либо суровые заболевания, малые дозы, получаемые раз в день, переносятся в течение длительного времени.

Так, пороговая величина, которая вызывает помутнение роговицы и ухудшение зрения при остром облучении рентгеновскими и гамма-лучами, составляет 200-1000 рад/год, при хронической долголетней экспозиции -15 рад/год.

Большие дозы облучения приводят к комплексу болезненных явлений в органах и системах человеческого организма -- лучевой заболевания:

- менее 50 рад - явного лучевого поражения не происходит;

50-200 рад - рвота у 50% облученных через 24 ч после облучения, понижение работоспособности, смертность - до 5% вследствие разных осложнений. Это - признаки лучевой заболевания первой степени, она излечима с восстановлением работоспособности;

200-400 рад - лучевая заболевание средней тяжести, смертность - до 50%, утрата работоспособности;

400-600 рад - томная лучевая заболевание, смертность - от 50% до 95% к концу 2-ой недельки заболевания;

свыше 1000 рад - молниеносная форма заболевания, смертность, обычно, 100% в течение нескольких часов либо дней.

Соматические последствия облучения появляются через много месяцев либо лет после облучения. К ним относятся: лейкемия (рак крови), сокращение длительности жизни, катаракты, стерильность, рак различных органов. Кратковременное местное облучение кожи в дозе выше 1000 рад может вызвать рак кожи. Как демонстрируют опыты на животных, каждый рентген (0,96 рад) общего лучевого действия укорачивает среднюю длительность жизни на 1-10 дней.

В промышленно развитых странах, длительность жизни в которых составляет, в среднем, 70 лет, около 20% смертных случаев приходится на рак. Рак - более суровое из всех последствий облучения человека при малых дозах. Необъятные обследования, охватившие около 100000 человек, переживших атомные бомбардировки Хиросимы и Нагасаки в 1945 г., Проявили, что пока рак является единственной предпосылкой повышенной смертности в данной группе населения.

Самые распространенные виды рака, вызываемые действием радиации, - рак молочной железы и рак щитовидной железы . По оценкам, приблизительно у 10 человек из 1000 облученных отмечается рак щитовидной железы, л у 10 дам из 1000 - рак молочной железы (в расчете на каждый грэй (Гр) индивидуальной поглощенной дозы).

Радиация может повлиять на различные химические и биологические агенты, что может приводить в некоторых вариантах к дополнительному увеличению частоты болезни раком. Суровые подтверждения были получены лишь для 1-го агента - табачного дыма. Оказалось, что шахтеры урановых рудников из числа курящих заболевают раком еще ранее. В других вариантах данных очевидно недостаточно и необходимы дальнейшие исследования приобретенные в итоге радиоактивного облучения, могут передаваться от поколения к поколению, потенциально поражая потомство всего живущего на Земле.

Например, в Саратовской области, в том числе в Балаково, мирный атом принес увеличение раковых болезней и заболеваний крови. За период работы БАЭС количество раковых болезней на 100 тысяч человек возросло со 189 до 258 случаев. Число болезней щитовидной железы у детей дошкольного возраста за этот период возросло на 19%, лейкопенией - на 36%, моноцитопенией - на 59% .

Во всем мире соображают опасность, которую представляет ионизирующее излучение, и потому уделяют подобающее внимание радиационной сохранности людей, обеспечению их жизнедеятельности.

Главной целью радиационной сохранности является охрана здоровья населения, включая персонал, от вредного действия ионизирующего излучения методом соблюдения главных принципов и норм радиационной сохранности без необоснованных ограничений полезной деятельности при использовании излучения в разных областях хозяйства, в науке и медицине.

Основу системы радиационной сохранности составляют современные международные научные советы, опыт государств, достигших высокого уровня радиационной защиты населения, и отечественный опыт. Данные мировой науки демонстрируют, что соблюдение главных международных норм сохранности надежно гарантирует сохранность работающих с источниками излучения и всего населения.

Радиационная сохранность достигается методом ограничения воздействия от всех главных видов облучения (природных источников излучения, мед облучения, в итоге радиационных аварий и в условиях обычной эксплуатации техногенных источников излучения). Способности регулирования различных видов облучения значительно различаются, потому регламентация их осуществляется раздельно с применением различных методологических подходов и технических способов.

Для обеспечения радиационной сохранности при обычной эксплуатации источников излучения нужно управляться следующими основными принципами:

непревышение допустимых пределов личных доз облучения людей от всех источников излучения (принцип нормирования);

запрещение всех видов деятельности по использованию источников излучения, при которых приобретенная для человека и общества полезность не превосходит риск возможного вреда, причиненного дополнительным облучением (принцип обоснования).

Для обоснования расходов на радиационную защиту при реализации принципа оптимизации принимается, что облучение в коллективной эффективной дозе в 1 чел.-Зв приводит к возможному вреду, равному потере 1 чел.-года жизни населения. Величина валютного эквивалента потери 1 чел.-года жизни населения устанавливается методическими указаниями федерального органа Госсанэпиднадзора в размере более 1 годового душевого государственного дохода.

Годовая доза облучения населения не обязана превосходить главные пределы доз. Указанные пределы доз относятся к средней дозе критической группы населения, рассматриваемой как сумма доз наружного облучения за текущий год и ожидаемой дозы до 70 лет вследствие поступления радионуклидов в организм за текущий год.

Облучение населения техногенными источниками излучения ограничивается методом обеспечения сохранности источников излучения, контроля технологических действий и ограничения выброса (сброса) радионуклидов в окружающую среду, также иными мероприятиями на стадии проектирования, эксплуатации и прекращения использования источников излучения.

Допустимое значение действенной дозы, обусловленной суммарным действием природных источников излучения, для населения не устанавливается.

Снижение облучения населения достигается методом установления системы ограничений на облучение населения от отдельных при-родных источников излучения.

При радиационной трагедии либо обнаружении радиоактивного загрязнения ограничение облучения осуществляется защитными мероприятиями, применимыми, обычно, к окружающей среде и (либо) к человеку. Эти мероприятия могут приводить к нарушению обычной жизнедеятельности населения, хозяйственного и общественного функционирования местности, т.е. являются вмешательством, влекущим за собой не только экономический вред, но и неблагоприятное действие на здоровье населения, психологическое действие на население и неблагоприятное изменение состояния экосистем. Потому при принятии решений о характере вмешательства (защитных мероприятий) следует управляться последующими принципами:

предлагаемое вмешательство обязано принести обществу и, прежде всего, облучаемым лицам больше полезности, чем вреда, т.е. уменьшение вреда в итоге понижения дозы должно быть достаточным, чтоб оправдать вред и цена вмешательства, включая его социальную стоимость (принцип обоснования вмешательства);

форма, масштаб и продолжительность вмешательства должны быть оптимизированы таким образом, чтоб незапятнанная полезность от понижения дозы, т.е. Полезность от понижения радиационного вреда за вычетом вреда, связанного с вмешательством, была бы наибольшей (принцип оптимизации вмешательства).

Если предполагаемая доза излучения за маленький срок (2 суток) достигает уровней, при превышении которых возможны клинически определяемые детерминированные эффекты, нужно срочное вмешательство (меры защиты). При всем этом вред здоровью от мер защиты не должен превосходить полезности здоровью пострадавших от облучения.

При хроническом облучении в течение жизни защитные мероприятия стают обязательными, ежели годовые поглощенные дозы превышают значения, приведенные. Превышение этих доз приводит к суровым детерминированным эффектам. Так, при радиационной трагедии на Южном Урале, в качестве мер радиационной защиты населения были предприняты: эвакуация (отселение) населения, дезактивация части сельскохозяйственной местности, контроль за уровнем радиоактивного загрязнения сельскохозяйственной продукции продовольствия, введение режима ограничения сельского и лесного хозяйства с созданием специализированных совхозов и лесхозов, работающих по особым советам. Конкретно скоро опосля трагедии (в течение 7-10 дней) было выселено из близкорасположенных населенных пт 1150 человек, в последующие 1,5 года - около 9000 человек. Всего было отселено 10730 человек.

Таким образом, сложившаяся сейчас в стране радиационная обстановка определяется последующими основными факторами увеличение глобального радиационного фона, связанное с добычей и переработкой радиоактивных ископаемых, последствия Чернобыльской трагедии,

последствия ядерных испытаний, работа компаний ядерно-энергетического комплекса и хранилищ

радиоактивных отходов,

- деятельность компаний, использующих в собственных разработках радиоактивные материалы.

Все это показывает на необходимость сотворения новейших либо дальнейшего развития имеющихся систем радиационного мониторинга по фактору радиационной сохранности.

**3. Принцип управления ограничением дозовых нагрузок населения.**

Критерии обеспечения радиационной безопасности при обращении с *материалами* разработаны с учетом требований [НРБ-99](http://www.docload.ru/Basesdoc/6/6853/index.htm) и ОСПОРБ-99 и правил безопасного транспортирования радиоактивных веществ (ПБТРВ-73). Они основаны на допустимых уровнях облучения работников организаций за счет природных источников ионизирующего излучения и критериях отнесения отходов производства к радиоактивным отходам.

Радиационная безопасность при обращении с *материалами* считается обеспеченной, если выполняется совокупность следующих условий:

• обеспечена радиационная безопасность работников организаций, занятых обращением *с материалами;*

• обеспечена радиационная безопасность населения, проживающего в зоне воздействия организаций, использующих *материалы,* а также использующего в бытовых условиях их продукцию;

• обеспечены радиационно безопасные условия сбора, хранения и захоронения отходов производства организаций, использующих *материалы.*

Индивидуальная годовая эффективная доза производственного облучения за счет обращения с *материалами* работников организаций не должна превышать 5 мЗв/год. При этом:

• если индивидуальные годовые эффективные дозы облучения всех работников за счет обращения с *материалами* не могут превысить 1 мЗв/год, радиационный контроль в организации не требуется;

• для работников, дозы облучения которых находятся в пределах от 1 до 2 мЗв/год, должен проводиться периодический радиационный контроль рабочих мест;

• если индивидуальные годовые дозы облучения работников за счет обращения с *материалами* превышают 2 мЗв/год, то для них необходимо проводить постоянный радиационный контроль и осуществлять мероприятия по снижению доз их облучения. Объем и периодичность радиационного контроля, а также план мероприятий по снижению доз облучения работников, должны быть согласованы с органами госсанэпидслужбы Российской Федерации.

Средняя годовая эффективная доза облучения критической группы населения за счет деятельности организаций, использующих *материалы,* а также за счет любого разумного использования в коммунальных условиях их продукции, не должна превышать 10 мкЗв/год. Если облучение населения может превысить эту дозу, то использование продукции возможно только при наличии санитарно-эпидемиологического заключения на продукцию, выданного Департаментом госсанэпиднадзора Минздрава России.

В сопроводительной документации на *материалы* и на продукцию, изготовленную с их применением, должна приводиться информация о содержании в них природных радионуклидов и о максимальном значении мощности дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от поверхности упаковки.

Транспортирование *материалов* должно исключать возможность облучения населения годовой эффективной дозой более 10 мкЗв/год и загрязнения окружающей среды. Оно должно осуществляться с учетом требований ПБТРВ-73.

Захоронение отходов производства с *Аэфф* 1,5 кБк/кг допускается производить на свалках общепромышленных отходов.

При захоронении отходов производства с *Аэфф* более 1,5 кБк/кг необходимо обеспечить их надежную изоляцию, при которой годовая эффективная доза облучения критической группы населения не превысит 10 мкЗв/год. Условия захоронения должны быть согласованы с органами госсанэпидслужбы Российской Федерации.

**Требования по обеспечению радиационной безопасности работников организаций и населения**

До начала использования *материалов* организации необходимо:

• получить от поставщика полную информацию о составе материала, включая количественные характеристики содержания природных радионуклидов;

• официально известить об этом органы госсанэпидслужбы Российской Федерации, предоставив следующую информацию:

*точное наименование материала, название и адрес поставщика;*

*планируемые объем и периодичность поставок;*

*количественные данные о содержании природных радионуклидов в материале;*

*перечень рабочих мест в технологическом процессе использования материала, их количество и общую численность занятых здесь работников;*

*место складирования материала и способ его использования в производстве (технологическую карту производства);*

*степень механизации работ с материалом на отдельных этапах производства;*

• разработать проект обращения с минеральным сырьем и материалами с повышенным содержанием радионуклидов, в котором определены технология работ, обеспечивающая радиационную безопасность работников, радиационная характеристика продукции и отходов производства, порядок сбора и захоронения отходов производства, виды и объем радиационного контроля, перечень необходимых приборов и вспомогательного оборудования, размещение стационарных приборов и точек постоянного и периодического контроля в организации, а также штат работников, осуществляющих радиационный контроль. Условия складирования и временного хранения *материалов* должны исключать свободный доступ к ним посторонних лиц. На проект необходимо иметь санитарно-эпидемиологическое заключение органов госсанэпидслужбы Российской Федерации.

Система радиационного контроля, определенная проектом, подлежит корректировке в зависимости от реально складывающейся радиационной обстановки в данной организации и на прилегающей территории, и на нее также необходимо иметь санитарно-эпидемиологическое заключение органов госсанэпидслужбы Российской Федерации.

Если вклад одного или нескольких контролируемых источников в дозу производственного облучения работников организаций составляет 80 % или более, то допускается осуществлять радиационный контроль только этих источников, учитывая вклад остальных введением соответствующих коэффициентов.

Радиационный контроль в организации, годовая эффективная доза производственного облучения работников которой за счет обращения с *материалами* может превышать 1 мЗв/год, необходимо осуществлять специальной службой.

Регистрация доз облучения работников предприятия должна проводиться в соответствии с требованиями единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения по форме, согласованной с органами госсанэпидслужбы Российской Федерации.

Анализ результатов радиационного контроля должны осуществлять:

• в каждой организации - администрация организации по представлению службы радиационной безопасности организации;

• в организациях, имеющих ведомственную принадлежность, - руководство ведомства по представлению ведомственной службы радиационной безопасности;

• во всех организациях - органы госсанэпидслужбы Российской Федерации.

Данные радиационного контроля используются для оценки радиационной обстановки в организации, установления контрольных уровней, разработки мероприятий по снижению доз облучения и оценки их эффективности и ведения радиационно-гигиенического паспорта организации.

Администрации организаций, применяющих *материалы* или изделия из них, необходимо:

• соблюдать требования федерального закона «О радиационной безопасности населения», законов и иных нормативно-правовых актов субъектов Российской Федерации в области обеспечения радиационной безопасности, [НРБ-99](http://www.docload.ru/Basesdoc/6/6853/index.htm), ОСПОРБ-99 и настоящих *правил;*

• использовать в организации только *материалы,* имеющие санитарно-эпидемиологическое заключение Департамента госсанэпиднадзора Минздрава России;

• обеспечить получение санитарно-эпидемиологического заключения на производимые организацией *материалы* и получаемую из них продукцию;

• разработать и определить с органами госсанэпидслужбы Российской Федерации параметры и порядок радиационного контроля, контрольные уровни в организации, для специальной службы, осуществляющей этот контроль.

Орган государственной санитарно-эпидемиологической службы в субъекте Российской Федерации контролирует обеспечение радиационной безопасности в ходе надзора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Гигиенические нормативы. М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 1999.
2. Сидельникова О.П. Радиационный контроль в строительной индустрии. M.: изд-во АСВ, 2002. - 208 с.