

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский национальный исследовательский
государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»**

В.З. Углова

**ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ
И ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВОК
В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННЫХ
И ВОЕННЫХ ЧС**

Учебное пособие

Саратов 2017

УДК 614.8

Угланова В.З.

**ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВОК
В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННЫХ И ВОЕННЫХ ЧС. Учебное пособие.
Саратов, 2017. 51 с.**

Учебное пособие посвящено актуальной проблеме – обеспечению радиационной и химической безопасности населения, в том числе персонала радиационно- и химически опасных объектов. В нём представлены методические основы решения задач по оценке радиационной и химической обстановок, возникающих при чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.

Пособие предназначено для всех специальностей и направлений бакалавриата и магистратуры высшего образования, обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность», изучающих дисциплины «Радиационная и химическая защита», «Ноксология», «Отраслевая безопасность», «Инженерная защита химических производств», «Безопасность жизнедеятельности» и т.д. А также для всех студентов, обучающихся по другим техническим и гуманитарным направлениям и специальностям и интересующихся вопросами безопасности жизнедеятельности.

Рецензент:

Кандидат химических наук, доцент кафедры аналитической химии и химической экологии Косырева Ирина Владимировна

Рекомендуют к печати:

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности
Институт химии (ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»)

Публикуется по решению научно-методической комиссии Института химии
ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
1 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
1.1 Радиационные чрезвычайные ситуации	7
1.2 Чрезвычайные ситуации химического происхождения	9
2 ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ВОЗМОЖНЫХ ЧС	11
3 ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ВОЗМОЖНЫХ ЧС	22
СПИСОК ИСОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	35
ПРИЛОЖЕНИЕ А	36
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	47

САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. Г. ГЕРНЬШЕВСКОГО

ВВЕДЕНИЕ

Стремление людей к обеспеченной и безопасной жизни всегда было поступательным движением вперед. Прогресс из тысячелетия к тысячелетию, из столетия к столетию, из года в год улучшал качество жизни людей, расширял их знания и возможности.

Вместе с тем в жизни современного человечества большое место стали занимать заботы, связанные с преодолением различных кризисных явлений, возникающих по ходу развития земной цивилизации. Причиной тому – то, что научно-технический прогресс не только способствует повышению производительности и улучшению условий труда, росту материального благосостояния и интеллектуального потенциала общества, но и приводит к возрастанию риска аварий и катастроф, появились невиданные ранее потенциальные и реальные угрозы человеку, созданным им объектам, локальной и глобальной среде его обитания не только в военное, но и в мирное время.

На рубеже II и III тысячелетия человечество вступило в полосу кардинальных трансформаций, которые сопровождаются целым рядом значительных угроз и опасностей для него. В случае аварий и катастроф на объектах, созданных человеком (в частности, радиационно- и химически опасных объектах) происходит радиоактивное или химическое заражение местности, окружающей природной среды, различных поверхностей техники, а также воздействие на людей. Поэтому весьма важным при организации и проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ в зоне чрезвычайной ситуации является своевременное обнаружение заражения местности, акватории и оценка степени опасности поражающих факторов ЧС для населения, войск МЧС, формирований объекта экономики.

В данном учебном пособии мы попытались рассмотреть все возможности мониторинга и оценки поражающих факторов от воздействия радиации и опасных химических веществ.

1 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Техногенная чрезвычайная ситуация (техногенная ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника техногенной чрезвычайной ситуации на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Источник техногенной чрезвычайной ситуации (источник техногенной ЧС) – опасное техногенное происшествие, в результате которого на объекте, определенной территории или акватории произошла техногенная чрезвычайная ситуация.

Авария – опасное техногенное происшествие, создающее на объекте, определенной территории или акватории угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению зданий, сооружений, оборудования и транспортных средств, нарушению производственного или транспортного процесса, а также к нанесению ущерба окружающей природной среде.

Крупная авария, как правило, с человеческими жертвами, является **катастрофой**.

Техногенная опасность – состояние, внутренне присущее технической системе, промышленному или транспортному объекту, реализуемое в виде поражающих воздействий источника техногенной чрезвычайной ситуации на человека и окружающую среду при его возникновении, либо в виде прямого или косвенного ущерба для человека и окружающей среды в процессе нормальной эксплуатации этих объектов.

Поражающий фактор источника техногенной чрезвычайной ситуации – поражающий фактор источника техногенной ЧС: Составляющая опасного происшествия, характеризуемая физическими, химическими и биологическими действиями или проявлениями, которые определяются или выражаются соответствующими параметрами.

Поражающее воздействие источника техногенной чрезвычайной ситуации – негативное влияние одного или совокупности поражающих факторов источника техногенной чрезвычайной ситуации на жизнь и здоровье людей, на сельскохозяйственных животных и растения, объекты народного хозяйства и окружающую природную среду.

Обеспечение безопасности в чрезвычайных ситуациях (обеспечение безопасности в ЧС) – принятие и соблюдение правовых норм, выполнение эколого-защитных, отраслевых или ведомственных требований и правил, а также проведение комплекса организационных, экономических, эколого-защитных, санитарно-гигиенических, санитарно-эпидемиологических и специальных мероприятий, направленных на обеспечение защиты населения, объектов народного хозяйства и иного назначения, окружающей природной среды от опасностей в чрезвычайных ситуациях.

Безопасность населения в чрезвычайных ситуациях (безопасность населения в ЧС) – Состояние защищенности жизни и здоровья людей, их

имущества и среды обитания человека от опасностей в чрезвычайных ситуациях.

Защищенность в чрезвычайных ситуациях (защищенность в ЧС) – состояние, при котором предотвращают, преодолевают или предельно снижают негативные последствия возникновения потенциальных опасностей в чрезвычайных ситуациях для населения, объектов народного хозяйства и окружающей природной среды.

Промышленная безопасность в чрезвычайных ситуациях – состояние защищенности населения, производственного персонала, объектов народного хозяйства и окружающей природной среды от опасностей, возникающих при промышленных авариях и катастрофах в зонах чрезвычайной ситуации.

Обеспечение промышленной безопасности в чрезвычайных ситуациях – принятие и соблюдение правовых норм, выполнение экологозащитных, отраслевых или ведомственных требований и правил, а также проведение комплекса организационных, технологических и инженерно-технических мероприятий, направленных на предотвращение промышленных аварий и катастроф в зонах чрезвычайной ситуации.

Опасность в чрезвычайной ситуации (опасность в ЧС) – состояние, при котором создается или вероятно угроза возникновения поражающих факторов и воздействий источника чрезвычайной ситуации на население, объекты народного хозяйства и окружающую природную среду в зоне чрезвычайной ситуации.

Риск возникновения чрезвычайной ситуации (риск ЧС) – вероятность или частота возникновения источника чрезвычайной ситуации, определяемая соответствующими показателями риска.

Поражающий фактор источника чрезвычайной ситуации (поражающий фактор источника ЧС) – составляющая опасного явления или процесса, вызванная источником чрезвычайной ситуации и характеризующаяся физическими, химическими и биологическими действиями или проявлениями, которые определяются или выражаются соответствующими параметрами.

Аварийно-спасательные работы в чрезвычайной ситуации (АСР) – спасательные работы в ЧС: Действия по спасению людей, материальных и культурных ценностей, защите природной среды в зоне чрезвычайных ситуаций, локализации чрезвычайных ситуаций и подавлению или доведению до минимально возможного уровня воздействия характерных для них опасных факторов. Аварийно-спасательные работы характеризуются наличием факторов, угрожающих жизни и здоровью проводящих эти работы людей, и требуют специальной подготовки, экипировки и оснащения.

Аварийно-восстановительные работы в чрезвычайной ситуации (АВР) – первоочередные работы в зоне чрезвычайной ситуации по локализации отдельных очагов разрушений и повышенной опасности, по устранению аварий и повреждений на сетях и линиях коммунальных и производственных коммуникаций, созданию минимально необходимых

условий для жизнеобеспечения населения, а также работы по санитарной очистке и обеззараживанию территории.

Экстренная медицинская помощь в чрезвычайной ситуации (экстренная медпомощь в ЧС) – комплекс экстренных лечебно-диагностических, санитарно-эпидемиологических, лечебно-эвакуационных и лечебных мероприятий, осуществляемых в кратчайшие сроки при угрожающих жизни и здоровью пораженных состояниях, травмах и внезапных заболеваниях людей в зоне чрезвычайной ситуации.

Охрана общественного порядка в зоне чрезвычайной ситуации (охрана порядка в зоне ЧС) – действия сил охраны общественного порядка в зоне чрезвычайной ситуации по организации и регулированию движения всех видов транспорта, охраны материальных ценностей любых форм собственности и личного имущества пострадавших, а также по обеспечению режима чрезвычайного положения, порядка въезда и выезда граждан и транспортных средств.

Санитарная обработка (санобработка) – механическая очистка и мытье кожных покровов и слизистых оболочек людей, подвергшихся заражению и загрязнению радиоактивными, опасными химическими и биологическими веществами, а также обеззараживание их одежды и обуви при выходе из зоны чрезвычайной ситуации.

Обеззараживание – уменьшение до предельно допустимых норм загрязнения и заражения территории, объектов, воды, продовольствия, пищевого сырья и кормов радиоактивными и опасными химическими веществами путем дезактивации, дегазации и демеркуризации.

Средство коллективной защиты населения – защитное сооружение, предназначенное для укрытия группы людей с целью защиты их жизни и здоровья от последствий аварий или катастроф на потенциально опасных объектах, либо стихийных бедствий в районах размещения этих объектов, а также от воздействия современных средств поражения.

Средство индивидуальной защиты населения (СИЗ) – предмет или группа предметов, предназначенных для защиты человека или животного от радиоактивных, опасных химических и биологических веществ и светового излучения ядерного взрыва.

1.1 Радиационные чрезвычайные ситуации

Радиационная безопасность населения – состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения.

Ионизирующее излучение – излучение, которое создается при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, торможении заряженных частиц в веществе и образует при взаимодействии со средой ионы разных знаков.

Естественный радиационный фон – доза излучения, создаваемая космическим излучением и излучением природных радионуклидов,

естественно распределенных в земле, воде, воздухе, других элементах биосферы, пищевых продуктах и организме человека.

Техногенно-измененный радиационный фон – естественный радиационный фон, измененный в результате деятельности человека.

Санитарно-защитная зона – территория вокруг источника ионизирующего излучения, на который уровень облучения людей в условиях нормальной эксплуатации данного источника может превысить установленный предел дозы облучения для населения. В санитарно-защитной зоне запрещается постоянное и временное проживание людей, вводится режим ограничения хозяйственной деятельности и проводится радиационный контроль.

Зона наблюдения – территория за пределами санитарно-защитной зоны, на которой проводится радиационный контроль.

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.

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 народного хозяйства, а также окружающей природной среды.

Зона радиоактивного загрязнения - территория или акватория, в пределах которой имеется радиоактивное загрязнение.

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.

Дозиметрический контроль – комплекс организационных и технических мероприятий по определению доз облучения людей с целью количественной оценки эффекта воздействия на них ионизирующих излучений.

Радиометрический контроль – комплекс организационных и технических мероприятий по определению интенсивности ионизирующего излучения радиоактивных веществ, содержащихся в окружающей среде, или степени радиоактивного загрязнения людей, технически, сельскохозяйственных животных и растений, а также элементов окружающей природной среды.

Дезактивация – удаление радиоактивного загрязнения с какой-либо поверхности или из какой-либо среды, или его снижение.

1.2 Чрезвычайные ситуации химического происхождения

Опасное химическое вещество (ОХВ) – химическое вещество, прямое или опосредованное, воздействие которого на человека может вызвать острые и хронические заболевания людей или их гибель.

Химическая авария (ХА) – авария на химически опасном объекте, сопровождающаяся проливом или выбросом опасных химических веществ, способная привести к гибели или химическому заражению людей, продовольствия, пищевого сырья и кормов, сельскохозяйственных животных и растений, или к химическому заражению окружающей природной среды.

Химическое заражение – распространение опасных химических веществ в окружающей природной среде в концентрациях или количествах, создающих угрозу для людей, сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени.

Химически опасный объект (ХОО) – объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические вещества, при аварии на котором или при разрушении которого может произойти гибель или химическое заражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также химическое заражение окружающей природной среды.

Зона химического заражения – территория или акватория, в пределах которой распространены или куда привнесены опасные химические вещества в концентрациях или количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, для сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени.

Выброс опасного химического вещества – выход при разгерметизации за короткий промежуток времени из технологических установок, емкостей для хранения или транспортирования опасного химического вещества или продукта в количестве, способным вызвать химическую аварию.

Пролив опасных химических веществ – вытекание при разгерметизации из технологических установок, емкостей для хранения или транспортирования опасного химического вещества или продукта в количестве, способным вызвать химическую аварию.

Аварийно химически опасное вещество (АХОВ) – опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском

хозяйстве, при аварийном выбросе (разливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях (токсодозах).

Аварийно химически опасное вещество ингаляционного действия (АХОВИД) – аварийно химически опасное вещество, при выбросе (разливе) которого может произойти массовое поражение людей ингаляционным путем.

Химически опасный объект (ХОО) – объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические вещества, при аварии на котором или при разрушении которого может произойти гибель или химическое заражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также химическое заражение окружающей природной среды.

Зона химического заражения – территория или акватория, в пределах которой распространены или куда привнесены опасные химические вещества в концентрациях или количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, для сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени.

Предельно допустимая концентрация опасного вещества (ПДК) - максимальное количество опасных веществ в почве, воздушной или водной среде, продовольствии, пищевом сырье и кормах, измеряемое в единице объема или массы, которое при постоянном контакте с человеком или при воздействии на него за определенный промежуток времени практически не влияет на здоровье людей и не вызывает неблагоприятных последствий.

2 ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ВОЗМОЖНЫХ ЧС

Радиоактивное заражение местности может возникать при взрыве ядерного боеприпаса, а также при аварии на радиационно-опасном объекте (РОО). У каждого из этих вариантов есть свои специфические особенности, поэтому каждый из них следует рассмотреть отдельно.

Радиоактивное облако наземного ядерного взрыва движется по направлению ветра. По мере продвижения облака, выпадающие из него радиоактивные вещества (РВ) оставляют на поверхности земли невидимый след радиоактивного заражения. Он называется следом радиоактивного облака. В районе взрыва также происходит радиоактивное заражение. Зараженная поверхность имеет форму, близкую к окружности, её площадь по сравнению с площадью следа радиоактивного облака наземного взрыва невелика.

Наибольшая площадь радиоактивного заражения возникает при наземном ядерном взрыве. Радиоактивное заражение (РЗ) на местности вызывает облучение находящихся на ней людей и животных. Радиоактивное заражение различных объектов принято делить на первичное и вторичное: первичное возникает при выпадении радиоактивных частиц, а вторичное - при подъеме и перемещении радиоактивных частиц с зараженной территории движением по ней транспортных средств или ветром.

След радиоактивного облака на равнинной местности при меняющихся направлении и скорости ветра имеет форму эллипса и условно делится на четыре зоны: умеренного (А), сильного (Б), опасного (В) и чрезвычайно опасного (Г) заражения. Границы зон радиоактивного заражения с разной степенью опасности для людей принято характеризовать дозой гамма-излучения, получаемой за время от момента образования следа до полного распада радиоактивных веществ.

Для своевременной оценки радиационной обстановки необходимы следующие исходные данные:

1. Время аварии (ядерного взрыва), в результате которой произошло РЗ объекта, маршрутов передвижения или районов размещения формирований, рабочих и служащих.

2. Уровни радиации на объекте, на маршрутах движения, в районах размещения и время их измерения, отсчитываемое с момента аварии (ядерного взрыва). Поскольку замеры проводятся, как правило, не одновременно, при решении задач необходимо привести значение уровней радиации к одному часу после аварии (взрыва).

3. Установленные дозы облучения. При действиях на местности, загрязненной РВ, устанавливаются дозы облучения на определенный промежуток времени, которые не должны вызывать у людей радиационного поражения.

Цель оценки обстановки в конечном итоге заключается в определении наиболее целесообразных действий рабочих и служащих объектов народного

хозяйства и населения в очагах поражения и зонах заражения. Оценка радиационной обстановки может производиться путем ее прогнозирования или на основе фактических данных – по данным разведки.

Определение мощности дозы облучения

Закон изменения мощности дозы облучения (уровня радиации) при РЗ местности рассчитывается по формуле:

$$P_t = P_0 \left(\frac{t}{t_0} \right)^{-n} = P_0 \cdot t^{-n}, \quad (1)$$

где P_0 – уровень радиации в начальный момент времени $t_0=t_1=1$ час после аварийного выброса РВ (ядерного взрыва);

P_t – уровень радиации в момент времени t после аварийного выброса РВ (ядерного взрыва);

t – время соответствующее P_t ;

n – показатель степени, характеризующий величину спада радиации во времени и зависящий от изотопного состава радионуклидов (при ядерном взрыве $n = 1.2$; при аварии на АЭС $n = 0.4$).

Пересчет уровней радиации на различное время после аварийного выброса РВ (ядерного взрыва) осуществляется по формуле (приложение А, таблицы 1, 2):

$$K = \left(\frac{t}{t_0} \right)^{-n}, \quad (2)$$

Упрощенная формула пересчета уровней радиации на различное время для ядерного взрыва имеет вид:

$$P_t = K \cdot P_0. \quad (3)$$

Определение экспозиционной дозы облучения

Экспозиционная доза, которую получают люди находясь на зараженной территории за время от t_n до t_k составит:

$$D = \frac{1}{1-n} (P_k t_k - P_n t_n), \quad (4)$$

где P_n, P_k – уровни радиации соответственно в начале и в конце пребывания в зоне РЗ;

t_n, t_k – время начала и конца пребывания в зоне РЗ.

Дозы радиации, полученные людьми за время пребывания в зонах заражения, рассчитываются для того, чтобы прогнозировать последствия облучения, поскольку поражение, вызванное облучением, зависит от величины дозы и времени, в течение которого эта доза получена.

Исходными данными для определения доз облучения являются: уровень радиации, продолжительность нахождения людей на зараженной местности и степень их защищенности.

Экспозиционная доза, получаемая личным составом при движении по зараженной территории рассчитывается по формуле:

$$D_{\text{экс}} = P_{\text{ср}} \cdot \frac{t}{K_{\text{осл}}} = \frac{P_{\text{ср}} \cdot L}{v \cdot K_{\text{осл}}}, \quad (5)$$

где $P_{\text{ср}}$ – средний уровень радиации;

t – время движения, ч

$K_{\text{осл}}$ – коэффициент ослабления излучения (приложение А, таблица 3);

L – протяженность зараженного участка, м;

v – скорость движения при преодолении зоны РЗ, км/ч.

Средний уровень радиации рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}, \quad (6)$$

где P_i – уровень радиации на i -ом участке;

n – количество участков.

В случае если маршрут движения пересекает зону РЗ перпендикулярно к оси радиоактивного следа, средний уровень радиации рассчитывается как:

$$P_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{max}}}{4}; \quad (7)$$

в случае если маршрут движения пересекает зону РЗ под углом 45° к оси радиоактивного следа, средний уровень радиации рассчитывается как:

$$P_{\text{ср}} = 1.5 \cdot \frac{P_{\text{max}}}{4}, \quad (8)$$

где P_{max} – уровень радиации на оси следа в момент его преобладания.

Определение допустимого времени пребывания на зараженной территории

Допустимое время пребывания (работы) на зараженной местности определяется в том случае, когда доза радиации установлена, и необходимо определить максимальное время пребывания в зоне заражения, при котором получаемая доза радиации не превышает установленной. Допустимое время пребывания (работы) определяется по формуле (приложение А, таблица 4):

$$T_{\text{пр}} = \frac{K_{\text{осл}} \cdot D_{\text{уст}}}{P_{\text{ср}}}. \quad (9)$$

Исходными данными являются:

- время измерения уровня радиации, отсчитываемое с момента аварии (взрыва);
- уровень радиации, измеренный на момент входа в зону $P_{\text{вх}}$;
- время входа в зону заражения;
- установленная доза радиации $D_{\text{уст}}$.

Допустимое время работы определяется, когда определена доза облучения. Задача состоит в том, чтобы работу начать как можно раньше (например, спасательные работы), но так, чтобы работающие не получили дозу больше, чем допустимую (установленную).

Исходные данные:

- установленная доза радиации $D_{\text{уст}}$;

- уровень радиации после взрыва P ;
- продолжительность работы T .

Обычно продолжительность работы 1-ой смены равна 2 часам.

Определение времени аварии

Время аварийного выброса РВ определяется по двум измерениям уровня радиации P_1 и P_2 и интервалу времени между ними:

$$t = t_1 - \frac{t_2 - t_1}{1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{2.5}}, \quad (10)$$

где P_1, P_2 – уровни радиации, замеренные в разные промежутки времени, соответственно (соотношение (P_2/P_1) по таблице 5 (приложение А);
 t_1, t_2 – время, в которые происходили замеры уровней радиации, соответственно.

Определение массы и среднего времени жизни радиоизотопов

Среднее время жизни радиоизотопа и его массу можно найти из закона радиоактивного распада:

$$m_t = m_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}, \quad (11)$$

$$\tau = \frac{T_{1/2}}{\ln 2} = 1.443 \cdot T_{1/2}, \quad (12)$$

где $T_{1/2}$ – период полураспада атомного ядра;
 m_0 – масса вещества до начала распада (ядерных превращений);
 m_t – масса вещества через время t ;
 τ – среднее время жизни ядра.

Определение времени выпадения радиоактивных веществ

По результатам прогноза нельзя заранее, до выпадения РВ на местности, определить с необходимой точностью уровень радиации на объекте или в населенном пункте.

Вследствие этого конкретные действия личного состава невоенизированных формирований ГО, рабочих и служащих ОНХ и населения в условиях РЗ уточняются на основе оценки радиационной обстановки по данным разведки, т.е. по фактически замеренным уровням радиации на местности.

Время выпадения радиоактивных веществ на объекте определяется по формуле:

$$t = \frac{R}{v_{cp}}, \quad (13)$$

где v_{cp} – средняя скорость ветра;

R – расстояние от места аварии (взрыва) до объекта наблюдения.

Определение радиационных потерь населения при нахождении в зонах радиоактивного заражения

Исходными данными являются средняя скорость ветра v_{cp} ; продолжительность пребывания в прогнозируемых зонах заражения – T ; время начала облучения – t_n , отчитываемое от момента взрыва (аварии), т.е. время выпадения радиоактивных веществ; условие пребывания (защищенности) населения на зараженной местности – $K_{ocл}$; ранее полученные дозы излучения и время, прошедшее после предыдущего облучения.

Экспозиционная доза облучения, которую получит население, находясь на зараженной территории, определяется по формуле:

$$D = \frac{D_{табл}}{K_{ocл}} + D_{ocл}, \quad (14)$$

где $D_{табл}$ – доза излучения, которую получило бы открыто расположенное население в каждой зоне заражения (приложение А, таблица 3);

$D_{ocл}$ – ранее полученная доза.

Потери населения в зависимости от полученной дозы, времени пребывания на зараженной территории, времени начала облучения определяются по таблице 6 (приложение А).

ЗАДАЧИ

1. Определить уровень радиации по истечении t часов после аварии (А) или взрыва (В), если в момент аварии уровень составлял P_0 Р/ч.

№ п/п	t, ч	P_0 , Р/ч	№ п/п	t, ч	P_0 , Р/ч	№ п/п	t, ч	P_0 , Р/ч	№ п/п	t, ч	P_0 , Р/ч
1	7 А	23.5	8	12 В	5	15	4.5 В	44	22	8 А	30
2	12 В	58	9	12 А	74	16	3 В	62	23	1 В	10
3	48 В	32	10	4.5 А	81	17	4 А	78	24	8 В	38.5
4	48 А	102	11	11 В	22	18	5.5 В	26	25	3 А	53
5	3 А	24	12	24 А	13	19	1.5 А	63	26	3 А	88
6	2.5 В	62	13	36 А	41	20	6 В	63	27	9 В	96
7	1.5 А	14	14	3 В	39	21	5 В	51	28	2.5 А	44

2. В 11 ч 40 мин уровень радиации на территории объекта составлял 14.3 Р/ч. Определить уровень радиации на 1 ч после взрыва, если ядерный удар нанесен в 8 ч 20 мин.

3. Определить время аварии на АЭС, если по данным радиационной разведки, проводившей измерение уровней радиации в t_1 часов и с интервалом $\Delta t = t_2 - t_1$, они составили P_1 Р/ч и P_2 Р/ч соответственно.

№	t_1 , ч	Δt	P_1	P_2	№	t_1 , ч	Δt	P_1	P_2	№	t_1 , ч	Δt	P_1	P_2
---	-----------	------------	-------	-------	---	-----------	------------	-------	-------	---	-----------	------------	-------	-------

п/п		мин	Р/ч	Р/ч	п/п		мин	Р/ч	Р/ч	п/п		мин	Р/ч	Р/ч
1	08:20	5	23.5	15.7	10	10:00	20	220	200	19	07:50	14	89	65
2	09:05	25	55	45.9	11	12:05	33	150	100	20	06:12	45	56	42
3	12:00	30	140	120	12	11:17	10	310	220	21	21:00	26	35	19
4	21:15	15	22.8	14.7	13	11:47	15	22	12	22	23:55	41	245	168
5	13:07	20	30	24.9	14	13:40	20	51	45	23	12:24	34	43	26
6	16:55	60	56	46.8	15	14:12	55	30	25	24	08:30	60	31	14
7	02:55	45	88	60.1	16	15:20	35	87	50	25	10:38	50	10	0.5
8	06:24	55	92	21.5	17	20:18	8	66	12	26	16:14	40	5	0.1
9	09:33	12	120	54	18	22:07	5	47	33	27	17:10	30	88	37

4. Определить время ядерного взрыва, если по данным радиационной разведки, проводившей измерение уровней радиации в t_1 часов с интервалом в Δt мин., они составили P_1 Р/ч и P_2 Р/ч соответственно.

№ п/п	t_1 , ч	Δt , мин	P_1 , Р/ч	P_2 , Р/ч	№ п/п	t_1 , ч	Δt , мин	P_1 , Р/ч	P_2 , Р/ч	№ п/п	t_1 , ч	Δt , мин	P_1 , Р/ч	P_2 , Р/ч
1	18:22	14	320	300	10	13:00	20	1254	628	19	07:30	5	468	231
2	19:35	45	540	500	11	12:45	33	3542	3120	20	06:20	25	527	162
3	11:00	26	162	25	12	14:12	10	2105	2000	21	21:05	30	391	82
4	20:15	41	385	136	13	13:07	15	522	498	22	20:55	15	193	45
5	13:57	34	580	287	14	10:40	20	743	638	23	15:24	20	432	31
6	16:05	60	1000	682	15	11:22	55	634	600	24	09:30	60	572	79
7	03:50	50	894	765	16	15:28	35	921	700	25	04:38	45	604	306
8	07:20	40	637	544	17	21:18	8	1247	547	26	14:10	55	208	100
9	09:03	30	349	300	18	23:15	5	2604	1871	27	17:50	12	403	100

5. Определить экспозиционную дозу облучения, которую получат работники, находящиеся в деревянном здании в течение 8 часов. Уровень радиации на местности 100 Р/ч.

6. Группе предстоит преодолеть зараженный участок местности. Уровни радиации по маршруту движения составляют P_1 ; P_2 ; P_3 ; P_4 ; P_5 . Определить экспозиционную дозу и последствия воздействия радиационного облучения, если время преодоления зараженного участка t часов. Преодоление осуществляется пешком (1-10), на автомобилях (11-20), поездом (21-28).

№ п/п	P_1 , Р/ч	P_2 , Р/ч	P_3 , Р/ч	P_4 , Р/ч	P_5 , Р/ч	t , ч	№ п/п	P_1 , Р/ч	P_2 , Р/ч	P_3 , Р/ч	P_4 , Р/ч	P_5 , Р/ч	t , ч
1	10	20	25	15	24	4.5	15	45	50	51	40	46	2.1
2	25	45	55	32	42	8	16	32	30	27	40	38	3.6
3	65	60	120	35	50	3	17	180	200	160	175	183	4
4	32	18	22	30	25	3.5	18	210	190	200	207	204	1.2
5	22	29	34	30	25	3	19	13	10	8	7.5	8.1	18
6	45	50	48	55	68	1.5	20	63	68	56	60	65	9.4
7	68	55	75	60	58	2	21	55	64	58	60	63.5	6.8
8	31	36	44	58	36	2	22	74	88	80	85	86.7	2.1
9	44	58	92	60	77	6	23	92	90	120	115	102	3.3
10	120	85	320	240	180	9	24	63	70	80	78	69	1
11	74	65	60	70	72	4	25	45	63	50	58	49	0.4
12	22	20	15	8	20	0.5	26	24	41	37	40	30	4
13	140	100	50	88	100	2	27	77	80	75	78	71	2,6
14	56	49	34	66	50	2.7	28	88	70	80	74	77	7

7. Измеренный разведкой к началу движения военного формирования максимальный уровень радиации на оси радиоактивного следа составил 180 Р/ч. Движение проводится на автотранспорте и продолжается 2 ч. Определить дозу радиации, которую получит личный состав формирования при пересечении радиоактивного следа.

8. Измеренный разведкой к началу движения группы максимальный уровень радиации на оси радиоактивного следа составил 74 Р/ч. Движение проводится пешком и продолжается 1.5 ч. Определить дозу радиации, которую получит личный состав при пересечении радиоактивного следа под углом 45°.

9. Измеренный разведкой к началу движения группы максимальный уровень радиации на оси радиоактивного следа составил 13 Р/ч. Движение проводится пешком и продолжается 40 мин. Определить дозу радиации, которую получит личный состав при пересечении радиоактивного следа под углом 90°.

10. На зараженной местности за 3 часа произошли изменения мощности эквивалентной дозы $P_1 = 6$ Р/час; $P_2 = 2.6$ Р/час; $P_3 = 1.6$ Р/час. Найти дозу излучения, полученную личным составом при преодолении местности в автобусах.

11. Формирование получило приказ совершить пеший переход со скоростью 4 км/ч из пункта А в пункт В, расстояние между которыми 5.2 км. Эталонные уровни радиации в пункте А – 18 Р/ч; в пункте В – 12.5 Р/ч. Какую дозу радиации получит личный состав?

12. Маршрут, по которому подразделение на бронетранспортерах преодолевает зону заражения, имеет протяженность L . При пересечении этой зоны были определены следующие уровни радиации: $P_1; P_2; P_3; P_4$. Скорость движения колонны.

№ п/п	P_1 , Р/ч	P_2 , Р/ч	P_3 , Р/ч	P_4 , Р/ч	v , км/ч	L , м	№ п/п	P_1 , Р/ч	P_2 , Р/ч	P_3 , Р/ч	P_4 , Р/ч	v , км/ч	L , км
1	8	30	100	60	20	1800	15	45	50	51	40	55	1542
2	25	45	55	32	25	2500	16	32	30	27	40	48	1608
3	65	60	120	35	20	4125	17	180	200	160	175	50	2045
4	32	18	22	30	34	1050	18	210	190	200	207	65	1520
5	22	29	34	30	50	855	19	13	10	8	7,5	50	1065
6	45	50	48	55	52	675	20	63	68	56	60	40	1000
7	68	55	75	60	35	1031	21	55	64	58	60	35	2000
8	31	36	44	58	45	904	22	74	88	80	85	30	1720
9	44	58	92	60	47	607	23	92	90	120	115	40	3002
10	120	85	320	240	60	332	24	63	70	80	78	25	2140
11	74	65	60	70	35	357	25	45	63	50	58	30	1400
12	22	20	15	8	40	654	26	24	41	37	40	20	1105
13	140	100	50	88	50	801	27	77	80	75	78	20	905
14	56	49	34	66	60	604	28	88	70	80	74	36	800

13. Рабочие прибыли из укрытия в цех, расположенный в одноэтажном производственном здании, через 2 часа после ядерного взрыва

на территории объекта. Уровень радиации на территории через 1 час после взрыва составлял 200 Р/ч. Определить дозу излучения, которую получат рабочие в цехе, если работа продолжается 4 часа.

14. Грузчики начали работать на железнодорожных платформах. Уровень радиации на территории составлял 45 Р/ч. Определить допустимую продолжительность пребывания рабочих, если им установлена экспозиционная доза 40 Р.

15. Определить продолжительность нахождения личного состава в кирпичном здании. Уровень радиации на территории составляет 80 Р/ч. Установленная экспозиционная доза составляет 40 Р.

16. Определить допустимую продолжительность пребывания рабочих на территории цеха, если работы начались через 3 часа взрыва на уровне радиации 100 Р/ч. Работавшим установлена заданная доза 30 Р. Коэффициент ослабления равен 10.

17. Разведгруппе предстоит преодолеть зараженный участок местности. Известно, что уровни радиации на 1 час после взрыва составили: в точке №1 – 45 Р/ч, № 2 – 93 Р/ч, № 3 – 150 Р/ч, № 4 – 98 Р/ч, № 5 – 63 Р/ч. Определить допустимое время начала преодоления зараженного участка при условии, что доза излучения за время преодоления не превысит 6 рад. Преодоление участка будет осуществляться на автомашине со скоростью 45 км/ч, длина маршрута 15 км.

18. Определение времени выпадения радиоактивных веществ в населенном пункте, если его удаленность составляет 40 км, а средняя скорость ветра 3 м/с.

19. На объекте через 1 час после взрыва измеренный уровень радиации $P_1 = 240$ Р/час. Определить дозы, которые получат рабочие и служащие на открытой местности и в производственных помещениях (одноэтажный цех) за 5 часов, если известно, что облучение началось через 10 часов после ядерного взрыва.

20. Взрыв реактора произошел в 8:00; время входа в очаг заражения – 11:00, измеренный в это время уровень радиации составляет 35 Р/час; установленная доза облучения 30 Р. Определить допустимое время ведения работ на открытой местности.

21. Через 2,5 часа после ядерного взрыва измеренный уровень радиации на ОНХ составил 80 Р/час. Первая смена должна работать 2 часа, на проведение всей работы необходимо 7,5 часов. Доза облучения на одни сутки установлена 25 Р. Определить время начала ведения работ, количество смен и продолжительность работ каждой смены.

22. Период полураспада изотопа водорода – трития составляет 12 лет. 1 кг трития, выработанного из лития в 2010 году, был смешан с 1 кг трития, выработанного в 2005 году. Через сколько лет в этой смеси останется трития в количестве 0.5 кг?

23. При инвентаризации оборудования и материалов лаборатории, проведенной в 2009 году, обнаружился баллон с надписью: Идеальный газ, объем – 0.1 м^3 ; масса – 13.5 г; давление – 101325 Па (при 0° C);

однокомпонентный; дата изготовления – июль 2011 г. Определить что находится в баллоне.

24. Определит ожидаемую дозу облучения личного состава при преодолении зоны радиоактивного заражения глубиной 45 км, если на маршруте средний уровень радиации составляет 120 Р/ч, скорость движения танкового подразделения 60 км/ч ($K_{осл}=8$).

25. Бригаде предстоит на автомобилях преодолеть за 10 ч радиоактивную местность. Определит ожидаемую дозу облучения, которую получают люди, если они вошли в зону РЗ через 4 часа после аварии. Известно, что уровень радиации на 1 ч после аварии составлял 250 Р/ч.

26. Подразделению предстоит на бронетранспортёрах ($K_{осл}=4$) преодолеть зараженный участок местности протяженностью 42 км. Уровни радиации по маршруту следования составили: 240 Р/ч; 300 Р/ч; 180 Р/ч; 500 Р/ч; 200 Р/ч. Определить минимальную скорость движения, если экспозиционная доза установлена в 95 Р.

27. Населенный пункт находится в прогнозируемых зонах заражения: 40% района – в зоне В; 50% – в зоне Б и 10% вблизи внутренней границы зоны А. Центр населенного пункта удален от эпицентра взрыва на 15 км. Средняя скорость ветра 8 м/с. Определить возможные радиационные потери населения при расположении на зараженной местности в течение 3 ч. Население ранее не облучалось.

28. Измеренный разведкой к началу движения максимальный уровень радиации на оси радиоактивного следа составил 200 Р/ч. движение проводится в пассажирских вагонах и продолжается 5 ч. Определит ожидаемую дозу облучения, которую получают люди.

29. Командиру зенитного подразделения ($K_{осл}=3$) поставлена задача, в кратчайший срок выйти на указанный рубеж. Для выхода на рубеж можно использовать один из трёх возможных маршрутов движения. Все они пролегают через зону радиоактивного заражения. При этом степень облучения на выбранном маршруте движения не должна превышать 100 Р.

I маршрут: 25 км разрушенных труднопроходимых дорог со средней скоростью движения не более 10 км/ч и уровнем радиации 12 Р/ч; 5 км улучшенной грунтовой дороги со скоростью движения 30 км/ч и уровнем радиации 8,5 Р/ч; 450 м болот со скоростью движения по гати 25 км/ч и уровнем радиации 17,8 Р/ч. Время, затраченное для прокладки 100 м гати шириной 3 м, составляет 2 ч.

II маршрут: 6 км грунтовой дороги со средней скоростью движения не более 20 км/ч и уровнем радиации 6 Р/ч; 530 м болот со скоростью движения по гати 25 км/ч и уровнем радиации 20 Р/ч; 12 км шоссейной дороги со скоростью движения 50 км/ч и уровнем радиации 15 Р/ч.

III маршрут: 10 км шоссейной дороги со скоростью движения 50 км/ч и уровнем радиации 12,5 Р/ч; 5 км разрушенных труднопроходимых дорог со средней скоростью движения не более 10 км/ч и уровнем радиации 4,8 Р/ч; 300 м болот со скоростью движения по гати 25 км/ч и уровнем радиации 22

Р/ч; 7,5 км улучшенной грунтовой дороги со средней скоростью движения не более 30 км/ч и уровнем радиации 10 Р/ч.

30. Подразделению необходимо за кратчайший срок преодолеть ЗРЗ, выбрав один из двух возможных маршрутов.

I маршрут: 15 км грунтовой дороги с возможной скоростью не более 33 км/ч и средним уровнем радиации 23 Р/ч; 82 м водной преграды со скоростью движения под водой не более 5 м/с и 2 трассами подводного движения, средний уровень радиации 38.5 Р/ч; 4 км грунтовой дороги со средним уровнем радиации 51 Р/ч.

II маршрут: 3 км грунтовой дороги со средним уровнем радиации 9.4 Р/ч; 50 м водной преграды с одной трассой подводного вождения и средним уровнем радиации 14 Р/ч; 5.8 км грунтовой дороги со средним уровнем радиации 17 Р/ч; 150 м водной преграды с двумя трассами подводного вождения и средним уровнем радиации 28 Р/ч.

Подразделение состоит из 12 танков, дистанция между машинами 8 м. Доза облучения личного состава не должна быть более 2.5 Р или min.

31. Город с населением 280 000 чел. Находится в прогнозируемых ЗРЗ: 15% вблизи внутренней границы зоны Г; 25% в зоне В; 30% в зоне Б; 30% вблизи внутренней границы зоны А. Город удалён от центра ядерного взрыва на 10 км. Средняя скорость ветра 3 м/с. Определить возможные потери населения при расположении на заражённой территории в течение 1.5 ч в транспортных средствах. Население ранее не облучалось.

32. Автоколонне необходимо преодолеть ЗРЗ, выбрав один из двух возможных маршрутов, при этом доза облучения людей не должна быть более 2 Р.

I маршрут: 25 км грунтовой дороги со скоростью движения 40 км/ч и уровнем радиации на местности 2.8 Р/ч; 305 м водной преграды и средним уровнем радиации 1.7 Р/ч, скорость течения реки 2.5 м/с, скорость парома 11 км/ч, продолжительность погрузки и выгрузки 15 мин; 3.8 км грунтовой дороги с уровнем радиации на местности 3.1 Р/ч.

II маршрут: 17 км шоссейной дороги со скоростью движения 90 км/ч и средним уровнем радиации 7.8 Р/ч; 31 км грунтовой дороги с мощностью дозы облучения на местности 10 Р/ч; 3 км бездорожья с уровнем радиации 3.1 Р/ч.

33. Населённый пункт с численностью населения 720 тыс. чел. находится в прогнозируемой ЗРЗ: 23% в зоне В; 42% в зоне Б и 35% вблизи внешней границы зоны А. центр населённого пункта удалён от центра взрыва на 23.5 км. Средняя скорость ветра 12 км/ч. Определить возможные радиационные потери населения при расположении на местности в течении 2 ч. Население ранее не облучалось.

34. Населенный пункт находится в прогнозируемых зонах заражения: 48% района – в зоне В; 50% – в зоне Б и 2% вблизи внутренней границы зоны А. Центр населенного пункта удален от эпицентра взрыва на 75 км. Средняя скорость ветра 12 м/с. Определить возможные радиационные потери населения при расположении в жилых домах в течение 3 ч. Население

ранее не облучалось. Плотность населения – 23.88 чел/км², при площади застройки 35.17 км².

35. Автоколонне необходимо преодолеть ЗРЗ, выбрав один из двух возможных маршрутов, при этом доза облучения людей должна быть минимальной.

I маршрут: 15 км грунтовой дороги со скоростью движения 40 км/ч и уровнем радиации на местности 18 Р/ч; 154 м водной преграды и среднем уровнем радиации 27 Р/ч, скорость течения реки 0,5 м/с, скорость плота 1 км/ч, продолжительность погрузки и выгрузки 11 мин; 48 км грунтовой дороги с уровнем радиации на местности 35 Р/ч.

II маршрут: 27 км шоссейной дороги со скоростью движения 90 км/ч и среднем уровнем радиации 72 Р/ч; 13 км бездорожья с уровнем радиации 31 Р/ч.

36. Измеренный разведкой к началу движения максимальный уровень радиации на оси радиоактивного следа составил 1200 Р/ч. Движение проводится в пассажирских вагонах и продолжается 5 ч. Определит время въезда на заражённую территорию, если ожидаемая доза облучения, которую получат люди, не должна превышать 70 Р/ч.

37. Населению предстоит преодолеть зоны заражения от ядерного взрыва. Протяженность участков маршрутов в зоне А – 60 км, в зоне Б – 40 км, в зоне В – 30 км и в зоне Г – 20 км. Определять радиационные потери населения, следующего в автобусах, если начало движения с исходного рубежа равно 1ч после ядерного взрыва, скорость движения 20 км/ч, а расстояние от исходного рубежа до средней точки на участке маршрута по зараженной местности 80 км. Личный состав в предшествующие 2 суток получил дозу излучения 20 рад.

38. Район расположения населения через 0.5ч после ядерного взрыва оказался на сформировавшихся следах в зонах Г и В (0.1 площади района – вблизи внешней границы зоны Г и 0.9 – в зоне В). Определить радиационные потери населения, если население будет находиться 0.5 ч в не дезактивированных щелях.

39. Определить время начала аварийно-спасательных работ на объекте, расположенном в середине зоны Б, при условии, что за 4 ч работы открыто на зараженной местности личный состав не получит дозу излучения более 50 рад.

3 ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ВОЗМОЖНЫХ ЧС

Среди чрезвычайных ситуаций техногенного характера аварии на **химически опасных объектах (ХОО)** занимают одно из важнейших мест. Химизация промышленной индустрии во второй половине XX столетия обусловила возрастание техногенных опасностей, связанных с химическими авариями, которые могут сопровождаться проливом или выбросом в атмосферу **аварийно химически опасных веществ (АХОВ)**, значительным материальным ущербом и большими человеческими жертвами. Уменьшить возможные потери, защитить людей от поражающих факторов аварий на ХОО можно проведением специального комплекса мероприятий. Часть этих мероприятий проводится заблаговременно, другие осуществляются постоянно, а третьи — с возникновением угрозы аварии и с ее началом. К мероприятиям, осуществляемым постоянно, относится контроль химической обстановки как на самих ХОО, так и прилегающих к ним территориях. Под химической обстановкой понимается наличие в окружающей среде определенного количества и концентраций различных химически опасных веществ.

Для оценки химической обстановки проводят следующие мероприятия:

- определяют масштабы и характер химического заражения (глубина и площадь заражения местности, глубина и площадь зоны распространения первичного и вторичного облака АХОВ, радиус и площадь района аварии);
- анализируют их влияния на жизнедеятельность людей;
- выбирают наиболее целесообразные варианты действий, при которых исключается поражение людей.

Алгоритм и методы решения задачи по прогнозированию масштабов заражения АХОВ при аварии представлены в Руководящем документе РД 52.04.253-90 "Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте". - М.: Госкомгидромет, 1990 г.

Указанная методика позволяет заблаговременно и оперативно прогнозировать масштабы заражения на случай выбросов АХОВ (ранее СДЯВ) (в газообразном, парообразном или аэрозольном состоянии) в окружающую среду при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах (технологических ёмкостях, хранилищах) и транспорте (при транспортировке по трубопроводам).

Масштабы заражения АХОВ в зависимости от их физических свойств и агрегатного состояния рассчитываются для первичного и вторичного облаков:

- для сжиженных газов - отдельно для первичного и вторичного;
- для сжатых газов - только для первичного;
- для ядовитых жидкостей, кипящих выше температуры окружающей среды, - только для вторичного.

При прогнозировании химической обстановки, необходимо принять следующие допущения:

1. Емкости, содержащие АХОВ, при авариях разрушаются полностью.
2. Толщина h слоя жидкости для АХОВ, разлившихся свободно на подстилающей поверхности, принимается равной 0.05 м по всей площади разлива; для АХОВ, разлившихся в поддон или обваловку, определяется следующим образом:

а) при разливах из емкостей, имеющих самостоятельный поддон (обваловку):

$$h = H - 0.2$$

где H – высота поддона (обваловки), м;

б) при разливах из емкостей, расположенных группой, имеющих общий поддон (обваловку):

$$h = \frac{Q_0}{F_d},$$

где Q_0 – количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, т;

d – плотность АХОВ, т/м³;

F – реальная площадь разлива в поддон (обваловку), м².

3. Предельное время пребывания людей в зоне заражения и продолжительность сохранения неизменными метеорологических условий (степени вертикальной устойчивости атмосферы, направления и скорости ветра) составляет 4 ч. По истечении указанного времени прогноз обстановки должен уточняться.

4. При авариях на газо- и продуктопроводах выброс АХОВ принимается равным максимальному количеству АХОВ, содержащемуся в трубопроводе между автоматическими отсекающими (например, для аммиакопроводов – $Q_0 = 275-500$ т).

Рекомендации. 1. При заблаговременном прогнозировании масштабов заражения на случай производственных аварий в качестве исходных данных рекомендуется принимать: выброс АХОВ (Q_0) – количество АХОВ в максимальной по объему единичной емкости (технологической, складской, транспортной и др.), метеорологические условия – инверсия, скорость ветра 1 м/с, а для сейсмических районов – общий запас АХОВ.

2. Для прогноза масштабов заражения непосредственно после аварии должны браться конкретные данные о количестве выброшенного (разлившегося) АХОВ и реальные метеоусловия.

Количественные характеристики выброса АХОВ для расчета масштабов заражения определяются по их эквивалентным значениям.

Определение эквивалентного количества вещества в первичном облаке

Эквивалентное количество $Q_{э1}$ (т) вещества в первичном облаке определяется по формуле:

$$Q_{э1} = K_1 K_3 K_5 K_7 Q_0, \quad (15)$$

где K_1 – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ, для сжатых газов $K_1 = 1$ (приложение Б, таблица 1);

K_3 – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого АХОВ (приложение Б, таблица 1);

K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы;

для инверсии – 1,

для изотермии – 0.23,

для конвекции – 0.08;

K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха, для сжатых газов $K_7 = 1$ (приложение Б, таблица 1);

Q_0 – количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, т.

При авариях на хранилищах сжатого газа Q_0 рассчитывается по формуле:

$$Q_0 = d \cdot V_x, \quad (16)$$

где d – плотность АХОВ, т/м³ (приложение Б, таблица 1);

V_x – объем хранилища, м³.

При авариях на газопроводе Q_0 рассчитывается по формуле:

$$Q_0 = \frac{ndV_r}{100}, \quad (17)$$

где n – содержание АХОВ в природном газе, %;

V_r – объем секции газопровода между автоматическими отсекающими, м³.

При определении величины $Q_{э1}$ для сжиженных газов, не вошедших в таблицу 1 (приложение Б), значение коэффициента K_7 принимается равным 1, а коэффициент K_1 рассчитывается по соотношению

$$K_1 = \frac{c_p \Delta T}{\Delta H_{исп}}, \quad (18)$$

где c_p – удельная теплоемкость жидкого АХОВ, кДж/(кг·°С);

ΔT – разность температур жидкого АХОВ до и после разрушения емкости, °С;

$\Delta H_{исп}$ – удельная теплота испарения жидкого АХОВ при температуре испарения, кДж/кг.

Определение эквивалентного количества вещества во вторичном облаке

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке рассчитывается по формуле:

$$Q_{32} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \frac{Q_0}{hd} \quad (19)$$

где K_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ (приложение Б, таблица 1);

K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра (приложение Б, таблица 3);

K_6 – коэффициент, зависящий от времени N , прошедшего после начала аварии; значение коэффициента K_6 определяется после расчета продолжительности T (ч) испарения вещества (поражающего действия АХОВ):

$$T = \frac{hd}{K_2 K_4 K_7}, \quad (20)$$

где d – плотность АХОВ, т/м³ (приложение Б, таблица 1);

h – толщина слоя АХОВ, м.

$$K_6 = \begin{cases} N^{0,8} & \text{при } N < T; \\ T^{0,8} & \text{при } N \geq T; \end{cases}$$

при $T < 1$ ч K_6 принимается для 1 ч;

При определении Q_{32} для веществ, не вошедших в таблицу 1 (приложение Б), значение коэффициента K_7 принимается равным 1, а коэффициент K_2 определяется по формуле

$$K_2 = 8,10 \cdot 10^{-6} \cdot P \cdot \sqrt{M}, \quad (21)$$

где P – давление насыщенного пара вещества при заданной температуре воздуха, мм рт. ст.;

M – молекулярная масса вещества.

Определение эквивалентного количества вещества в облаке зараженного воздуха при полном разрушении ХОО

В случае разрушения химически опасного объекта при прогнозировании глубины зоны заражения рекомендуется брать данные на одновременный выброс суммарного запаса АХОВ на объекте и следующие метеорологические условия: инверсия, скорость ветра 1 м/с.

Эквивалентное количество АХОВ в облаке зараженного воздуха определяется аналогично рассмотренному методу для вторичного облака при свободном разливе. При этом суммарное эквивалентное количество Q_3 рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{э}} = 20 \cdot K_4 \cdot K_5 \sum_{i=1}^n (K_{2i} \cdot K_{3i} \cdot K_{6i} \cdot K_{7i} \cdot \frac{Q_{0i}}{d_i}), \quad (22)$$

где Q_i – запасы i -го АХОВ на объекте, т;
 d_i – плотность i -го АХОВ, т/м³.

Расчет глубины зоны заражения при аварии на ХОО

Расчет глубины зоны заражения первичным (вторичным) облаком АХОВ при авариях на технологических емкостях, хранилищах и транспорте ведется с использованием таблиц 2 и 5 (приложение Б).

В таблице 2 (приложение Б) приведены максимальные значения глубины зоны заражения первичным (Γ_1) или вторичным (Γ_2) облаком АХОВ, определяемые в зависимости от эквивалентного количества вещества и скорости ветра. Полная глубина зоны заражения Γ (км), обусловленной воздействием первичного и вторичного облака АХОВ, определяется:

$$\Gamma_n = \Gamma_{\max} + 0.5 \cdot \Gamma_{\min}, \quad (23)$$

где Γ_{\max} – наибольший, Γ_{\min} – наименьший из размеров Γ_1 и Γ_2 .

Полученное значение сравнивается с предельно возможным значением глубины переноса воздушных масс Γ_B , определяемым по формуле:

$$\Gamma_B = N \cdot v, \quad (24)$$

где N – время от начала аварии, ч;

v – скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при данной скорости ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха, км/ч (приложение Б, таблица 5).

За окончательную расчетную фактическую глубину зоны заражения (Γ_{ϕ}) принимается меньшее из двух сравниваемых между собой значений Γ_n и Γ_B .

Определение площади зоны заражения АХОВ

Площадь зоны возможного заражения для первичного (вторичного) облака АХОВ определяется по формуле:

$$S_B = 8.72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma_B^2 \cdot \varphi, \quad (25)$$

где S_B – площадь зоны возможного заражения АХОВ, км²;

Γ_B – предельно возможная глубина зоны заражения, км;

φ – угловые размеры зоны возможного заражения, в радианах (приложение Б, таблица 6).

Площадь зоны фактического заражения S_{ϕ} (км²) рассчитывается по формуле:

$$S_{\phi} = K_8 \cdot \Gamma_{\phi}^2 \cdot N^{0.2}, \quad (26)$$

где K_8 – коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости воздуха, принимается равным:

0.081 при инверсии;

0.133 при изотермии;

0.235 при конвекции;

N – время, прошедшее после начала аварии, ч.

Определение времени подхода зараженного воздуха к объекту

Время подхода облака АХОВ к заданному объекту зависит от скорости переноса облака воздушным потоком и определяется по формуле:

$$t = \frac{x}{v}, \quad (27)$$

где x – расстояние от источника заражения до заданного объекта, км;

v – скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха, км/ч (приложение Б, таблица 5).

Расчет количества и структуры пораженных

Расчет количества и структуры пораженных как среди персонала, так и среди населения, проживающего вблизи объекта, производится исходя из защищенности от воздействия паров АХОВ.

Количество людей, оказавшихся в очаге поражения, рассчитывается либо суммированием количества людей, находящихся на объекте и в жилых кварталах, подвергшихся воздействию зараженного воздуха:

$$П = L \cdot (1 - K_{защ}), \quad (28)$$

где $П$ – количество пораженных на объекте, чел;

L – количество людей, оказавшееся в очаге поражения, чел;

$K_{защ}$ – коэффициент защищенности людей от поражения АХОВ (приложение Б, таблица 7);

либо путем умножения средней плотности людей на площадь зараженной территории:

$$П = P \cdot S \cdot (1 - K_{защ}), \quad (29)$$

где P – средняя плотность размещения людей на объекте, чел/км²;

S – площадь территории, приземный воздух на которой был заражен, км.

Возможные общие потери населения в очаге поражения АХОВ, рассчитываются по формуле:

$$P_0 = S_{\phi} \cdot \left[\frac{\Gamma_{ГОР}}{\Gamma_{\phi}} P \cdot K + \left(1 - \frac{\Gamma_{ГОР}}{\Gamma_{\phi}}\right) P' \cdot K' \right], \quad (30)$$

где P, P' – средняя плотность населения в городе и загородной зоне, соответственно, чел/км²;

S_{ϕ} – фактическая площадь заражения, км²;

$\Gamma_{гор}$ – глубина распространения облака зараженного АХОВ воздуха в городе, км;

Γ_{ϕ} – фактическая глубина зоны заражения, км;

K, K' – доля незащищенного населения в городе и загородной зоне, определяется по формулам:

$$K = 1 - n_1 - n_2 \quad K' = 1 - n_1' - n_2'$$

где n_1, n_1' – доля населения обеспеченного средствами индивидуальной защиты в городе и загородной зоне, соответственно;

n_2, n_2' – доля населения обеспеченного средствами индивидуальной защиты в городе и загородной зоне, соответственно.

Структура людских потерь в очаге поражения АХОВ распространяется следующим образом:

35% от P_0 – безвозвратные потери;

40% от P_0 – санитарные потери тяжелой и средней формы тяжести;

25% от P_0 – санитарные потери легкой формы тяжести.

Площадь разлива определяется процессами растекания и просачивания жидкости:

$$S = \frac{m_0}{h_m \cdot \rho}, \quad (31)$$

где S – площадь разлива,

m_0 – масса пролива,

h_m – минимальная толщина пленки жидкости с учетом растекания и просачивания,

ρ – плотность жидкой фазы АХОВ.

Радиус района аварии для АХОВ

Радиус района аварии для низкокипящих АХОВ (хлор, аммиак, сероводород, формальдегид и др.) можно определить:

$$R_{ан} = 50 \cdot \sqrt{Q_0}, \quad (32)$$

где $R_{ан}$ – радиус района аварии для низкокипящих АХОВ, м;

Q_0 – количество АХОВ (т), вышедшее в окружающую среду.

Предельный радиус района аварии для низкокипящих АХОВ составляет 1000 м.

Радиус района аварии для высококипящих АХОВ (синильная кислота, сероуглерод, соляная кислота и др.):

$$R_{ан} = 25 \cdot \sqrt{Q_0}, \quad (33)$$

Предельный радиус района аварии для этих АХОВ составляет 500 м. При пожарах радиус района аварии может увеличиваться в 1.5-2.0 раза.

ЗАДАЧИ

1. На химическом предприятии произошла авария на технологическом трубопроводе с жидким хлором, находящимся под давлением. Определить глубину зоны возможного заражения хлором при времени от начала аварии 3 ч и продолжительность действия источника заражения (время испарения хлора). Количество вытекшей из трубопровода жидкости не установлено. Известно, что в технологической системе содержалось 50 т сжиженного хлора. Метеоусловия на момент аварии: скорость ветра 3 м/с, температура воздуха 20 °С, инверсия. Разлив АХОВ - свободный.

2. На ХОО в газгольдере емкостью 3000 м³ хранится аммиак. Давление в газгольдере – атмосферное. Температура воздуха 20 °С. Южная граница объекта находится на расстоянии 200 м от возможного места аварии. Санитарно-защитная зона объекта, за которой расположены жилые кварталы, составляет 400 метров. Оцените опасность возможного очага химического поражения через 2 ч после аварии на химически опасном объекте.

3. Оценить, на каком расстоянии через 3 ч после аварии будет сохраняться опасность поражения населения в зоне химического заражения при разрушении изотермического хранилища аммиака емкостью 50000 т. Высота обваловки емкости 4 м. Температура воздуха 40 °С.

4. Глубина зоны заражения 15 км. Скорость ветра составляет 3 м/с, инверсия. Определить площадь зоны заражения, если после начала аварии прошло 5 ч.

5. В результате аварии на мясокомбинате, расположенном на расстоянии 2 км от города, произошел выброс аммиака. Метеоусловия: изотермия, скорость ветра 4 м/с. Определить время подхода облака зараженного воздуха к границе города.

6. Определить время подхода облака зараженного воздуха к границе города если в результате аварии на объекте, расположенном на расстоянии 7 км от города, произошло разрушение емкости с хлором. Метеоусловия: изотермия, скорость ветра 5 м/с.

7. В результате аварии на объекте, расположенном на расстоянии 12 км от населенного пункта произошел выброс аммиака. Определить время подхода облака зараженного воздуха к населенному пункту, если скорость ветра 3 м/с, ночь, ясная погода.

8. В результате аварии произошло разрушение обвалованной емкости с нитрилакриловой кислотой. Требуется определить время поражающего действия АХОВ. Метеоусловия на момент аварии: скорость ветра 5 м/с, температура воздуха 0 °С, изотермия. Высота обваловки – 2.5 м.

9. В результате аварии, произошедшей на мясокомбинате в момент перекачки сжиженного аммиака из железнодорожной цистерны в складской резервуар, произошел выброс 25 т ядовитой жидкости. В очаге поражения оказались мясоразделочный и колбасный цехи. Определить возможный ущерб через 30 минут после аварии, если известно, что рабочая смена в мясоразделочном цехе составляет 110, а в колбасном – 57 чел. Коэффициенты воздухообмена зданий соответственно равны 1.0 и 0.5. Производственный персонал противогазами не обеспечен.

10. На ХОО произошла авария с выбросом из технологической системы сжиженного аммиака. Количество вытекшей из системы жидкости не установлено. Известно, что аммиак в системе находился под избыточным давлением и содержалось его в технологической системе 35 т. Требуется определить площади зон заражения первичным и вторичным облаками для условий: авария произошла в 9.00 в летний период, скорость ветра по данным прогноза – 2 м/с, температура воздуха – +20 °С, сплошная облачность.

11. Технологическая система со сжиженным аммиаком, на которой произошла авария (см. задачу 9), находится по направлению ветра на удалении 0.3 км ($\Gamma_{п}$) от внешней границы предприятия. Требуется определить площадь заражения, приходящуюся на территорию предприятия. Количество вытекшей из системы жидкости не установлено. Известно, что аммиак в системе находился под избыточным давлением, и содержалось его в технологической системе 20 т.

12. На объекте в результате аварии, разрушена необвалованная емкость с хлором. Определить время поражающего действия хлора. Скорость ветра 5 м/с.

13. Определить размеры зоны химического заражения, если в результате аварии на ХОО разрушилась ёмкость, содержащая 70т аммиака. День, ясно, скорость ветра 2 м/с. Ёмкость обвалована.

14. На химическом заводе в результате аварии разрушена емкость с хлором. Рабочие и служащие (500 человек) обеспечены противогазами на 100%. Определить возможные потери.

15. Определить площадь разлива и концентрацию паров АХОВ на заданном расстоянии от обвалованной аварийной емкости. Разлиты акролеин ($\rho=0.681$ г/см³), метилмеркаптан ($\rho=0.867$ г/см³), сероуглерод ($\rho=1.263$ г/см³), нитрил акриловой кислоты ($\rho=0.806$ г/см³).

Исходные данные (варианты): высота обволочки – 0.5; 1; 1.5 м; масса разлившегося АХОВ – 40; 55; 70; 90 т; коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости воздуха инверсия – 2; изотермия – 3; конвекция – 4; скорость ветра – 3, 4, 5, 7, 8 м/с; расстояние от очага разлива АХОВ – 250, 400, 500, 1000 м; скорость истечения АХОВ из аварийной ёмкости 10, 50, 75, 100 кг/мин.

16. На ХОО сосредоточены запасы АХОВ. Определить глубину зоны заражения в случае разрушения объекта.

№ п/п	Наименование АХОВ	Время, прошедшее с начала аварии, ч	Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С	Состояние атмосферы (степень вертикальной устойчивости)
1	Ацетонитрил – 10 т, метиламин – 35, метил бромистый - 24	6	1	-20	инверсия
2	Хлора - 45 т, аммиака - 70 т, нитрил акриловой кислоты – 180 т	4	1	20	инверсия
3	Фосген – 15 т, хлорциан – 5 т, сернистый ангидрид – 21 т	2	2	20	инверсия
4	Водород мышьяковистый – 5 т, сероводород – 35 т, фосфора хлорокись – 10 т.	5	1	0	изотермия
5	Окись этилена – 13т, формальдегид–13т, метил хлористый–10 т	3	5	20	изотермия
6	Хлора - 30 т, аммиака - 90 т, нитрил акриловой кислоты – 200 т	3	1	0	инверсия
7	Соляная кислота – 50 т, хлор – 35 т, водород хлористый – 75 т.	4	7	20	изотермия
8	Диметиламин – 15 т, метиламин – 18 т, метилмеркаптан – 35 т.	3.5	3.5	0	инверсия
9	Водород мышьяковистый – 17 т, водород фтористый – 10 т, водород хлористый – 30 т	5	2	0	инверсия
10	Нитрил акриловой кислоты – 200 т, соляная кислота – 150 т, хлорциан – 20 т.	1	2	20	инверсия
11	Фосген – 45 т, хлор – 150 т, сероводород – 250 т.	5	4	-20	инверсия
12	Сероуглерод – 370 т, аммиак – 450 т, окислы азота – 270 т.	3	2	0	инверсия
13	Метил бромистый – 85 т, метил хлористый – 105 т, метилакрилат – 90 т.	7	7	40	инверсия
14	Водород мышьяковистый – 75 т, водород фтористый – 50 т, водород хлористый – 100 т.	4	1	20	инверсия
15	Нитрил акриловой кислоты – 170 т, соляная кислота – 220 т, окислы	3	2	-20	инверсия

	азота – 110 т.				
16	Соляная кислота – 120 т, хлор – 55 т, водород хлористый – 98 т.	4	3	0	инверсия
17	Водород цианистый – 25 т, водород хлористый – 55 т, аммиак – 90 т.	2	1	20	инверсия
18	Хлорпикрин – 50 т, фосфора хлорокись – 35 т, соляная кислота – 120 т.	3	5	20	инверсия
19	Сернистый ангидрид -75 т, аммиак – 200 т, нитрил акриловой кислоты – 150 т.	5	5	0	изотермия
20	Окись этилена – 20т, формальдегид – 30 т, метил хлористый–50 т	4	3	20	инверсия
21	Хлора -300 т, аммиака - 150 т, нитрил акриловой кислоты – 200 т	3	5	-20	изотермия
22	Соляная кислота – 110 т, хлор – 90 т, водород хлористый – 75 т.	4	4	20	изотермия
23	Диметиламин – 30 т, метиламин – 45 т, метилмеркаптан – 75 т.	4.5	1	0	инверсия
24	Водород мышьяковистый – 45 т, водород фтористый – 10 т, водород хлористый – 70 т	4	1	0	инверсия
25	Нитрил акриловой кислоты – 180 т, соляная кислота – 130 т, хлорциан – 35 т.	3	3	20	инверсия

17. ХОО расположен в загородной зоне с плотностью населения 850 чел/км², при этом обеспеченность СКЗ составляет 3%. На ХОО произошла авария с выбросом из ёмкости хлорциана. Количество вытекшей жидкости не установлено. Известно, что в ёмкости на момент аварии находилось 160 т. В 8,5 км от объекта располагается город с плотностью населения 18 250 чел/км². Обеспеченность населения СИЗ составляет 52%, СКЗ – 3%. Определить ожидаемые общие потери населения через 1 ч после аварии. Метеоусловия на момент аварии: изотермия, t=+20°C, v_в=5 м/с.

18. ХОО расположен в городе с численностью населения 635 844 чел и общей площадью 181,67 км², при этом население обеспеченно СИЗ на 30%, а СКЗ на 45%. Авария произошла в 10:20 ч 6 июня. В результате аварии произошёл выброс 200 т ацетонитрила. По данным прогноза на 6 июня ожидается ясная погода, возможен ветер со скоростью 2 м/с, температура воздуха +20°C. Определить ожидаемые общие потери населения через 2 ч после аварии.

19. Оценить, на каком удалении и какой площади через 2 часа после аварии будет сохраняться опасность поражения в ЗХЗ при разрушении хранилища бромистого водорода емкостью 40 000 т. Высота обваловки 3 м, разлив произошел в поддон. Метеоусловия на момент аварии: инверсия, $t=+40^{\circ}\text{C}$, $v_{\text{в}}=3,7$ км/ч, направление ветра – 180° .

20. На участке аммиакопровода произошла авария в 16:40 ч. Величина выброса не установлена. Требуется определить размеры зоны возможного заражения через 3 часа после аварии. Произошел свободный разлив. Метеоусловия на момент аварии: переменная облачность, $t=-40^{\circ}\text{C}$, $v_{\text{в}}=60$ м/мин, направление ветра – 90° .

21. В результате аварии ХОО был полностью разрушен. На момент аварии на объекте хранилось: 40 т цианистого водорода, 100 т фтористого водорода, 80 т хлористого метила, 60 т этиленсульфида. Определить размеры зоны возможного химического заражения через 5 часа после аварии. Произошел свободный разлив. Метеоусловия на момент аварии: инверсия, $t=0^{\circ}\text{C}$, $v_{\text{в}}=14,8$ км/ч, ветер северный–северо-восточный.

22. На ХОО произошла авария с выбросом сероводорода. Количество выброса не установлено. Всего в технологической системе находилось 50 т газа. На удалении 8 км находится населённый пункт общей площадью $32,08$ км², с населением 100 000 чел. Обеспеченность население СИЗ в городе 2%, а СКЗ в пригороде 20%. Определить ожидаемые общие потери населения через 2 ч после аварии и время подхода облака АХОВ к городу. Плотность населения в пригороде 80 чел/км².

23. ХОО располагается в загородной зоне с численностью населения 630 чел и плотностью населения 220 чел/км². В районе имеется укрытие на 120 чел. На объекте производилась соляная кислота (HCl). В результате аварии в технологическом оборудовании произошёл взрыв, уничтоживший практически весь объект. На момент аварии на объекте имелось 200 т HCl. Определить ожидаемые общие потери населения через 2 ч после аварии. Метеоусловия на момент аварии: изотермия, $t=-20^{\circ}\text{C}$, $v_{\text{в}}=12$ км/ч.

24. Железнодорожный состав сошёл с рельсов, в результате аварии произошёл разлив бромистого водорода из трёх цистерн. В каждой цистерне находилось 60 т АХОВ. Минимальная толщина плёнки жидкости составила 150 мм. Через 3 ч после аварии одна цистерна была пуста, вторая заполнена на 2/5, третья пуста на 3/8. Метеоусловия на момент аварии: изотермия, $t=+40^{\circ}\text{C}$, $v_{\text{в}}=140$ м/мин. Определить потери населения в курортной зоне, находящейся на расстоянии 5 км от места аварии. Плотность населения в курортной зоне 0,005 чел/м².

25. Оценить опасность возможного очага химического заражения через 1 ч после аварии. На объекте в газгольдере храниться хлорциан объёмом 1500 м³ при $t_{\text{в}}=20^{\circ}\text{C}$ и $v_{\text{в}}=2$ м/с, конвекция, угловой размер ЗВХЗ 270° .

26. В результате аварии, ХОО был полностью разрушен. На момент аварии на объекте имелось: ацетонитрила – 82 т, окиси этилена – 160 т, хлорпикрина – 242 т. Определить размеры ЗВХЗ через 3 ч после аварии.

Метеоусловия: $t_b=20^{\circ}\text{C}$ и $v_b=0,12$ км/мин, конвекция, ветер северный – юго-восточный.

27. В результате аварии на железной дороге, опрокинулся состав с цистернами, перевозивший этиленсульфид. Состав состоял из 12 цистерн по 52 т каждая, 4 из которых разлились, образовав слой жидкости высотой 100 мм. На расстоянии 4 км, находится населённый пункт с плотностью населения $3\,782$ чел/км². Метеоусловия: $t_b=0^{\circ}\text{C}$ и $v_b=16$ км/ч, инверсия. Определить потери населения и их структуру через 3 ч после аварии.

28. В результате аварии, произошедшей на жиркомбинате в момент перекачки сжиженного аммиака из железнодорожной цистерны в складской резервуар, ядовитая жидкость попала в атмосферу. В ЗХЗ попали складские помещения и перерабатывающий цех. Определить возможные потери и их структуру через 30 мин после аварии, если рабочая смена перерабатывающего цеха – 48 чел, а на момент аварии в складских помещениях находилось 18 чел. Производственный персонал обеспечен противогазами.

29. Оценить на каком удалении и какой площади через 3 ч после аварии будет сохраняться опасность химического поражения при разрушении хранилища с сероводородом, если в нём имелось 6 ёмкостей по 58 т каждая. Высота поддона 2,7 м, разлив произошёл в поддон. Метеоусловия: $t_b=0^{\circ}\text{C}$ и $v_b=10$ км/ч, изотермия, ветер северный и южный.

30. На участке аммиакопровода произошла авария в 09:15 ч. Величина выброса не установлена. Требуется определить размеры зоны заражения через 2 ч после аварии. Высота вытекшей жидкости 0,12 м. Метеоусловия: $t_b=20^{\circ}\text{C}$ и $v_b=4$ м/с, сплошная облачность, угловой размер зоны заражения 127° .

31. В результате аварии, произошедшей на молкомбинате в момент перекачки сжиженного аммиака из железнодорожной цистерны в складской резервуар, ядовитая жидкость попала в атмосферу. В ЗХЗ попали трамвайные пути и перерабатывающий цех. Определить возможные потери и их структуру через 30 мин после аварии, если рабочая смена перерабатывающего цеха – 150 чел, а на момент аварии по трамвайным путям двигался трамвай с 49 пассажирами. Производственный персонал обеспечен противогазами.

32. ХОО располагается в загородной зоне с численностью населения 440 чел и плотностью населения 120 чел/км². В районе имеется укрытие на 120 чел. На объекте производилась сероводород. В результате аварии в технологическом оборудовании произошёл взрыв, уничтоживший практически весь объект. На момент аварии на объекте имелось 160 т вещества. Определить ожидаемые общие потери населения через 2 ч после аварии. Метеоусловия на момент аварии: изотермия, $t=-20^{\circ}\text{C}$, $v_b=10$ км/ч.

СПИСОК ИСОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник / С. В. Белов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт : ИД Юрайт, 2015. 702 с.
2. Федеральный закон N 116-ФЗ от 21.07.1997 (ред. от 07.03.2017) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" (с изм. и доп., вступ. в силу с 25.03.2017).
3. Федеральный закон №3-ФЗ от 9.01.96 «О радиационной безопасности населения».
4. Федеральный закон №52-ФЗ от 30.03.99 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
5. Нормы радиационной безопасности (НРБ – 99/2009): Гигиенические нормативы. М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 2009.
6. МКРЗ, 1990. Рекомендации Международной комиссии по радиологической защите. Публикация 60 МКРЗ, часть 1. Пределы годового поступления радионуклидов в организм работающих, основанные на рекомендациях 1990 года. Публикация 61 МКРЗ. М.: Энергоатомиздат, 1994. 191 с.
7. МКРЗ, 1990. Рекомендации Международной комиссии по радиологической защите. Публикация 60 МКРЗ, часть 2. М.: Энергоатомиздат, 1994. 207 с.
8. РД 52.04.253-90. «Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте». - М.: Госкомгидромет, 1990.
9. РД 13-418-01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов.
10. ГОСТ 12.4.064-84. ССБТ. Костюмы изолирующие. Общие технические требования и методы испытаний. Введ. 01.01.1985. Изм. 13.07.2017. [Электронный ресурс] [сайт]. URL: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/20738/> (дата обращения 16.11.2017). Загл. с экрана. Яз. Рус.
11. ГОСТ Р 22.0.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий. Введ. 01.01.2017. [Электронный ресурс] [сайт]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200139176>. (дата обращения 16.11.2017). Загл. с экрана. Яз. Рус.
12. ГОСТ Р 22.0.05-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения. Введ. 01.01.1995. [Электронный ресурс] [сайт]. URL: <http://www.vashdom.ru/gost/22005-94/>. (дата обращения 16.11.2017). Загл. с экрана. Яз. Рус.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1 – Коэффициенты пересчета уровней радиации от времени прошедшего с момента ядерного взрыва

t, час	К	t, час	К	t, час	К
0.5	2.3	9	0.072	18	0.031
1	1	10	0.063	20	0.027
2	0.435	11	0.056	22	0.024
3	0.267	12	0.051	24	0.022
4	0.189	13	0.046	26	0.020
5	0.145	14	0.042	28	0.018
6	0.116	15	0.039	32	0.015
7	0.097	16	0.036	36	0.013
8	0.082	17	0.033	48	0.01

Таблица 2 – Коэффициенты пересчета уровней радиации от времени прошедшего с момента аварии (разрушения) АЭС

t, час	К						
0.5	1.32	4.5	0.545	8.5	0.427	16	0.330
1	1	5	0.525	9	0.417	20	0.303
1.5	0.85	5.5	0.508	9.5	0.408	1 сут.	0.282
2	0.76	6	0.490	10	0.400	2 сут.	0.213
2.5	0.7	6.5	0.474	10.5	0.390	3 сут.	0.182
3	0.645	7	0.465	11	0.385	4 сут.	0.162
3.5	0.61	7.5	0.477	11.5	0.377	5 сут.	0.146
4	0.575	8	0.434	12	0.370	6 сут.	0.137

Таблица 3 – Средние значения коэффициента ослабления $K_{осл}$

Наименование укрытий и транспортных средств или условия расположения (действия) формирования ГО (населения)	$K_{осл}$
Открытое расположение на местности	1
ЗАЩИТНЫЕ СОРУЖЕНИЯ	
Зараженные отрытые окопы, щели	3
Дезактивированные или отрытые на зараженной местности окопы	20
Перекрытые щели	50
Противорадиационные укрытия (ПРУ)	100 и более
Убежища	1000 и более
ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА	
Автомобили и автобусы	2
Железнодорожные платформы	1.5
Крытые вагоны	2
Пассажирские вагоны (локомотивы)	3
Транспортные средства с броней	4
ПРОМЫШЛЕННЫЕ И АДМИНИСТРАТИВНЫЕ ЗДАНИЯ	
Промышленные одноэтажные здания (цеха)	6
Производственные и административные трехэтажные здания	7
ЖИЛЫЕ КАМЕННЫЕ ДОМА	
Одноэтажные	10
Подвал	40
Двухэтажные	15
Подвал	100
Трехэтажные	20
Подвал	400
Пятиэтажные	27
Подвал	400
ЖИЛЫЕ ДЕРЕВЯННЫЕ ДОМА	
Одноэтажные	2
Подвал	7
Двухэтажные	8
Подвал	12
РАЙОН РАСПОЛОЖЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЙ	
Район, оборудованный в течение 12-24 ч.	3
24 ч. и более	50
В СРЕДНЕМ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ	
Городского	8
Сельского	4

Таблица 4 – Допустимая продолжительность пребывания людей на радиоактивно-загрязнённой местности при аварии (разрушении) АЭС

T _{пр}	Время выхода (t _{вх}) в заражённый район с момента взрыва, часы													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24
0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
0.3	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
0.4	0.30	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
0.5	0.40	0.35	0.35	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
0.6	0.55	0.45	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
0.7	1.10	0.50	0.50	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
0.8	1.20	1	1	0.55	0.55	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
0.9	1.40	1.10	1.05	1	1	1	1	1	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
1	2	1.25	1.25	1.10	1.10	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1	1	1
1.25	3.15	1.55	1.40	1.30	1.30	1.30	1.25	1.25	1.25	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
1.5	5.10	2.30	2.05	1.55	1.50	1.45	1.45	1.40	1.40	1.40	1.35	1.35	1.35	1.35
2	12	4	3.10	2.45	2.35	2.30	2.25	2.20	2.20	2.15	2.15	2.10	2.10	2.05
2.5	31	6.30	4.30	3.50	3.30	3.15	3.10	3	3	2.55	2.50	2.45	2.45	2.40
3	96.30	10	6.10	5	4.30	4.10	4	3.50	3.45	3.40	3.30	3.25	3.15	3.15
4	-	24	11	8	7	6.15	5.50	5.35	5.20	5.10	5	4.45	4.30	4.25
6	-	-	36	20	15	12	11	10	9.30	9	8.20	7.45	7.15	7
10	-	-	-	100	60	40	30	25	23	21	18	16	14	13

Таблица 5 – Определение времени прошедшего с момента ядерного взрыва или аварии на АЭС

Соотношение уровней радиации P ₂ /P ₁	Время между измерениями, мин		
	15	30	60
	Время, прошедшее после взрыва (аварии) до второго измерения уровня радиации (... ч ... мин)		
0.9	3.00	6.00	12.00
0.8	1.30	3.00	6.00
0.7	1.00	2.00	4.00
0.6	0.45	1.30	3.00
0.5	0.35	1.10	2.20
0.4	-	0.55	1.50
0.3	-	-	1.35
0.2	-	-	1.20

Таблица 6 – Дозы излучения, получаемые личным составом при открытом расположении на следе облака в середине зон, рад

Время начала облучения, $t_{нач}$		ЗОНА А										
		Продолжительность пребывания в зоне, Т										
		минуты			часы							
		10	20	30	1	1,5	2	3	4	5	6	8
минуты	10	23	35	43	58	66	72	80	85	89	92	97
	20	12	20	26	38	45	50	57	63	66	69	74
	30	8	14	19	28	35	40	46	51	55	58	62
часы	1	3.8	7	9.7	16	21	25	30	34	38	40	44
	1.5	2.4	4.5	6.4	11	15	18	23	26	29	32	36
	2	1.7	3.3	4.7	8.5	12	14	18	21	24	26	30
	3	1.1	2.1	3	5.6	7.8	9.7	13	16	18	20	23
	4	-	1.5	2.2	4.1	5.8	7.4	10	12	14	16	19
	5	-	1.2	1.7	3.2	4.6	5.9	8.1	10	12	13	16
	6	-	-	1.4	2.7	3.8	4.9	6.8	8.5	10	11	14
	8	-	-	1	1.9	2.8	3.6	5.1	6.4	7.6	8.7	11

Примечания:

1. Дозы излучения на внутренней границе зоны примерно в 3.2 раза больше, а на внешней – в 3.2 меньше указанных в таблице.

ЗОНА Б

Время начала облучения, $t_{нач}$		Продолжительность пребывания в зоне, Т										
		минуты			часы							
		10	20	30	1	1,5	2	3	4	5	6	8
		минуты	10	130	197	242	323	369	402	445	475	497
20	68		113	146	211	252	281	322	350	371	388	414
30	45		78	104	159	195	221	260	286	306	323	348
часы	1	21	39	55	91	117	138	169	193	211	226	249
	1,5	13	25	36	63	84	101	127	148	164	178	200
	2	9,7	18	27	47	65	79	102	120	135	148	168
	3	6,1	12	17	31	44	55	73	88	100	111	129
	4	4,3	8,4	12	23	33	41	56	69	79	89	105
	5	3,3	6,5	9,6	18	26	33	46	56	66	74	88
	6	2,7	5,3	7,8	15	21	27	38	48	56	63	76
	8	1,9	3,8	5,6	11	16	20	28	36	43	49	60

Примечания:

1. Дозы излучения на внутренней границе зоны примерно в 1.7 раза больше, а на внешней – в 1.7 меньше указанных в таблице.

ЗОНА В

Время начала облучения, $t_{нач}$		Продолжительность пребывания в зоне, Т										
		минуты			часы							
		10	20	30	1	1,5	2	3	4	5	6	8
минуты	10	410	620	760	1010	1160	1260	1400	1490	1560	1620	1700
	20	210	350	460	660	790	880	1010	1100	1170	1220	1300
	30	140	250	330	500	610	700	810	900	960	1010	1090
часы	1	65	120	170	280	370	430	530	610	660	710	780
	1,5	40	80	110	200	260	320	400	460	520	560	630
	2	30	60	85	150	200	250	320	380	420	460	530
	3	20	35	55	100	140	170	230	280	310	350	400
	4	15	25	40	75	100	130	180	220	250	280	330
	5	10	20	30	55	80	100	140	180	210	230	280
	6	8,4	17	25	45	65	85	120	150	180	200	240
	8	6	12	17	35	50	65	90	110	130	150	190

Примечания:

1. Дозы излучения на внутренней границе зоны примерно в 1.8 раза больше, а на внешней – в 1.8 меньше указанных в таблице.

ЗОНА Г

Время начала облучения, $t_{нач}$		Продолжительность пребывания в зоне, Т										
		минуты			часы							
		10	20	30	1	1,5	2	3	4	5	6	8
минуты	10	1300	1970	2420	3230	3690	4020	4450	4750	4970	5150	5410
	20	680	1130	1460	2110	2520	2810	3220	3500	3710	3890	4140
	30	450	780	1040	1590	1950	2210	2590	2860	3060	3230	3480
часы	1	210	390	550	910	1170	1380	1690	1930	2110	2260	2490
	1,5	130	250	360	630	840	1010	1270	1480	1640	1780	1990
	2	95	180	270	470	650	790	1020	1200	1350	1480	1680
	3	60	120	170	310	440	550	730	880	1000	1110	1290
	4	45	85	120	230	330	410	560	690	790	890	1050
	5	35	65	95	180	260	330	460	560	660	740	880
	6	25	50	80	150	210	270	380	480	560	630	760
	8	20	40	55	110	160	200	280	360	430	490	600

Примечания:

1. Дозы излучения на внешней границе зоны примерно в 1.8 раза меньше указанных в таблице.

Таблица 7 – Суммарный выход из строя личного состава ко времени от начала облучения в зависимости от полученной дозы излучения, %

Доза излучения, рад	Время начала облучения, t _{нач}	Продолжительность облучения, T	Время выхода из строя после начала облучения						Смертность
			часы			сутки			
			3	6	12	1	14	30	
100		до 4суток	-	-	-	-	-	единичные случаи	-
125			-	-	-	-	-	5	-
150			-	-	-	-	-	15	-
175	до 4 суток	до 30 мин	1	3	3	3	3	32	-
		1ч	-	3	3	3	3	32	
		2ч	-	1	3	3	3	32	
		3ч	-	-	3	3	3	32	
		6ч	-	-	3	3	3	32	
		12ч	-	-	1	3	3	32	
200		до 20 мин	3	5	5	5	5	50	ед. случаи
		30мин	2	5	5	5	5	50	
		1ч	1	5	5	5	5	50	
		2ч	-	4	5	5	5	50	
		3ч	-	3	5	5	5	50	
		6ч	-	-	5	5	5	50	
12ч	-	-	2	5	5	50			
250	до 1 часа	10мин	8	10	10	10	10	85	10
		20мин	7	10	10	10	10	85	
		30мин	6	10	10	10	10	85	
		1ч	4	10	10	10	10	85	
		2ч	1	9	10	10	10	85	
		3ч	-	7	10	10	10	85	
		6ч	-	4	10	10	10	85	
		12ч	-	2	6	10	10	85	
	2ч	10мин	8	10	10	10	10	85	10
		20мин	7	10	10	10	10	85	
		30мин	6	10	10	10	10	85	
		1ч	4	10	10	10	10	85	
		2ч	1	9	10	10	10	85	
		3ч	-	6	10	10	10	85	
		6ч	-	2	10	10	10	85	
		12ч	-	-	6	10	10	85	
	4ч и более	10мин	8	10	10	10	10	85	10
		20мин	7	10	10	10	10	85	
		30мин	6	10	10	10	10	85	
		1ч	4	10	10	10	10	85	
		2ч	1	9	10	10	10	85	
		3ч	-	6	10	10	10	85	
		6ч	-	1	10	10	10	85	
		12ч	-	-	3	10	10	85	

300	до 30мин	10мин	14	20	20	20	20	100	20
		20мин	13	20	20	20	20	100	
		30мин	12	20	20	20	20	100	
		1ч	10	20	20	20	20	100	
		2ч	5	18	20	20	20	100	
		3ч	2	15	20	20	20	100	
		6ч	1	9	20	20	20	100	
		12ч	-	6	15	20	20	100	
	1ч	10мин	14	20	20	20	20	100	20
		20мин	13	20	20	20	20	100	
		30мин	12	20	20	20	20	100	
		1ч	10	20	20	20	20	100	
2ч		5	18	20	20	20	100		
3ч		-	14	20	20	20	100		
6ч		-	6	20	20	20	100		
12ч		-	2	10	20	20	100		
2ч	10мин	14	20	20	20	20	100	20	
	20мин	13	20	20	20	20	100		
	30мин	12	20	20	20	20	100		
	1ч	10	20	20	20	20	100		
	2ч	5	18	20	20	20	100		
	3ч	-	14	20	20	20	100		
	6ч	-	4	20	20	20	100		
	12ч	-	-	8	20	20	100		
4ч и более	10мин	14	20	20	20	20	100	20	
	20мин	13	20	20	20	20	100		
	30мин	12	20	20	20	20	100		
	1ч	10	20	20	20	20	100		
	2ч	5	18	20	20	20	100		
	3ч	-	4	20	20	20	100		
	6ч	-	2	20	20	20	100		
	12ч	-	-	7	20	20	100		
400	10мин	10мин	32	40	40	40	40	100	40
		20мин	31	40	40	40	40	100	
		30мин	30	40	40	40	40	100	
		1ч	25	40	40	40	40	100	
		2ч	15	37	40	40	40	100	
		3ч	11	33	40	40	40	100	
		6ч	6	22	40	40	40	100	
		12ч	2	16	34	40	40	100	
	20мин	10мин	32	40	40	40	40	100	40
		20мин	31	40	40	40	40	100	
		30мин	30	40	40	40	40	100	
		1ч	25	40	40	40	40	100	
		2ч	15	37	40	40	40	100	
		3ч	10	33	40	40	40	100	
		6ч	3	20	40	40	40	100	
		12ч	1	13	33	40	40	100	

	30мин	10мин	32	40	40	40	40	100	40
		20мин	31	40	40	40	40	100	
		30мин	30	40	40	40	40	100	
		1ч	25	40	40	40	40	100	
		2ч	15	37	40	40	40	100	
		3ч	9	33	40	40	40	100	
		6ч	-	18	40	40	40	100	
		12ч	-	10	30	40	40	100	
	1ч	10мин	32	40	40	40	40	100	40
		20мин	31	40	40	40	40	100	
		30мин	30	40	40	40	40	100	
		1ч	25	40	40	40	40	100	
		2ч	15	37	40	40	40	100	
		3ч	7	33	40	40	40	100	
		6ч	-	15	40	40	40	100	
		12ч	-	7	28	40	40	100	
	2ч	10мин	32	40	40	40	40	100	40
		20мин	31	40	40	40	40	100	
		30мин	30	40	40	40	40	100	
		1ч	25	40	40	40	40	100	
2ч		15	37	40	40	40	100		
3ч		5	33	40	40	40	100		
6ч		-	12	40	40	40	100		
12ч		-	4	23	40	40	100		
4ч и более	10мин	32	40	40	40	40	100	40	
	20мин	31	40	40	40	40	100		
	30мин	30	40	40	40	40	100		
	1ч	23	40	40	40	40	100		
	2ч	15	37	40	40	40	100		
	3ч	4	33	40	40	40	100		
	6ч	-	10	40	40	40	100		
	12ч	-	2	18	40	40	100		
500	10мин	10мин	52	60	60	60	60	100	70
		20мин	51	60	60	60	60	100	
		30мин	50	60	60	60	60	100	
		1ч	45	60	60	60	60	100	
		2ч	30	58	60	60	60	100	
		3ч	22	53	60	60	60	100	
		6ч	14	39	60	60	60	100	
		12ч	10	30	53	60	60	100	
	20мин	10мин	52	60	60	60	60	100	70
		20мин	51	60	60	60	60	100	
		30мин	50	60	60	60	60	100	
		1ч	45	60	60	60	60	100	
		2ч	30	58	60	60	60	100	
		3ч	20	53	60	60	60	100	
		6ч	11	37	60	60	60	100	
		12ч	7	25	49	60	60	100	

	30мин	10мин	52	60	60	60	60	100	70
		20мин	51	60	60	60	60	100	
		30мин	50	60	60	60	60	100	
		1ч	45	60	60	60	60	100	
		2ч	30	58	60	60	60	100	
		3ч	18	53	60	60	60	100	
		6ч	10	35	60	60	60	100	
	12ч	4	22	47	60	60	100		
	1 час	10мин	52	60	60	60	60	100	70
		20мин	51	60	60	60	60	100	
		30мин	50	60	60	60	60	100	
		1ч	45	60	60	60	60	100	
		2ч	30	58	60	60	60	100	
		3ч	16	53	60	60	60	100	
		6ч	5	30	60	60	60	100	
	12ч	1	16	54	60	60	100		
	2 часа	10мин	52	60	60	60	60	100	70
		20мин	51	60	60	60	60	100	
		30мин	50	60	60	60	60	100	
		1ч	45	60	60	60	60	100	
2ч		30	58	60	60	60	100		
3ч		14	53	60	60	60	100		
6ч		2	26	60	60	60	100		
12ч	-	8	38	60	60	100			
4ч и более	10мин	52	60	60	60	60	100	70	
	20мин	51	60	60	60	60	100		
	30мин	50	60	60	60	60	100		
	1ч	45	60	60	60	60	100		
	2ч	30	58	60	60	60	100		
	3ч	11	53	60	60	60	100		
	6ч	1	21	60	60	60	100		
12ч	-	6	35	60	60	100			
600	10мин	10мин	70	80	80	80	85	100	100
		20мин	69	80	80	80	85	100	
		30мин	68	80	80	80	85	100	
		1ч	64	80	80	80	85	100	
		2ч	50	76	80	80	85	100	
		3ч	37	73	80	80	85	100	
		6ч	23	57	80	80	85	100	
	12ч	18	46	69	80	85	100		
	20мин	10мин	70	80	80	80	85	100	100
		20мин	69	80	80	80	85	100	
		30мин	68	80	80	80	85	100	
		1ч	64	80	80	80	85	100	
		2ч	50	76	80	80	85	100	
		3ч	35	72	80	80	85	100	
6ч		18	54	80	80	85	100		
12ч	12	38	67	80	85	100			

	30мин	10мин	70	80	80	80	85	100	100
		20мин	69	80	80	80	85	100	
		30мин	68	80	80	80	85	100	
		1ч	64	80	80	80	85	100	
		2ч	50	76	80	80	85	100	
		3ч	33	72	80	80	85	100	
		6ч	17	52	80	80	85	100	
		12ч	10	33	65	80	85	100	
	1 час	10мин	70	80	80	80	85	100	100
		20мин	69	80	80	80	85	100	
		30мин	68	80	80	80	85	100	
		1ч	64	80	80	80	85	100	
		2ч	50	76	80	80	85	100	
		3ч	27	72	80	80	85	100	
		6ч	11	47	80	80	85	100	
		12ч	3	30	60	80	85	100	
	2 часа	10мин	70	80	80	80	85	100	100
		20мин	69	80	80	80	85	100	
		30мин	68	80	80	80	85	100	
		1ч	64	80	80	80	85	100	
		2ч	50	76	80	80	85	100	
		3ч	24	72	80	80	85	100	
		6ч	6	42	80	80	85	100	
		12ч	1	18	54	80	85	100	
	4ч и более	10мин	70	80	80	80	85	100	100
		20мин	69	80	80	80	85	100	
		30мин	68	80	80	80	85	100	
		1ч	64	80	80	80	85	100	
2ч		50	76	80	80	85	100		
3ч		19	72	80	80	85	100		
6ч		3	36	80	80	85	100		
12ч		-	13	51	80	85	100		

Таблица 8 – Толщина слоя половинного ослабления радиации для различных материалов при радиоактивном заражении

Материал	Плотность, г/см ³	Толщина, см
Вода	1	13
Древесина	0.7	18.5
Грунт	1.6	8.1
Кирпич	1.6	8.1
Железобетон	2.3	5.7
Кладка буртовая	2.4	5.4
Глина утрамбованная	2.06	6.3
Известняк	2.7	4.8
Сталь (броня)	7.8	1.7
Свинец	11.3	1.2

Таблица 9 – Данные для оценки работоспособности облученных людей

Категории работоспособности	Дозы облучения (рад), полученные в течение	
	4 сут.	30 сут.
Полная	мене 50	мене 100
Сохранена	50-200	100-300
Ограничение	200-400	300-500
Существенно ограничена	400-600	500-700

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 1 – Характеристики АХОВ и вспомогательные коэффициенты для определения глубины зоны заражения

№ п/п	АХОВ	Плотность АХОВ т/м ³		Температура кипения, °С	Пороговая токсодоза мг·мин/л	Значения вспомогательных коэффициентов							
		газ	жидкость			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температуры воздуха (°С)				
									-40	-20	0	20	40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Акролеин	-	0.839	52.7	0.2*	0	0.013	3.0	0.1	0.2	0.4	1	2
2	Аммиак												
	хранение под давлением	0.0008	0.681	-33.42	15	0.18	0.025	0.04	0	0.3	0.6	1	1
	изотермическое хранение	-	0.681	-33.42	15	0.01	0.025	0.04	0	1	1	1	1
3	Ацетонитрил	-	0.786	81.6	21.6**	0	0.004	0.028	0.02	0.1	0.3	1	2
4	Ацетонциангидрин	-	0.932	120	1.9**	0	0.002	0.316	0	0	0.3	1	1
5	Водород мышьяковистый	0.0035	1.64	-62.47	0.2**	0.17	0.054	3.0	0.3	0.5	0.8	1	1
6	Водород фтористый	-	0.989	19.52	4	0	0.028	0.15	0.1	0.2	0.5	1	1
7	Водород хлористый	0.0016	1.191	-85.10	2	0.28	0.037	0.30	0.4	0.6	0.8	1	1
8	Водород бромистый	0.0036	1.490	-66.77	2.4*	0.13	0.055	0.25	0.3	0.5	0.8	1	1
9	Водород цианистый	-	0.687	25.7	0.2	0	0.026	3.0	0	0	0.4	1	1
10	Диметиламин	0.0020	0.680	6.9	1.2*	0.06	0.041	0.5	0	0	0	1	2
11	Метиламин	0.0014	0.699	-6.5	1.2*	0.13	0.034	0.5	0	0	0.3	1	1
12	Метил бромистый	-	1.732	3.6	1.2*	0.04	0.039	0.5	0	0	0	1	2
13	Метил хлористый	0.0023	0.983	-23.76	10.8**	0.125	0.044	0.056	0	0.1	0.6	1	1
14	Метилакрилат	-	0.953	80.2	6*	0	0.005	0.1	0.1	0.2	0.4	1	3
15	Метилмеркаптан	-	0.867	5.95	1.7	0.06	0.043	0.353	0	0	0	1	2
16	Нитрил акриловой кислоты	-	0.806	77.3	0.75	0	0.007	0.80	0.04	0.1	0.4	1	2
17	Окислы азота	-	1.491	21.0	1.5	0	0.040	0.40	0	0	0.4	1	1
18	Окись этилена	-	0.882	10.7	2.2**	0.05	0.041	0.27	0	0	0	1	3
19	Сернистый ангидрид	0.0029	1.462	-10.1	1.8	0.11	0.049	0.333	0	0	0.3	1	1
20	Сероводород	0.0015	0.964	-60.35	16.1	0.27	0.042	0.036	0.3	0.5	0.8	1	1
21	Серовуглерод	-	1.263	46.2	45	0	0.021	0.013	0.1	0.2	0.4	1	2

22	Соляная кислота (концентрированная)	-	1.198	-	2	0	0.021	0.30	0	0.10
23	Триметиламин	-	0.671	2.9	6*	0.07	0.047	0.1	0	0
24	Формальдегид	-	0.815	-19.0	0.6*	0.19	0.034	1.0	0	0
25	Фосген	0.0035	1.432	8.2	0.6	0.05	0.061	1.0	0	0
26	Фтор	0.0017	1.512	-188.2	0.2*	0.95	0.038	3.0	0.7	0.8
27	Фосфор треххлористый	-	1.570	75.3	3	0	0.010	0.2	0.1	0.2
28	Фосфора хлорокись	-	1.675	107.2	0.06*	0	0.003	10.0	0.05	0.10
29	Хлор	0.0032	1.553	-34.1	0.6	0.18	0.052	1.0	0	0.3
30	Хлорпикрин	-	1.658	112.3	0.02	0	0.002	30.0	0.03	0.10
31	Хлорциан	0.0021	1.220	12.6	0.75	0.04	0.048	0.80	0	0
32	Этиленимин	-	0.838	55.0	4.8	0	0.009	0.125	0.05	0.10
33	Этиленсульфид	-	1.005	55.0	0.1*	0	0.013	6.0	0.05	0.10
34	Этилмеркаптан	-	0.839	35	2.2**	0	0.028	0.27	0.1	0.20

Примечания:

1. Плотности газообразных АХОВ в графе 3 приведены для атмосферного давления; при давлении в емкости, отличном от атмосферного, плотности определяются путем умножения данных графы 3 на значение давления в атмосферах (1 атм = 760 мм рт. ст.).

2. Значения K_7 в графах 10 - 14 в числителе приведены для первичного, в знаменателе - для вторичного облака.

3. В графе 6 численные значения токсодоз, помеченные звездочками, определены ориентировочно по соотношению: $D = 240 \cdot K \cdot ПДК_{рз}$, где D - токсодоза, мг·мин/л; $ПДК_{рз}$ - ПДК рабочей зоны (мг/л) по ГОСТ 12.1.005-88; $K = 5$ для раздражающих ядов (помечены одной звездочкой); $K = 9$ для всех прочих ядов (помечены двумя звездочками).

4. Значения K_1 для изотермического хранения аммиака приведено для случая разлива (выброса) в поддон

Таблица 2 – Глубина (км) зоны заражения

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ, т								
	0.01	0.05	0.1	0.5	1	3	5	10	20
1 и менее	0.38	0.85	1.25	3.16	4.75	9.18	12.53	19.20	29.56
2	0.26	0.59	0.84	1.92	2.84	5.35	7.20	10.83	16.44
3	0.22	0.48	0.68	1.53	2.17	3.99	5.34	7.96	11.94
4	0.19	0.42	0.59	1.33	1.88	3.28	4.36	6.46	9.62
5	0.17	0.38	0.53	1.19	1.68	2.91	3.75	5.53	8.19
6	0.15	0.34	0.48	1.09	1.53	2.66	3.43	4.88	7.20
7	0.14	0.32	0.45	1.00	1.42	2.46	3.17	4.49	6.48
8	0.13	0.30	0.42	0.94	1.33	2.30	2.97	4.20	5.92
9	0.12	0.28	0.40	0.88	1.25	2.17	2.80	3.96	5.60
10	0.12	0.26	0.38	0.84	1.19	2.06	2.66	3.76	5.31
11	0.11	0.25	0.36	0.80	1.13	1.96	2.53	3.58	5.06
12	0.11	0.24	0.34	0.76	1.08	1.88	2.42	3.43	4.85
13	0.10	0.23	0.33	0.74	1.04	1.80	2.37	3.29	4.66
14	0.10	0.22	0.32	0.71	1.00	1.74	2.24	3.17	4.49
15 и более	0.10	0.22	0.31	0.69	0.97	1.68	2.17	3.07	4.34

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ, т								
	30	50	70	100	300	500	700	1000	2000
1 и менее	38.13	52.67	65.23	81.91	166	231	288	363	572
2	21.02	28.73	35.35	44.09	87.79	121	150	189	295
3	15.18	20.59	25.21	31.30	61.47	84.50	104	130	202
4	12.18	16.43	20.05	24.80	48.18	65.92	81.17	101	157
5	10.33	13.88	16.89	20.82	40.11	54.67	67.15	83.60	129
6	9.06	12.14	14.79	18.13	34.67	47.09	56.72	71.70	110
7	8.14	10.87	13.17	16.17	30.73	41.63	50.93	63.16	96.30
8	7.42	9.90	11.98	14.68	27.75	37.49	45.79	56.70	86.20
9	6.86	9.12	11.03	13.50	25.39	34.24	41.76	51.60	78.30
10	6.50	8.50	10.23	12.54	23.49	31.61	38.50	47.53	71.90
11	6.20	8.01	9.61	11.74	21.91	29.44	35.81	44.15	66.62
12	5.94	7.67	9.07	11.06	20.58	27.61	35.55	41.30	62.20
13	5.70	7.37	8.72	10.48	19.45	26.04	31.62	38.90	58.44
14	5.50	7.10	8.40	10.04	18.46	24.69	29.95	36.81	55.20
15 и более	5.31	6.86	8.11	9.70	17.60	23.50	28.48	34.98	52.37

Таблица 3 – Значение коэффициента K_4 в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
K_4	1	1.33	1.67	2.0	2.34	2.67	3.0	3.34	3.67	4.0	5.68

Таблица 4 – Определение степени вертикальной устойчивости атмосферы по прогнозу погоды

Скорость ветра, м/с	Ночь		Утро		День		Вечер	
	ясно, переменная облачность	сплошная облачность						
< 2	ин	из	из (ин)	из	к (из)	из	ин	из
2 - 3,9	ин	из	из (ин)	из	из	из	из (ин)	из
> 4	из	из	из	из	из	из	из	из

Примечания: 1. Обозначения: ин - инверсия; из - изотермия; к - конвекция; буквы в скобках - при снежном покрове.

2. Под термином «утро» понимается период времени в течение 2 ч после восхода солнца; под термином «вечер» - в течение 2 ч после захода солнца. Период от восхода до захода солнца за вычетом двух утренних часов - день, а период от захода до восхода солнца за вычетом двух вечерних часов - ночь.

3. Скорость ветра и степень вертикальной устойчивости воздуха принимаются в расчетах на момент аварии.

Таблица 5 – Скорость (км/ч) переноса переднего фронта облака зараженного воздуха в зависимости от скорости ветра

Состояние атмосферы (степень вертикальной устойчивости)	Скорость ветра, м/с														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Инверсия	5	10	16	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Изотермия	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	76	82	88
Конвекция	7	14	21	28											

Таблица 6 – Угловые размеры зоны возможного заражения АХОВ в зависимости от скорости ветра

u м/с	< 0.5	0.6 - 1	1.1 - 2	> 2
φ °	360	180	90	45

Таблица 7 – Коэффициент защищенности производственного персонала от АХОВ при использовании различных укрытий и средств индивидуальной защиты

Место пребывания или применяемые средства защиты	Время пребывания, ч				
	0.25	0.5	1	2	3-4
Открыто на местности	0	0	0	0	0
В транспорте	0.95	0.75	0.41	-	-
В производственных помещениях с коэффициентом кратности воздухообмена:	0.5	0.97	0.87	0.68	0.38
	1.0	0.67	0.52	0.30	0.13
	2.0	0.18	0.08	0.04	0
В убежищах: с режимом регенерации воздуха без режима регенерации воздуха	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	0
В средствах индивидуальной защиты органов дыхания (промышленных противогазах)	0.95	0.8	0.5	0	0

Таблица 8 – Время испарения некоторых АХОВ, ч (скорость ветра 1 м/с)

АХОВ	Вид хранилища	
	Необвалованное	Обвалованное
Аммиак	1.2	20
Хлор	1.3	22

Таблица 9 – Поправочные коэффициенты на ветер

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6
	Поправочные коэффициенты	1	0.7	0.55	0.43	0.37

Таблица 10 – Возможные потери рабочих, служащих и населения от АХОВ в очаге поражения, %

Условия нахождения людей	Без противогазов	Обеспеченность людей противогазами, %								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
На открытой местности	90-100	75	65	58	50	40	35	25	18	10
В простейших укрытиях, зданиях, сооружениях	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4

Примечание: Ориентировочная структура потерь людей в очаге поражения составит: легкой степени - 25%, средней и тяжелой степени (с выходом из строя не менее чем на 2-3 недели и нуждающихся в госпитализации) - 40%, со смертельным исходом - 35%.

Таблица 11 – Средняя скорость переноса зараженного облака, м/с

Скорость ветра, м/с	Инверсия		Изотермия		Конвекция	
	R < 10 км	R > 10 км	R < 10 км	R > 10 км	R < 10 км	R > 10 км
1	2.0	2.2	1.5	2.0	1.5	1.8
2	4.0	4.5	3.0	4.0	3.0	3.5
3	6.0	7.0	4.5	6.0	4.5	5.0
4	-	-	6.0	8.0	-	-
5	-	-	7.5	10	-	-
6	-	-	9.0	12	-	-