



**Некоммерческое  
акционерное  
общество**

**АЛМАТИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ЭНЕРГЕТИКИ И  
СВЯЗИ ИМЕНИ  
ГУМАРБЕКА  
ДАУКЕЕВА**

Кафедра инженерной  
экологии и безопасности  
труда

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ, ХИМИЧЕСКАЯ И РАДИАЦИОННАЯ  
БЕЗОПАСНОСТЬ**

Методические указания к выполнению расчетно-графических работ для  
бакалавров направления  
В094 – Санитарно-профилактические мероприятия

Алматы 2022

СОСТАВИТЕЛЬ: Н. Г. Приходько. Биологическая, химическая и радиационная безопасность. Методические указания к выполнению расчетно-графических работ для направления В094 – Санитарно-профилактические мероприятия. – Алматы: АУЭС, 2022. – 41 с.

Методические указания содержат теоретический материал и варианты заданий для выполнения расчетно-графических работ в соответствии с программой курса. Приведенный в указаниях теоретический материал вполне достаточен для понимания сути заданий и выполнения расчетно-графических работ.

Ил. 1, табл. 11, прил. 2, библиогр. – 5 назв.

Рецензент:

Аршидинов М.

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинский университет энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева» на 2022 г.

© НАО «Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева», 2022 г.

# Оценка надёжности защиты производственного персонала от радиации в чрезвычайных ситуациях (РГР 1)

## 1. Теоретический материал

В настоящее время уровень международного общения претерпевает существенные изменения не в лучшую сторону. Присутствуют локальные войны в ряде регионов Земли. Также в ряде развитых стран накоплен значительный арсенал вооружений, включая ядерное, химическое и бактериологическое оружие. К тому же присутствие атомных электростанций в ряде государств, объектов по производству химических веществ, биологических лабораторий, использующих достижения науки в гражданских целях, создаёт угрозу для населения в случае аварии или террористических актов. Поэтому разработка мероприятий и средств защиты населения при чрезвычайных ситуациях приобретает в настоящее время первостепенное значение.

По принятой схеме планируются и проводятся в комплексе три основных способа защиты: укрытие населения в защитных сооружениях; эвакуация рабочих и служащих предприятий, учреждений и организаций; использование населением средств индивидуальной защиты. Способ защиты определяется сложившейся обстановкой и наличием времени для проведения защитных мероприятий. Сроки проведения защитных мероприятий могут быть крайне ограниченными, поэтому, прежде всего, необходимо укрытие населения в защитных сооружениях по месту его пребывания – на работе, учёбе, по месту жительства.

Защитные сооружения (ЗС) – это сооружения, предназначенные для защиты населения от оружия массового поражения, а также от воздействия вторичных факторов при ядерных взрывах и применении обычных средств поражения. В зависимости от защитных свойств эти сооружения подразделяются на убежища, противорадиационные и простейшие укрытия.

Убежище – это сооружение, обеспечивающее надёжную защиту людей от воздействия поражающих факторов оружия массового поражения. Надёжность защиты достигается за счет прочности конструкций и перекрытий, а также создания санитарно-гигиенических условий, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность людей в убежище.

Убежище состоит из основных и вспомогательных помещений. К основным относятся помещения, в которых укрываются люди, а также тамбуры, шлюзы, а к вспомогательным – фильтровентиляционные камеры, дизельные электростанции, медицинская комната, санитарные узлы и др.

Помещения для размещения укрываемых рассчитываются на определенное количество людей: на одного человека предусматривается не менее 0,5 м<sup>2</sup> площади пола и 1,5 м<sup>3</sup> внутреннего объема. В помещениях оборудуются двух- или трехъярусные нары-скамейки для сидения (на первом ярусе) и лежания (на втором и третьем ярусах). По месту размещения убежища могут быть встроенными и отдельно стоящими. Наиболее распространены встроенные убежища. Под них используют подвальные или полуподвальные

этажи производственных, общественных и жилых зданий. При невозможности устройства встроенных убежищ допускается строительство отдельно стоящих заглубленных убежищ. Такие убежища полностью или частично заглублены и осыпаны сверху и с боков грунтом. Отдельно стоящие убежища располагаются на расстоянии от зданий и сооружений, равном их высоте.

Каждое убежище имеет не менее двух входов, расположенных в противоположных сторонах с учетом направления движения основных потоков укрываемых, а встроенные убежища должны иметь и аварийный выход. Входы в убежища оборудуются в виде двух шлюзовых камер (тамбуров), отделенных от основного помещения и перегороженных между собой герметическими дверями. Снаружи входа размещается прочная защитно-герметическая дверь.

Убежище оборудуется различными инженерными системами: воздухооборудования, водоснабжения, электроснабжения, связи и др.

В фильтровентиляционной камере размещается фильтровентиляционный агрегат ФВА-49 (ФВК-1, -2). Он обеспечивает вентиляцию помещений убежища и очистку наружного воздуха от радиоактивных и отравляющих веществ, а также бактериальных средств.

Система фильтровентиляции может работать в трех режимах: чистой вентиляции, фильтровентиляции и регенерации. Режим чистой вентиляции применяется в том случае, когда воздух загрязнен радиационной пылью. Второй режим применяется для очистки воздуха от отравляющих и сильнодействующих ядовитых веществ, а также бактериальных средств. Третий режим применяется в случае попадания убежища в очаг пожара. При этом для защиты людей используется воздух, имеющийся в убежище, обогащенный кислородом.

Подача воздуха осуществляется по воздуховодам с помощью вентилятора. Количество наружного воздуха, подаваемого в убежище по режиму чистой вентиляции, определяется в зависимости от температуры воздуха и может быть от 7 до 20 м<sup>3</sup>/ч, а по режиму фильтровентиляции – от 2 до 8 м<sup>3</sup>/ч на каждого укрываемого человека.

Помещение для дизельной электростанции располагается у наружной стены укрытия, а от других помещений отделяется несгораемой стеной (перегородкой) с пределом огнестойкости 1 ч.

Водоснабжение и канализация убежища осуществляются на базе общих водопроводных и канализационных сетей. Кроме этого, в убежище предусматривается создание аварийных запасов воды. Минимальный запас воды в емкостях создают из расчета 6 л для питья и 4 л для санитарно-гигиенических потребностей на каждого укрываемого на весь расчетный срок пребывания.

Электроснабжение осуществляется от внешней электросети, а при необходимости и от защищенной дизельной электростанции. На случай нарушения электроснабжения в убежище предусматривается аварийное освещение от переносных электрических фонарей, сухих батарей и других источников.

Убежище должно иметь телефонную связь с пунктом управления объекта и репродуктор, подключенный к радиотрансляционной сети.

Отопление в убежище осуществляется от общей отопительной системы здания. Для регулирования температуры и отключения отопления в отопительной системе устанавливают запорную арматуру.

В помещении убежища размещаются дозиметрические приборы, приборы радиационной и химической разведки, защитная одежда, средства тушения пожара и аварийного освещения, санитарное имущество.

В качестве показателя надежности защиты рабочих и служащих объекта с использованием ЗС принимают коэффициент надежности защиты ( $K_{н.з}$ ). Он показывает, какая часть производственного персонала обеспечивается надежной защитой при ожидаемых максимальных параметрах поражающих факторов ядерного взрыва.

Определение надежности защиты производственного персонала производится в следующей последовательности.

1. Оценивается инженерная защита рабочих и служащих объекта. Показателем инженерной защиты является коэффициент  $K_{инж.з}$ . Он показывает, какая часть производственного персонала работающей смены может укрыться своевременно в ЗС объекта с требуемыми защитными свойствами и системами жизнеобеспечения, позволяющими укрывать людей в течение установленного срока:

$$K_{инж.з} = N_{инж.з} / N, \quad (1)$$

где  $N_{инж.з}$  – суммарное количество укрываемых людей в установленные сроки в ЗС с требуемыми защитными свойствами и системами жизнеобеспечения;

$N$  – общая численность рабочих и служащих, подлежащих укрытию.

2. Определяется возможность своевременного доведения сигналов оповещения ГО до рабочих и служащих. Показателем надежности защиты производственного персонала с учетом оповещения является коэффициент  $K_{оп}$ :

$$K_{оп} = N_{оп} / N, \quad (2)$$

где  $N_{оп}$  – количество рабочих и служащих, своевременно оповещаемых из числа укрываемых в убежище.

3. Оценивается обученность производственного персонала способам защиты в чрезвычайных ситуациях (ЧС) и правилам действия по сигналам оповещения гражданской обороны (ГО). В качестве показателя, характеризующего подготовленность объекта к защите производственного персонала в зависимости от обученности людей, принимается коэффициент  $K_{обуч}$ :

$$K_{обуч} = N_{обуч} / N, \quad (3)$$

где  $N_{обуч}$  – количество рабочих и служащих, обученных способам защиты и правилам действия по сигналам оповещения ГО, из числа своевременно укрываемых в

убежищах.

4. Определяется готовность убежищ к приему укрываемых. Для этого определяется время, в течение которого убежища, используемые в мирное время в хозяйственных целях, могут быть подготовлены к приему укрываемых (освобождены от постороннего имущества, проверены на герметичность и функционирование всех систем жизнеобеспечения и т. д.).

Сравнение фактического времени подготовки убежища  $T_{г.факт.}$  с требуемым  $T_{г.треб.}$  определяет готовность убежища к приему укрываемых. Для оценки надежности защиты в расчет принимаются только те ЗС, для которых выполняется условие:

$$T_{г.факт.} / T_{г.треб.} \leq 1. \quad (4)$$

Показателем, характеризующим надежность защиты персонала в зависимости от готовности ЗС является коэффициент:

$$K_{гот.} = M_{гот.} / N, \quad (5)$$

где  $M_{гот.}$  – количество мест в убежищах с требуемыми защитными свойствами и системами жизнеобеспечения, время готовности которых не превышает установленного.

5. Анализируются результаты оценки надежности по всем четырем частным показателям. На основе анализа определяется коэффициент надежности защиты рабочих и служащих объекта  $K_{нз}$ . Коэффициент надежности защиты  $K_{нз}$  выбирается по минимальному значению из частных показателей  $K_{инжз.}$ ,  $K_{оп.}$ ,  $K_{обуч.}$ ,  $K_{гот.}$ .

Значения показателей  $K_{оп.}$ ,  $K_{обуч.}$ ,  $K_{гот.}$  во многом зависят от состава и уровня организационных мероприятий, проводимых руководящим составом и штабом ГО объекта. Выбор путей повышения этих показателей является скорее организационной и тактической задачей, нежели инженерной. Так, низкое значение  $K_{оп.}$  обусловлено несовершенством системы оповещения рабочих и служащих,  $K_{обуч.}$  – неподготовленностью персонала,  $K_{гот.}$  – неготовностью убежищ к приему укрываемых.

Коэффициенты  $K_{оп.}$ ,  $K_{обуч.}$  и  $K_{гот.}$  могут быть рассчитаны только на базе сведений по конкретному объекту. В дальнейшем, решая задачу оценки коэффициента надежности защиты  $K_{нз}$ , показатели  $K_{оп.}$ ,  $K_{обуч.}$  и  $K_{гот.}$  будем считать заданными. Поэтому решение задачи по оценке  $K_{нз}$  будет сводиться к оценке инженерной защиты производственного персонала, т. е. к определению  $K_{инжз.}$ .

Оценка инженерной защиты рабочих и служащих на объекте заключается в определении показателей, характеризующих способность ЗС обеспечить надежную защиту людей. Это возможно при выполнении следующих основных условий: общая вместимость ЗС на объекте позволяет укрывать работающий персонал; защитные свойства ЗС соответствуют требуемым, т. е. обеспечивают защиту людей от избыточного давления ударной волны и радиационных

излучений, ожидаемых на объекте при ядерном взрыве; системы жизнеобеспечения ЗС обеспечивают жизнедеятельность укрываемых в течение установленного срока; размещение ЗС относительно мест работы позволяет людям укрыться по сигналам оповещения ГО в установленные сроки. На основании данной оценки намечаются меры по повышению надежности защиты производственного персонала.

Для оценки защиты рабочих и служащих объекта необходимо иметь следующие исходные сведения:

- удаление объекта от вероятной точки прицеливания  $R$ , км;
- ожидаемая мощность ядерного боеприпаса  $q$ , кт, и вид взрыва;
- вероятное максимальное отклонение боеприпаса от точки прицеливания  $R_{отк}$ , км;
- данные о среднем ветре:  $V_{с.в.}$  – скорость среднего ветра, преобладающего в районе расположения объекта, км/ч; направление среднего ветра (принимается самое неблагоприятное в сторону объекта);
- общее количество рабочих и служащих, подлежащих укрытию;
- распределение рабочих и служащих по участкам работ и их удаление от ЗС;
- характеристики ЗС: типы ЗС (убежище, противорадиационное укрытие (ПРУ)); избыточное давление, которое выдерживают конструкции сооружения ( $P_{ф.заш.}$ ); коэффициент ослабления радиации  $K_{осл}$  ограждающих конструкций, сооружения или материала и толщина каждого защитного слоя перекрытия; основные и вспомогательные помещения и их размеры (площадь, высота); тип и состав элементов воздухообеспечения; объем резервных емкостей систем водо- и электроснабжения;
- климатическая зона (I, II, III, IV) района расположения объекта.

Оценка инженерной защиты производственного персонала проводится по этапам, методика которых приведена в подразделах 1.1–1.4.

### 1.1 Оценка защитных сооружений по вместимости

Вместимость ЗС объекта определяется в соответствии с нормами объемнопланировочных решений. Помещения для укрываемых строятся из расчета, чтобы на одного укрываемого приходилось  $S_1 = 0,5$  м<sup>2</sup> площади пола при двухъярусном и  $S_1 = 0,4$  м<sup>2</sup> – при трехъярусном расположении нар. Нижний ярус – для сидения из расчета 0,45х0,45 м на человека и верхний – для лежания из расчета 0,55х1,8 м на человека. При длине нар 180 см число мест для лежания составляет 20% вместимости убежища при двухъярусном расположении нар и 30% – при трехъярусном. Двухъярусные нары устанавливаются при высоте помещения от 2,15 до 2,9 м, трехъярусные – при высоте более 2,9 м. Внутренний объем помещения  $V_1$  должен быть не менее 1,5 м<sup>3</sup> на укрываемого. При определении объема помещения на одного укрываемого учитывается объем всех помещений в зоне герметизации  $V_0$ .

С учетом изложенного возможность укрытия наибольшей работающей смены оценивается в следующей последовательности:

1. Рассчитывается количество мест для укрываемых  $M$  на имеющейся площади

$S_n$ , исходя из установленных норм на одного человека  $S_1$ :

$$M = S_n / S_1. \quad (6)$$

2. Проверяется соответствие объема помещений в зоне герметизации на одного укрываемого. Для этого рассчитывается объем всех помещений в зоне герметизации  $V_o$  по общей площади всех помещений в зоне  $S_o$  и высоте помещения  $h_{вл.}$ :

$$V_o = S_o \cdot h_{вл.} \quad (7)$$

Тогда объем помещений, приходящийся на одного укрываемого:

$$V_1 = V_o / M. \quad (8)$$

Если  $V_1 \geq 1,5$  м<sup>3</sup>/чел, то расчетная вместимость  $M$  принимается за фактическую вместимость ЗС.

3. Определяется необходимое количество нар: при установке двухъярусных нар  $N = M/5$  и при установке трехъярусных нар  $N = M/6$ .

4. Определяется показатель  $K_{вм}$ , характеризующий защитное сооружение по вместимости:

$$K_{вм} = M/N, \quad (9)$$

где  $N$  – численность персонала, подлежащего укрытию.

По результатам расчетов делается вывод о возможности укрытия рабочих и служащих объекта в ЗС.

## 1.2 Оценка защитных сооружений по защитным свойствам

На этом этапе определяются защитные свойства ЗС и оценивается возможность надежной защиты укрываемых людей от воздействия избыточного давления ударной волны и радиационных излучений, ожидаемых на объекте. Оценка возможностей надежной защиты людей в сооружении проводится в следующей последовательности.

1. Определяются требуемые защитные свойства ЗС  $\Delta P_{ф.треб.}$  и  $K_{осл.треб.}$ :

а) требуемая прочность ЗС по ударной волне  $\Delta P_{ф.треб.}$  должна соответствовать максимальному значению избыточного давления  $\Delta P_{ф.мак.}$ , ожидаемого на объекте, т. е.  $\Delta P_{ф.треб.} = \Delta P_{ф.мак.}$ . Значение избыточного давления во фронте ударной волны  $\Delta P_{ф.мак.}$  определяется по Приложению 1 (табл. 1.1).

Для этого рассчитывается минимальное расстояние  $R_x$  от вероятного центра взрыва из соотношения:

$$R_x = R_T - R_{отк}, \quad (10)$$

где  $R_T$  – удаление объекта от вероятной точки прицеливания, км;

$R_{отк}$  – вероятное максимальное отклонение боеприпаса от точки прицеливания.

Избыточное давление ударной волны выражают во внесистемных единицах кгс/см<sup>2</sup>, учитывая, что 1 кгс/см<sup>2</sup> = 100 кПа;

б) требуемый коэффициент ослабления радиации от радиоактивного заражения  $K_{\text{осл.рз.треб}}$  определяют по формуле:

$$K_{\text{осл.рз.треб}} = D_{\text{рз.мах}}/D_{\text{доп}} = 5P_{1\text{мах}}(t_{\text{н}}^{-0,2} - t_{\text{к}}^{-0,2})/50, \quad (11)$$

где  $D_{\text{рз.мах}}$  – максимальная доза на открытой местности за 4 сут;

$P_{1\text{мах}}$  – максимальный уровень радиации на 1 ч после взрыва, ожидаемый на объекте и определяемый по Приложению 1 (табл. 1.2);

$D_{\text{доп}}$  – предельно допустимая доза однократного облучения (50 Р) за 4 сут (96 ч) с момента заражения местности радиоактивными веществами;

$t_{\text{н}}$  – время заражения относительно момента взрыва (ч), определяется из выражения:

$$t_{\text{н}} = R_{\text{ж}}/V_{\text{с.в.}} + t_{\text{вып.}} \quad (12)$$

Здесь  $V_{\text{с.в.}}$  – скорость ветра;

$t_{\text{вып.}}$  – время выпадения радиоактивных веществ (в среднем можно принять равным 1 ч);

$t_{\text{к}}$  – время окончания заражения, ч, рассчитываемое из соотношения:

$$t_{\text{к}} = t_{\text{н}} + 96 \text{ ч.}$$

Если в районе расположения объекта ожидается действие проникающей радиации, то ее дозу необходимо рассчитывать (см. Прил. 1, табл. 1.3) путем суммирования с величиной  $D_{\text{рз.мах}}$ .

2. Определяется защитное свойство ЗС от действия ударной волны, т. е. избыточное давление  $P_{\text{ф.защ}}$ , на которое рассчитаны элементы конструкций ЗС. Значение  $P_{\text{ф.защ}}$  приводится в характеристике ЗС.

3. Определяется защитное свойство ЗС от радиационного излучения, т. е. коэффициент ослабления радиации  $K_{\text{осл.защ.}}$ . Он приводится в характеристике ЗС или может быть получен расчетным путем:

$$K_{\text{осл.защ.}} = K_{\text{р}} \cdot \Pi 2^{hi/d_i}, \quad (13)$$

где  $K_{\text{р}}$  – коэффициент, учитывающий расположение убежища, определяемый по Приложению 1 (табл. 1.4);

$n$  – число защитных слоев материалов перекрытия ЗС;

$h_i$  – толщина  $i$ -го защитного слоя;

$d_i$  – толщина  $i$ -го слоя половинного ослабления радиации, см (определяется по Прил. 1, табл. 1.5).

4. Выбираются защитные сооружения, у которых защитные свойства не ниже требуемых. Определяется показатель  $K_{\text{з.т.}}$ , характеризующий инженерную

защиту рабочих и служащих объекта по защитным свойствам:

$$K_{з.т.} = N_{з.т.}/N,$$

где  $N_{з.т.}$  – количество укрываемых в защитных сооружениях с защитными свойствами не ниже требуемых;

$N$  – количество рабочих и служащих, подлежащих укрытию.

В выводах указывается, какие ЗС не соответствуют требованиям по защитным свойствам и какие мероприятия необходимо провести по повышению их защитных свойств.

### 1.3 Оценка систем жизнеобеспечения защитных сооружений

Для обеспечения жизнедеятельности укрываемых ЗС оборудуются системами воздухообеспечения, водоснабжения, электроснабжения и другими, оценка которых производится отдельно.

1. *Оценка системы воздухообеспечения.* Расчет оборудования этой системы ведется обычно для двух режимов работы: чистой вентиляции (режим I) и фильтровентиляции (режим II).

Количество наружного воздуха, которое должно подаваться в убежище, принимается: по режиму I – 8, 10, 11 и 13 м<sup>3</sup>/ч на одного человека при температуре наружного воздуха соответственно до 20 °С (I климатическая зона), 20...25 °С (II зона), 25.. 30 °С (III зона) и более 30 °С (IV зона), по режиму II – 2 м<sup>3</sup>/ч на одного укрываемого.

Для воздухообеспечения убежищ применяются фильтровентиляционные комплекты ФВК-1 и ФВК-2. ФВК-1 обеспечивает I и II режимы вентиляции, ФВК-2 – все три режима вентиляции: в режиме I – 1200 м<sup>3</sup> воздуха в час, в режиме II – 300 м<sup>3</sup>/ч. При недостаточной подаче воздуха вышеуказанными комплектами предусматривается установка дополнительных электроручных вентиляторов ЭРВ-72-2 (расчетная подача воздуха 900–1300 м<sup>3</sup>/ч) или ЗРВ-72-3 (подача воздуха 1300–1800 м<sup>3</sup>/ч).

Определяется количество укрываемых, которое система может обеспечить очищенным воздухом,  $N_{о.возд}$  в режимах I(II), исходя из норм WI(II) подачи воздуха на одного человека в час:

$$N_{о.возд.} I(II) = W_o I(II)/WI(II) \quad (14)$$

где  $W_o I(II)$  – общая производительность системы в заданном режиме, м<sup>3</sup>/ч; WI(II) – норма подачи воздуха на одного человека в час, м<sup>3</sup>/(ч·чел). При необходимости система воздухообеспечения оценивается также по режиму III и делаются выводы о ее возможностях.

2. *Оценка системы водоснабжения.* Для этого определяется запас воды в имеющихся емкостях  $W_{з.вод}$ , сут·л, размещенных в ЗС. Рассчитывается возможность системы по количеству укрываемых  $N_{о.вод}$ , чел., обеспечиваемых водой в течение заданного срока  $C$ , сут, исходя из установленной нормы (3 л)

на одного укрываемого в сутки  $W_{\text{вод}}$ , л/чел.:

$$N_{\text{о.вод}} = W_{\text{з.вод}} / (W_{\text{вод}} \cdot C). \quad (15)$$

По результатам расчета делаются соответствующие выводы.

3. *Оценка системы электроснабжения.* Электроснабжение ЗС обеспечивается от сети предприятия (города). Оценивая систему электроснабжения, важно изыскать источники, которые обеспечат работу ЗС в аварийном режиме, т. е. при отключении электросети. Аварийными источниками в больших ЗС являются дизельные электростанции, а в малых и средних – аккумуляторные батареи, электрические фонари и др.

На основании частных оценок систем жизнеобеспечения выводится общая оценка по минимальному показателю (коэффициенту)  $K_{\text{ж о}}$  одной из систем:

$$K_{\text{ж о}} = N_{\text{ж о}} / N, \quad (16)$$

где  $N_{\text{ж о}}$  л. – наименьшее количество укрываемых людей.

### **1.3 Оценка защитных сооружений по своевременному укрытию производственного персонала**

Для оценки ЗС по своевременному укрытию производственного персонала необходимо знать:

- а) расстояние до рабочих участков относительно ЗС и количество человек, работающих на них;
- б) время на укрытие рабочих (не более 8 мин).

При этом расстояние 100 м человек ускоренным шагом проходит в среднем за 2 мин; на то, чтобы зайти в ЗС и занять в нем место, требуется 2 мин.

Имея сведения по пунктам а) и б), оценка ЗС по своевременному укрытию персонала производится в следующей последовательности:

- определяется время, необходимое рабочим, чтобы дойти до ЗС и занять в нем место;
- сравнивается необходимое время для укрытия рабочих с заданным;
- рассчитывается показатель (коэффициент)  $K_{\text{своев}}$ , характеризующий инженерную защиту объекта по своевременному укрытию персонала:

$$K_{\text{своев}} = N_{\text{своев}} / N, \quad (17)$$

где  $N_{\text{своев}}$  – число рабочих, которые в установленные сроки смогут укрыться в ЗС;

– делаются выводы о расположении ЗС по своевременному укрытию всех рабочих.

Общая оценка коэффициента инженерной защиты  $K_{инж.з.}$  определяется по минимальному значению одного из коэффициентов  $K_{вм}$ ,  $K_{з.т}$ ,  $K_{ж.о.}$  и  $K_{своев.}$

На заключительном этапе работы определяется коэффициент надежности защиты работающей смены объекта  $K_{н.з.}$  по минимальному значению из рассчитанного  $K_{инж.з.}$  и заданных  $K_{оп}$ ,  $K_{обуч}$ ,  $K_{гот.}$ . Затем намечаются пути и меры по повышению надежности защиты рабочих и служащих объекта.

## 2. Примеры решения задач

**Задача.** Определить коэффициент надежности защиты ( $K_{н.з.}$ ) производственного персонала работающей смены объекта и предложить меры по его повышению при следующих исходных сведениях.

Объект расположен во II климатической зоне и имеет встроенное убежище со следующим основным оборудованием: система воздухообеспечения, включающая три комплекта ФВК-1 и один комплект ЭРВ-72-2; водоснабжение – от общезаводской системы; система энергоснабжения – от сети объекта; аварийный источник – аккумуляторные батареи. На объекте не ожидается сильных пожаров и загазованности воздуха вредными веществами.

Конструкция убежища рассчитана на динамические нагрузки, создаваемые избыточным давлением  $P_{ф. заш.} = 1$  кгс/см<sup>2</sup>. Перекрытия убежища состоят из двух слоев – бетона  $h_1 = 40$  см и грунта  $h_2 = 25$  см. Площадь помещений убежища  $S_0$ : помещения для укрываемых  $S_n = 285$  м<sup>2</sup>, другие площади в зоне герметизации (тамбур-шлюз – 10 м<sup>2</sup>, санитарный пост – 2 м<sup>2</sup>, вспомогательные помещения – 68,5 м<sup>2</sup>)  $S_{доп} = 80,5$  м<sup>2</sup>. Высота помещения  $h_{вп} = 2,4$  м. Объем емкостей аварийного запаса воды 5400 л.

Общее количество рабочих и служащих на объекте  $N = 710$  чел. Они распределены по двум участкам с удалением от убежища: участок 1 (200 чел) – на расстояние 100 м, участок 2 (510 чел) – на расстояние 300 м.

Время на заполнение убежища укрываемыми людьми  $t_{зап} \leq 8$  мин.

Продолжительность непрерывного пребывания людей в убежище  $T = 3$  сут.

Удаление объекта от вероятной точки прицеливания  $R_r = 5,1$  км.

Ожидаемая мощность ядерного боеприпаса  $q = 1$  Мт, взрыв – наземный.

Вероятное максимальное отклонение боеприпаса от точки прицеливания  $R_{ок} = 1,1$  км.

Скорость среднего ветра  $V_{с.в.} = 50$  км/ч с направлением в сторону объекта.

Показатель, характеризующий своевременность оповещения рабочих и служащих по сигналам ГО,  $K_{оп} = 0,9$ .

Показатель обученности рабочих и служащих правилам действий по сигналам оповещения  $K_{обуч} = 0,8$ .

Показатель, характеризующий убежище по времени приведения в готовность к приему укрываемых,  $K_{\text{гот}} = 1$ .

### Решение

Оценку инженерной защиты рабочих и служащих объекта производим согласно методике, изложенной выше, используя исходные сведения задачи на каждом этапе решения.

#### *Оценка убежища по вместимости*

Исходные сведения: площадь и высота помещений убежища; численность рабочих и служащих объекта.

Определяем количество мест для размещения укрываемых. Так как высота помещений убежища менее 2,9 м и позволяет установить двухъярусные нары, принимаем в качестве расчетной нормы площади на одного укрываемого  $S_1 = 0,5 \text{ м}^2/\text{чел}$ . Тогда расчетное количество мест в убежище  $M$  на площади для укрываемых  $S_n$  составит:

$$M = S_n/S_1 = 285/0,5 = 570.$$

Найденное число определяет вместимость убежища при условии, что объем помещений в зоне герметизации  $V_o$  в расчете на одного укрываемого не менее  $1,5 \text{ м}^3/\text{чел}$ . Проверяем соответствие объема нормам на одного укрываемого:

$$V_1 = V_o/M = S_o \cdot h_{\text{вп}}/M,$$

где  $S_o$  – общая площадь помещений в зоне герметизации;  
 $h_{\text{вп}}$  – высота помещений, м.

Следовательно,

$$V_1 = 365,5 \cdot 2,4/570 = 1,54 \text{ м}^3/\text{чел}.$$

Таким образом, вместимость убежища соответствует расчетному количеству мест при  $M = 570$ .

Определяем необходимое количество нар для размещения укрываемых. Двухъярусные нары при длине 180 см позволяют разместить 5 человек, поэтому необходимо рассчитать число нар  $H$ :

$$H = 570/5 = 114 \text{ нар}.$$

Определяем коэффициент вместимости  $K_{\text{вм}}$ , характеризующий возможности убежища по укрытию рабочих и служащих объекта:

$$K_{\text{вм}} = M/N = 570/710 = 0,8.$$

Таким образом, убежище позволяет принять 80% персонала; для размещения укрываемых в убежищах необходимо установить 114 двухъярусных нар, обеспечивающих 20% мест для лежания и 80% мест для сидения.

### ***Оценка убежища по защитным свойствам***

Исходные сведения: удаление объекта от точки прицеливания и вероятное отклонение от нее боеприпаса; ожидаемая мощность ядерного боеприпаса и вид взрыва; скорость среднего ветра; динамические нагрузки, выдерживаемые конструкциями убежища ( $P_{\text{ф.заш}}$ ), и характеристики перекрытия (виды материалов и толщина слоев).

Определяем требуемые защитные свойства убежища:

1. *По ударной волне* – рассчитываем максимальное избыточное давление ударной волны, ожидаемое на объекте при ядерном взрыве ( $P_{\text{ф. треб}}$ ). Для этого находим минимальное расстояние до вероятного центра взрыва:

$$R_x = R_r - R_{\text{отк}} = 5,1 - 1,1 = 4 \text{ км.}$$

По Приложению 1 (табл. 1.1), зная значения  $R_x = 4$  км и  $q = 1$  Мт для наземного взрыва, находим  $\Delta P_{\text{ф. макс}}$ . Оно составляет:

$$\Delta P_{\text{ф. макс}} = 0,5 \text{ кгс/см}^2.$$

2. *По радиационным излучениям* – определяем требуемый коэффициент ослабления радиации по формуле:

$$K_{\text{осл.рз.треб}} = D_{\text{рз.макс}}/D_{\text{доп}} = 5P_{1\text{макс}}(t_{\text{н}}^{-0,2} - t_{\text{к}}^{-0,2})/50,$$

где  $P_{1\text{макс}}$  – максимальный уровень радиации, ожидаемый на объекте, определяемый по Прил. 1 (табл. 1.2), при  $R_x = 4$  км и  $V_{\text{с.в}} = 50$  км/ч,  $P_{1\text{макс}} = 31000$  Р/ч;

$$t_{\text{н}} = R_x/V_{\text{с.в.}} + t_{\text{вып.}} = 4/50 + 1 = 0,08 + 1 = 1 \text{ ч,}$$

здесь  $t_{\text{вып}}$  – время выпадения радиоактивных веществ, равное в среднем 1 ч;

$$t_{\text{к}} = t_{\text{н}} + 96 = 1 + 96 = 97 \text{ ч,}$$

здесь 96 – период однократного облучения (4 суток), ч.

Тогда:

$$K_{\text{осл.рз.треб}} = 5 \cdot 31000 \cdot (1^{-0,2} - 97^{-0,2}) / 50 = 1860.$$

Действия проникающей радиации на объекте при  $R_x = 4$  км не ожидается (см. Прил. 1, табл. 1.3).

Определяем защитные свойства убежища:

- а) от ударной волны согласно исходным сведениям  $\Delta P_{\text{ф. защ}} = 1$  кгс/см<sup>2</sup>;
- б) от радиоактивного заражения – коэффициент ослабления радиации убежищем не задан, поэтому определяем его расчетным путем по формуле:

$$K_{\text{осл.защ.}} = K_p \cdot \Pi 2^{hi/di}.$$

Известно, что перекрытие убежища состоит из двух слоев ( $n = 2$ ): слоя бетона  $h_1$  (40 см) и слоя грунта  $h_2$  (25 см). Толщина слоев половинного ослабления материалов от радиоактивного заражения (см. Прил. 1, табл. 1.5) составляет для бетона  $d_1 = 5,7$  см, для грунта  $d_2 = 8,1$  см. Коэффициент  $K_p$ , учитывающий расположение убежища, находим по Прил. 1 (табл. 1.4). Для встроенного убежища, расположенного внутри производственного комплекса,  $K_p = 8$ . Тогда:

$$K_{\text{осл.защ}} = 8 \cdot 2^{40/5,7} \cdot 2^{25/8,1} = 8200.$$

Сравниваем защитные свойства убежища с требуемыми:  $\Delta P_{\text{ф. защ}} = 1$  кгс/см<sup>2</sup> и  $\Delta P_{\text{ф. треб}} = 0,5$  кгс/см<sup>2</sup>,  $K_{\text{осл.защ}} = 8200$  и  $K_{\text{осл.треб}} = 1860$ . Следовательно,  $\Delta P_{\text{ф. защ}} > \Delta P_{\text{ф. треб}}$ ,  $K_{\text{осл.защ}} > K_{\text{осл.треб}}$ , т. е. по защитным свойствам убежище обеспечивает защиту людей при вероятных значениях параметров поражающих факторов ядерного взрыва. Определяем показатель, характеризующий инженерную защиту рабочих и служащих объекта  $K_{з.т}$  по защитным свойствам:

$$K_{з.т} = N_{з.т} / N = 570 / 710 = 0,8,$$

где  $N_{з.т}$  – количество укрываемых людей в защитных сооружениях с требуемыми защитными свойствами.

Таким образом, защитные свойства убежища обеспечивают защиту 80% рабочей смены (570 чел.), т. е. всех рабочих и служащих, вмещающихся в убежище.

### **Оценка систем жизнеобеспечения убежища**

#### *Системы воздуходобывания*

Исходные сведения: система воздуходобывания включает три комплекта ФВК-1 и один ЭРВ-72-2: объекты расположены во II климатической зоне (температура наружного воздуха 20...25 °С).

Определяем возможности системы в режиме I (чистой вентиляции). Так как подача воздуха одним комплектом ФВК-1 в режиме I составляет 1200 м<sup>3</sup>/ч, а ЭРВ-72-2 – 900 м<sup>3</sup>/ч. то подача системы в режиме I:

$$W_{oI} = 3 \cdot 1200 + 900 = 4500 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Исходя из нормы подачи воздуха на одного укрываемого в режиме I, для II климатической зоны  $WI = 10 \text{ м}^3/\text{ч}$ , система может обеспечить воздухом:

$$N_{o,воздI} = W_{oI}/WI = 4500/10 = 450 \text{ чел.}$$

Определяем возможности системы в режиме II (фильтровентиляции). Исходя из того, что подача воздуха одним комплектом ФВК-1 в режиме II составляет 300 м<sup>3</sup>/ч, общая подача системы в режиме II составит:

$$W_{oII} = 3 \cdot 300 = 900 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Исходя из нормы подачи воздуха на одного укрываемого в режиме фильтровентиляции  $WII = 2 \text{ м}^3/\text{ч}$ , система может обеспечить воздухом:

$$N_{o,воздII} = W_{oII}/WII = 900/2 = 450 \text{ чел.}$$

Определяем возможности системы в режиме III (регенерации). В комплекте ФВК-1 не имеется регенеративной установки РУ-150/6, поэтому режим II системой не обеспечивается. По условию обстановки не ожидается сильной загазованности атмосферы, поэтому можно обойтись без режима III.

Таким образом, система воздухообеспечения может обеспечить воздухом в требуемых режимах (I и II) только 450 укрываемых, что значительно меньше расчетной вместимости убежища (570 чел.).

#### *Системы водоснабжения*

Исходные сведения: водоснабжение укрываемых в убежище обеспечивается от общезаводской системы: аварийный запас имеется в проточных емкостях вместимостью 5400 л; продолжительность укрытия 3 суток.

Исходя из норм на одного укрываемого 3 л в сутки, находим, что система способна обеспечить водой:

$$N_{o,вод} = W_{o,вод}/3 \cdot 3 = 5400/9 = 600 \text{ чел.}$$

Таким образом, водой могут быть обеспечены укрываемые на расчетную вместимость убежища.

### *Системы электроснабжения*

Исходные сведения: электроснабжение убежища обеспечивается от сети объекта; аварийный источник – аккумуляторные батареи; работа систем воздухообмена в режиме регенерации не предусматривается.

Из анализа возможных ситуаций следует, что в случае отключения сети объекта работу системы воздухообмена можно обеспечить вручную, так как комплект ФВК-1 включает электроручной вентилятор. Аварийный источник электроснабжения от аккумуляторных батарей будет использован только для освещения убежища.

Таким образом, система электроснабжения в аварийном режиме обеспечивает только освещение убежища, а работа системы воздухообмена осуществляется ручным приводом.

Оценив системы воздухо-, водо- и электроснабжения, определяем показатель (коэффициент)  $K_{ж.о}$ , характеризующий возможности инженерной защиты объекта по жизнеобеспечению укрываемых. Наименьшее количество укрываемых может обеспечить система воздухообмена – 450 чел.

Тогда:

$$K_{ж.о} = 450/710 = 0,63.$$

Таким образом, системы жизнеобеспечения позволяют обеспечить жизнедеятельность 63% работающей смены в полном объеме норм в течение установленной продолжительности (3 сут). Возможности по жизнеобеспечению укрываемых снижает система воздухообмена.

#### ***Оценка убежища по своевременному укрытию***

Исходные сведения: расположение рабочих – участок 1 (200 чел.) на расстоянии 100 м от убежища, участок 2 (510 чел.) на расстоянии 300 м от убежища; время на укрытие людей – не более 8 мин.

Определяем время, необходимое рабочим, чтобы дойти до убежища и занять в нем место. Известно, что расстояние 100 м человек ускоренным шагом проходит в среднем за 2 мин, а чтобы зайти в убежище и занять место, также требуется 2 мин. Тогда для рабочих участка 1 требуется максимум времени  $t_1 = 2 + 2 = 4$  мин, а для рабочих участка 2 – 8 мин.

Сравниваем необходимое время для укрытия людей с заданным и убеждаемся, что условия расположения убежища обеспечивают своевременное укрытие всех рабочих  $N_{своев} = 200 + 510 = 710$  чел.

Определяем показатель, характеризующий инженерную защиту объекта по своевременному укрытию персонала:

$$K_{своев} = N_{своев}/N = 710/710 = 1.$$

Таким образом, расположение убежища позволяет своевременно укрыть всех рабочих.

В ходе расчетов получены следующие показатели, характеризующие инженерную защиту рабочих и служащих объекта: по вместимости  $K_{вм} = 0,8$ ; по защитным свойствам  $K_{з.т} = 0,8$ ; по жизнеобеспечению укрываемых  $K_{ж.о} =$

0,63; по своевременному укрытию людей  $K_{\text{своев}} = 1,0$ .

Возможности инженерной защиты в целом характеризуются минимальным показателем, т. е.  $K_{\text{инж.з}} = 0,63$ .

Далее определяем коэффициент надежности защиты  $K_{\text{н.з}}$  работающей смены объекта. Из условий задачи известно, что  $K_{\text{оп}} = 0,9$ ;  $K_{\text{обуч}} = 0,8$ ;  $K_{\text{гот}} = 1$ ; коэффициент инженерной защиты при расчетах составил  $K_{\text{инж.з}} = 0,63$ . Коэффициент надежности защиты выбирается по минимальному значению перечисленных выше коэффициентов. Следовательно,

$$K_{\text{н.з}} = 0,63.$$

Так как коэффициент надежности защиты существенно снижен из-за ограниченной возможности системы воздухообеспечения, то необходимо дооборудовать эту систему одним комплектом ФВК-1. Возможности системы воздухообеспечения в режиме I при таком дополнении составят:  $W_{\text{oI}} = 4 \cdot 1200 + 900 = 5700 \text{ м}^3/\text{ч}$ , а в режиме II –  $W_{\text{oII}} = 4 \cdot 300 = 1200 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Тогда система может обеспечить в режиме I –  $N_{\text{o.возд.I}} = W_{\text{oI}}/W_{\text{I}} = 5700/10 = 570 \text{ чел.}$ , а в режиме II –  $N_{\text{o.возд.II}} = W_{\text{oII}}/W_{\text{II}} = 1200/2 = 600 \text{ чел.}$

Следовательно, повышение возможности системы после дооборудования одним комплектом ФВК-1 позволит увеличить численность защищаемых до полной вместимости убежища 570 чел. и показатель защиты объекта по жизнеобеспечению повысится до  $K_{\text{ж.о}} = N_{\text{ж.о}}/N = 570/710 = 0,8$ . Возможности инженерной защиты в целом, определяемые минимальным показателем из  $K_{\text{в.м}}$ ,  $K_{\text{з.т}}$ ,  $K_{\text{ж.о}}$ ,  $K_{\text{своев}}$ , теперь будут характеризоваться единой величиной:

$$K_{\text{в.м}} = K_{\text{з.т}} = K_{\text{ж.о}} = 0,8.$$

Для обеспечения инженерной защиты всего состава работающей смены 710 чел. требуется построить дополнительно одно убежище вместимостью 140 чел. После реализации данных предложений коэффициент надежности защиты будет зависеть только от показателя обученности  $K_{\text{обуч}}$  и своевременности оповещения  $K_{\text{оп}}$ .

### 3. Исходные данные для выполнения РГР 1

Определить коэффициент надежности защиты ( $K_{\text{н.з}}$ ) рабочих и служащих работающей смены объекта и предложить меры по его повышению. Исходные данные для определения  $K_{\text{н.з}}$  приведены в Приложении 2.

## Контрольные вопросы

1. Назовите основные способы защиты населения в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.
2. Что понимают под защитными сооружениями и на какие виды они подразделяются?
3. С помощью каких показателей оценивают защитные свойства убежищ?
4. Каково назначение основных и вспомогательных помещений в убежищах?
5. Какие факторы влияют на вместимость людей в убежище?
6. Назовите виды убежищ по месту их размещения.
7. Каково назначение фильтровентиляционного агрегата? Назовите режимы его работы.
8. Какие инженерные системы, оборудуемые в убежищах, вы знаете?
9. Поясните физический смысл коэффициента надежности защиты.
10. Назовите исходные сведения, необходимые для оценки инженерной защиты производственного персонала объекта.
11. Какова последовательность оценки инженерной защиты производственного персонала объекта?
12. На какой показатель убежища влияет климатическая зона расположения объекта?

## Оценка химической обстановки в чрезвычайных ситуациях (РГР 2)

### 1. Теоретический материал

В настоящее время на хозяйственных объектах народного хозяйства используется большое количество сильнодействующих ядовитых веществ. При их использовании иногда возникают аварии. Причинами аварии являются: нарушение правил хранения, перевозки, техники безопасности при работе, стихийные бедствия. Сильнодействующие ядовитые вещества (СДЯВ) – это токсические химические соединения, способные при аварии на объектах легко переходить в атмосферу и вызывать массовые поражения людей. Основными параметрами, характеризующими СДЯВ, являются степени токсичности и стойкости.

Степень токсичности СДЯВ характеризует их воздействие на организм человека. Для характеристики токсичности СДЯВ используются: пороговая концентрация, предел переносимости, смертельная концентрация и смертельная доза.

Пороговая концентрация – это наименьшее количество вещества, которое может вызвать ощутимый физиологический эффект. При этом пострадавшие сохраняют работоспособность и ощущают лишь первичные признаки поражения.

Предел переносимости – это максимальная концентрация, которую человек может выдерживать определенное время без устойчивого поражения. В

промышленности в качестве предела переносимости используется предельно допустимая концентрация.

Однако пороговая и предельно допустимая концентрации не могут служить полной характеристикой токсичности СДЯВ, так как не позволяют оценить возможный физиологический эффект в зависимости от времени их воздействия. Кроме того, токсичность СДЯВ в значительной степени зависит от пути попадания в организм человека. Основными путями попадания СДЯВ в организм человека являются органы дыхания и кожные покровы.

Для характеристики токсичных веществ при воздействии на организм человека через органы дыхания применяются следующие токсические дозы:

- средняя смертельная токсодоза, вызывающая смертельный исход у 75% пораженных;
- средняя выводящая из строя токсодоза, вызывающая выход из строя 50% пораженных;
- средняя пороговая токсодоза, вызывающая начальные симптомы поражения у 50% пораженных.

Ингаляционные токсодозы измеряются в г/мин на 1 м<sup>3</sup> или в мг/мин на 1 л.

Степень токсичности СДЯВ при воздействии на организм человека через кожный покров оценивается также средней смертельной, средней выводящей и пороговой дозами. Они измеряются количеством вещества, приходящегося на единицу поверхности тела человека или на единицу его массы (мг/см<sup>2</sup> или мг/кг).

По степени токсичности СДЯВ делят на шесть групп: чрезвычайно токсичные, высокотоксичные, сильно токсичные, умеренно токсичные, токсичные и нетоксичные.

По степени стойкости СДЯВ подразделяются на стойкие и нестойкие. Стойкость – это способность вещества сохранять свои поражающие действия в воздухе или на местности в течение определенного времени. Стойкость СДЯВ зависит в основном от их физико-химических свойств, рельефа местности, метеорологических условий, состояния атмосферы в приземном слое.

У поверхности Земли различают три состояния атмосферы: инверсию, конвекцию и изотермию.

Инверсия – устойчивое состояние, восходящие потоки отсутствуют: температура поверхности почвы ниже температуры воздуха.

Конвекция – неустойчивое состояние, сильно развиты восходящие потоки; температура почвы выше температуры воздуха. Она вызывает сильное рассеивание зараженного воздуха. В результате этого концентрация паров в воздухе сильно снижается.

Изотермия – промежуточное состояние: температура почвы и воздуха примерно равны.

Инверсия и изотермия способствуют сохранению высоких концентраций СДЯВ в приземном слое воздуха, распространению зараженного воздуха на большие расстояния.

Химическая обстановка может возникнуть в результате аварии на химически опасном объекте и при применении химического оружия.

Под химической обстановкой понимают масштабы и степень химического заражения воздуха (местности), оказывающие влияние на жизнедеятельность человека и работу хозяйственных объектов.

Разрушенные или поврежденные емкости (коммуникации) с СДЯВ служат источниками образования зон химического заражения и очагов химического поражения.

Зона химического заражения включает место непосредственного разлива ядовитых веществ и территорию, над которой распространялись пары этих веществ в поражающих концентрациях. Такая зона характеризуется глубиной распространения облака, зараженного ядовитыми веществами воздуха с поражающими концентрациями, ( $\Gamma$ ), шириной ( $\Pi$ ) и площадью  $S_3$ . Кроме того, в зоне химического заражения может быть один или несколько очагов химического поражения, которые характеризуются своими площадями. Под очагом химического поражения понимают населенный пункт, попавший в зону химического заражения, где имеет место гибель людей, сельскохозяйственных животных и растений.

Выявлением и оценкой химической обстановки занимаются штабы гражданской обороны и командиры невоенизированных формирований. Оценке химической обстановки предшествует ее выявление. Выявить химическую обстановку – это значит определить зоны химического заражения и нанести их на карту (схему или план).

Оценка химической обстановки осуществляется методом прогнозирования и по данным химической разведки. Первый метод, как правило, используют штабы гражданской обороны, а второй – командиры невоенизированных формирований гражданской обороны.

На всех химически опасных объектах оценка химической обстановки производится методом прогнозирования. При этом в основу положены данные по одновременному выбросу в атмосферу всего запаса СДЯВ, имеющихся на объекте, при благоприятных условиях для распространения зараженного воздуха. Такими условиями являются инверсия и скорость ветра, равная 1 м/с.

При аварии на химически опасном объекте оценка производится по конкретно сложившейся обстановке, т. е. берется реальное количество выброшенного (вылившегося) ядовитого вещества и реальные метеоусловия.

Для оценки химической обстановки необходимы следующие исходные данные:

- а) тип и количество СДЯВ в емкости, где произошла авария;
- б) условия хранения;
- в) характер выброса (вылива) ядовитых веществ;
- г) топографические условия местности;
- д) метеоусловия;
- е) степень защищенности рабочих, служащих объекта и населения.

Исходные данные добываются постами радиационного и химического наблюдения; звеньями (группами) радиационной и химической разведки; из

информации, поступающей от вышестоящий штабов гражданской обороны и соседей.

Оценка химической обстановки включает решение задач по определению:

- размеров и площади зоны химического заражения;
- времени подхода зараженного воздуха к определенному рубежу (объекту);
- времени поражающего действия СДЯВ;
- границ возможных очагов химического поражения;
- возможных потерь в очаге химического поражения.

## 2. Методика оценки химической обстановки

### 2.1 Определение размеров и площади зоны химического заражения

По таблицам 1 и 2 определяются ориентировочные расстояния, на которых могут создаваться в воздухе поражающие концентрации некоторых видов СДЯВ для определенных условий.

Таблица 1 – Данные для определения глубины распространения облаков зараженного воздуха с поражающими концентрациями СДЯВ на открытой местности, км (емкости не обвалованы, скорость ветра 1 м/с)

Наименование СДЯВ	Количество СДЯВ в емкостях, т					
	5	10	20	50	75	100
При инверсии						
Хлор, фосген	23	49	80	Более 80		
Аммиак	3,5	4,5	6,5	9,5	12	15
При изотермии						
Хлор, фосген	4,6	7	11,5	16	19	21
Аммиак	0,7	0,9	1,3	1,9	2,4	3
При конвекции						
Хлор, фосген	1	1,4	1,96	2,4	2,85	3,15
Аммиак	0,21	0,27	0,39	0,5	0,62	0,66

**Примечания:** 1. При скорости ветра более 1 м/с применяются поправочные коэффициенты, определяемые по таблице 3.

2. Для обвалованных емкостей со СДЯВ глубина распространения облака зараженного воздуха уменьшается в 1,5 раза.

Таблица 2 – Данные для определения глубины распространения облаков зараженного воздуха с поражающими концентрациями СДЯВ на закрытой местности, км (емкости не обвалованы, скорость ветра 1 м/с)

Наименование СДЯВ	Количество СДЯВ в емкостях, т					
	5	10	20	50	75	100
При инверсии						
Хлор, фосген	6,57	14	22,85	41,14	48,85	54
Аммиак	1	1,28	1,85	2,71	3,42	4,28

При изотермии						
Хлор, фосген	1,31	2	13,28	14,57	5,43	6
Аммиак	0,2	0,26	0,37	0,54	0,68	0,86
При конвекции						
Хлор, фосген	0,4	0,52	0,72	1	1,2	1,32
Аммиак	0,06	0,08	0,11	0,16	0,2	0,26

**Примечания:** 1. При скорости ветра более 1 м/с применяются поправочные коэффициенты, определяемые по таблице 3.

2. Для обвалованных емкостей со СДЯВ глубина распространения зараженного воздуха уменьшается в 1,5 раза.

Таблица 3 – Данные для определения поправочного коэффициента на скорость ветра

Состояние атмосферы	Скорость ветра, м/с									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Инверсия	1	0,6	0,45	0,38	-		-	-	-	—
Изотермия	1	0,71	0,55	0,5	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
Конвекция	1	0,7	0,62	0,55	-	-	-	-	-	-

Ширина зоны химического заражения (Ш) определяется по следующим соотношениям:

$$\text{Ш} = 0,03 \cdot \Gamma \text{ – при инверсии;}$$

$$\text{Ш} = 0,15 \cdot \Gamma \text{ – при изотермии;}$$

$$\text{Ш} = 0,8 \cdot \Gamma \text{ – при конвекции,}$$

где  $\Gamma$  – глубина распространения облака зараженного воздуха с поражающей концентрацией, км.

Площадь зоны химического заражения ( $S_3$ ) принимается как площадь равнобедренного треугольника, которая равна половине произведения глубины распространения зараженного воздуха на ширину зоны заражения:

$$S_3 = 0,5 \cdot \Gamma \cdot \text{Ш}.$$

## 2.2 Определение времени подхода зараженного воздуха к определенному рубежу (объекту)

Время подхода облака зараженного воздуха ( $t$ ) к определенному рубежу (объекту) определяется делением расстояния ( $R$ ) от места разлива СДЯВ до данного рубежа (объекта) на среднюю скорость переноса облака ( $W$ ) воздушным потоком. Средняя скорость переноса облака зараженного воздуха определяется по таблице 4. Облако зараженного воздуха распространяется на высоты, где скорость ветра больше, чем у поверхности Земли. Вследствие этого средняя скорость распространения будет больше, чем скорость ветра на высоте 1 м.

Таблица 4 – Данные для определения средней скорости переноса облака зараженного воздуха, м/с

Скорость ветра, м/с	Инверсия		Изотермия		Конвекция	
	R< 10 км	R> 10 км	R< 10 км	R> 10 км	R<10км	R> 10 км
1	2	2 2	1,5	2	1,5	1,8
2	4	4,5	3	4	3	3,5
3	6	7	4,5	6	4,5	5
4	-	-	6	8	—	-
5	-	—	7,5	10	—	—
6	—	—	9	12	-	—
7	-	—	10,5	14	-	-

**Примечание.** Инверсия и конвекция при скорости ветра более 3 м/с наблюдаются в редких случаях.

### 2.3 Определение времени поражающего действия СДЯВ

Время поражающего действия СДЯВ ( $t_{пор}$ ) определяется временем испарения ядовитого вещества с поверхности его выброса (разлива). Значение времени поражающего действия определяется по таблице 5. Зная глубину зоны химического заражения ( $\Gamma$ ) и время испарения СДЯВ, строим график (рис. 1). Но оси ординат откладывается время поражающего действия ( $t_{пор}$ ), а по оси абсцисс – глубина зоны химического заражения ( $\Gamma$ ). Полученные точки А и Б соединяются прямой линией. Для нахождения продолжительности поражающего действия на требуемом расстоянии от района аварии восстанавливается перпендикуляр до пересечения с прямой линией АБ. Из точки пересечения В проводится прямая линия, параллельная оси абсцисс, до пересечения с осью ординат. Точка пересечения с осью ординат и дает искомое время поражающего действия СДЯВ.

Таблица 5 – Данные для определения времени испарения СДЯВ из поддона при скорости ветра 1 м/с, сут (если не указано иначе)

Емкость хранения, т	Температура воздуха, °С								
	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40
Хлор									
1	12,1 ч	10,3 ч	8,6 ч	6,9 ч	6 ч	5,1 ч	4,6 ч	3,8 ч	3,3 ч
10	13,9 ч	11,9 ч	9,9 ч	7,9 ч	6,9 ч	5,9 ч	5,4 ч	4,4 ч	3,8 ч
100	8,6	7,3	6,3	5,3	4,7	4,1	3,4	3,1	2,6
500	12,3	10,5	8,9	7,7	6,8	5,8	5,1	4,5	3,7
Аммиак									
50	1,3	1,1	21,7ч	18,3 ч	16 ч	13,4 ч	11,3 ч	10 ч	8,6 ч
100	18,3	15,4	12,6	11,4	9,3	7,6	6,3	5,5	4,7
500	27,0	23,2	18,6	15,9	13,1	11,3	9,4	8,3	7,0
Окись этилена									
10	1,8	1,5	1,0	19,8 ч	15,4 ч	13,2 ч	11 ч	9 ч	7,2 ч
50	1,9	1,6	1,1	21,6 ч	16,8 ч	14,4 ч	12 ч	9,6 ч	7,7 ч
100	25	20	15,1	12,2	9,4	7,6	6,0	4,9	4,1

## 2.4 Определение границ возможных очагов химического поражения

Для определения границ очага поражения необходимо на карту (схему или план) нанести зону химического заражения. Затем выделить населенные пункты или части их, которые попадают в зону химического заражения. Расчетными границами очагов химического поражения и будут границы этих населенных пунктов или районов.

## 2.5 Определение возможных потерь населения в очаге химического поражения

Потери населения будут зависеть от численности людей, оказавшихся на площади очага, степени защищенности их и своевременного использования средств индивидуальной защиты. При этом количество рабочих и служащих подсчитывается по их наличию на территории объекта (по зданиям цехов, площадок), а количество населения – по жилым кварталам. Возможные потери населения в очаге химического поражения определяются по таблице 6.

Таблица 6 – Данные для определения возможных потерь рабочих, служащих и населения от СДЯВ в очаге поражения, %

Условия нахождения людей	Без противогазов	Обеспеченность 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	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.

## 3. Примеры решения задач

**Задача 1.** На объекте разрушилась необвалованная емкость, содержащая 10 т аммиака. Определить размеры и площадь зоны химического заражения в ночное время. Местность открытая. Метеоусловия – ясно, скорость ветра 3 м/с.

*Решение*

1. По таблице 7 определяем степень вертикальной устойчивости воздуха. Находим, что при указанных метеоусловиях степень вертикальной устойчивости воздуха – инверсия.

Таблица 7 – Оценка степени вертикальной устойчивости воздуха по данным прогноза погоды

Скорость ветра, м/с	Ночь			День		
	ясно	полужасно	пасмурно	ясно	полужасно	пасмурно
0,5	инверсия	инверсия	изотермия	конвекция	конвекция	изотермия
0,6-2,0						
2,1-4,0						
Более 4,0	изотермия			изотермия		

2. По таблице 1 для 10 т аммиака находим глубину распространения зараженного воздуха при скорости ветра 1 м/с; она равна 4,5 км для поражающей концентрации. По таблице 4 для скорости ветра 3 м/с определяем поправочный коэффициент, равный для инверсии 0,45. Глубина распространения облака зараженного воздуха с поражающей концентрацией составит  $\Gamma = 4,5 \cdot 0,45 = 2,02$  км.

3. Определяем ширину зоны химического заражения при инверсии. Ширина зоны:

$$\text{Ш} = 0,03 \cdot \Gamma = 0,03 \cdot 2,02 = 0,06 \text{ км.}$$

4. Определяем площадь зоны химического заражения:

$$S_3 = 0,5 \cdot \Gamma \cdot \text{Ш} = 0,5 \cdot 2,02 \cdot 0,06 = 0,06 \text{ км}^2.$$

**Задача 2.** В результате аварии на объекте, расположенном на расстоянии 9 км от населенного пункта, разрушены коммуникации со сжиженным аммиаком. Метеоусловия, изотермия, скорость ветра 5 м/с. Определить время подхода облака зараженного воздуха к населенному пункту.

*Решение*

По таблице 4 для изотермии и скорости ветра  $V_{\text{в}} = 5$  м/с находим среднюю скорость переноса облака зараженного воздуха  $W = 7,5$  м/с.

Время подхода облака зараженного воздуха к населенному пункту определяется из выражения:

$$t = R/W = 9000/(7,5 \cdot 60) = 20 \text{ мин.}$$

**Задача 3.** На объекте разрушилась обвалованная емкость, содержащая 100 т хлора. Определить продолжительность поражающего действия СДЯВ на удалении 6 км. Метеоусловия: инверсия, скорость ветра 4 м/с, температура воздуха 0 °С. Местность открытая.

*Решение*

1. По таблице 1 определяем глубину зоны химического заражения. Для 100 т хлора  $\Gamma = 80$  км. По таблице 3 находим поправочный коэффициент 0,38. Тогда глубина зоны:

$$\Gamma = 80 \cdot 0,38 = 30 \text{ км.}$$

Так как емкость обвалованная, то глубина распространения облака (см. примечания к табл. 1) уменьшается в 1,5 раза. Следовательно, глубина зоны заражения составит:

$$\Gamma = 30/1,5 = 20 \text{ км.}$$

2. По таблице 5 (для емкости 100 т с хлором при температуре 0 °С) находим продолжительность поражающего действия хлора в районе аварии 4,7 сут.

3. Строим график (см. рис. 1) и по оси абсцисс откладываем расстояние  $\Gamma = 20$  км, а по оси ординат – значение  $t_{\text{пор}} = 4,7$  сут. Соединяем точки А и Б

прямой. Восстанавливаем перпендикуляр с  $D = 6$  км до пересечения с прямой АБ и проводим прямую из точки В до оси ординат. Находим, что продолжительность поражающего действия хлора на расстоянии 6 км от точки аварии составит 3,5 сут.

Рисунок 1 – График определения времени поражающего действия СДЯВ

**Задача 4.** На химическом заводе в результате аварии разрушена емкость, содержащая 15 т хлора. Рабочие и служащие завода (500 чел.) обеспечены противогазами на 100%. Определить возможные потери рабочих и служащих завода и их структуру.

*Решение*

1. По таблице 6 определяем потери рабочих и служащих при условии, что они обеспечены противогазами на 100%:

$$500 \cdot 0,04 = 20 \text{ чел.}$$

2. Определяем структуру потерь (руководствуясь прим. к табл. 6) со смертельным исходом –  $20 \cdot 0,35 = 7$  чел.; средней и тяжелой степени –  $20 \cdot 0,4 = 8$  чел.; легкой степени –  $20 \cdot 0,25 = 5$  чел.

Всего со смертельным исходом и потерявших работоспособность будет 15 чел.

#### 4. Исходные данные для выполнения РГР 2

**Задача 1.** На холодильном комбинате г. Энска разрушены три обвалованные емкости с аммиаком по 6 т каждая. Местность открытая; ветер юго-западный; скорость ветра 1 м/с. Расстояние от комбината до университета 1,56 км.

Определить;

- а) размеры и площадь зоны химического заражения;
- б) время подхода зараженного воздуха в район университета;
- в) время поражающего действия аммиака в районе университета;
- г) возможные потери рабочих и служащих комбината и сотрудников университета, а также структуру потерь (таблица 8).

Таблица 8 – Исходные данные для решения задачи 1

Исходные данные	Номер варианта			
	1	2	3	4
Время суток	Ночь, ясно	Ночь, полужасно	Ночь, ясно	Ночь, полужасно
Температура воздуха, °С	0	-20	+ 10	-20
Обеспеченность СИЗ, %:	100	90	80	70
а) рабочие и служащие комбината				
б) сотрудники университета	Без средств индивидуальной защиты			

Количество рабочих и служащих комбината	120	100	110	130
Количество сотрудников университета	600	500	550	650

**Задача 2.** На маргариновом заводе г. Энска разрушена необвалованная емкость, содержащая 2,5 т аммиака. Местность открытая; ветер юго-западный со скоростью 1 м/с. Расстояние от завода до университета 0,9 км.

Определить:

- а) размеры и площадь зоны химического заражения;
- б) время подхода зараженного воздуха в район университета;
- в) время поражающего действия аммиака в районе университета;
- г) возможные потери рабочих и служащих комбината и сотрудников университета, а также структуру потерь (таблица 9).

Таблица 9 – Исходные данные для решения задачи 2

Исходные данные	Номер варианта			
	5	6	7	8
Время суток	Ночь, полужасно	Ночь, ясно	Ночь, полужасно	Ночь, ясно
Температура воздуха, °С	0	-10	-20	+20
Обеспеченность СИЗ, %:				
а) рабочие и служащие комбината	60	80	70	90
б) сотрудники университета	Без средств индивидуальной защиты			
Количество рабочих и служащих комбината	100	90	110	95
Количество сотрудников университета	400	450	350	375

**Задача 3.** На предприятии г. Энска разрушена обвалованная емкость, содержащая 10 т аммиака. Местность открытая; ветер юго-западный со скоростью 1 м/с. Расстояние от завода до университета 0,3 км.

Определить:

- а) размеры и площадь зоны химического заражения;
- б) время подхода зараженного воздуха в район университета;
- в) время поражающего действия аммиака в районе университета;

г) возможные потери служащих комбината и сотрудников университета, а также структуру потерь (таблица 10).

Таблица 10 – Исходные данные для решения задачи 3

Исходные данные	Номер варианта			
	9	10	11	12
Время суток	Ночь, ясно	Ночь, пасмурно	Ночь, ясно	День, пасмурно
Температура воздуха, °С	0	-10	+ 10	+20
Обеспеченность СИЗ, %:	100	90	80	70
а) служащие комбината				
б) сотрудники университета	Без средств индивидуальной защиты			
Количество рабочих и служащих комбината	100	150	172	200
Количество сотрудников университета	600	550	500	650

### Контрольные вопросы

1. Что такое токсичность ядовитого вещества?
2. Назовите пути проникновения ядовитых веществ в организм человека и единицы измерения токсической дозы при разных путях проникновения.
3. Что такое стойкость СДЯВ, на какие группы подразделяются ядовитые вещества по степени стойкости?
4. От чего зависит степень стойкости ядовитых веществ?
5. Поясните, в чем сущность инверсии, конвекции и изотермии.
6. Назовите способы оценки химической обстановки.
7. Поясните, в чем смысл выявления и оценки химической обстановки.
8. Назовите источники добывания сведений, необходимых для оценки химической обстановки.
9. Назовите параметры зоны химического заражения.
10. Назовите перечень исходных данных, необходимых для оценки химической обстановки.

### Биологический терроризм: оценка степени опасности штамма и разработка защитных мероприятий (РГР 3)

#### 1. Теоретическая часть

Терроризм в любых формах своего проявления превратился в одну из опасных по своим масштабам, непредсказуемости и последствиям

общественно-политических и моральных проблем, с которыми человечество вошло в XXI столетие.

На сегодня терроризм – растущая индустрия. Заметна динамика роста числа террористических групп в современном мире. Если в 80-е годы их было от 500 до 800, то сейчас число доходит до 1000.

Объектами применения биологических агентов могут быть крупные объекты с большим скоплением людей, а также системы водоснабжения городов, партии продуктов питания и напитков.

Особую опасность для человеческого сообщества представляет угроза неожиданного использования террористами оружия массового уничтожения (ОМУ) – химического, бактериологического, радиологического, ядерного. В последние годы по информации ЦРУ наблюдается повышенное внимание террористов к ОМУ с целью овладения ими.

В период между 1900 и серединой 2001 года было отмечено 262 инцидента с применением биологических агентов. Из них 157 (60%) рассматривались как случаи терроризма и 105 (40%) – как уголовные, включающие случаи вымогательства или попытки убийства, не преследующие политические цели. За этот же отрезок времени в результате применения биологических агентов, как в террористических инцидентах, так и в уголовных преступлениях было зарегистрировано 77 смертельных случаев [5].

Биологическое оружие, с точки зрения специалистов, представляет наибольшую опасность среди оружия массового уничтожения (ядерного, химического биологического). Оно имеет наивысший по сравнению с другими видами оружия поражающий потенциал. По оценкам ФБР число жертв в результате рассеивания в воздухе 100 кг спор сибирской язвы над любым крупным городом США окажется намного больше, чем от взрыва водородной бомбы мощностью в 1 Мт [5].

В отличие от химического оружия, потенциальные агенты которого хорошо изучены и для большинства из них отработаны методы обнаружения, лечения пострадавших и дезинфекции, в случае биологических агентов возникает качественно другая ситуация. В природе существует огромное разнообразие микроорганизмов – вирусов, бактерий и грибов, вызывающих заболевания человека, растений и животных. По оценкам экспертов, нам известно не более долей процента существующих вирусов, несколько процентов микробов. Природа постоянно создает новые патогены – так называемые «возникающие инфекции». Только за последние 20 лет зарегистрировано более 30 новых инфекционных агентов, таких как ВИЧ, вирусы Марбург, Эбола, против которых до сих пор нет средств лечения и профилактики.

Привлекательность биологического оружия для террористов обусловлена такими причинами, как:

– биологическое оружие легкодоступно. Микроорганизмы, которые могут быть использованы в качестве агентов, существуют в природе. За исключением вируса натуральной оспы, который был элиминирован в результате 30-летнего проведения профилактических прививок, другие особо опасные инфекции

распространены повсеместно. В природе существуют и сибирская язва, и чума, и геморрагические лихорадки. Вспышки заболеваний, вызываемых патогенными микроорганизмами, представляют серьёзную угрозу безопасности человечества даже без биологической войны или биотерроризма;

– биологическое оружие просто в изготовлении. Во всех странах есть лаборатории контроля за санитарно-эпидемиологической обстановкой с необходимым оборудованием, любое микробиологическое производство можно переоборудовать для наработки больших количеств микроорганизмов-возбудителей. По данным ФБР, в США существует 22 тыс. лабораторий, способных производить биологическое оружие [5];

– биологическое оружие удобно для хранения и транспортировки. В отличие от химического оружия, применение которого требует создания сравнительно больших запасов соответствующих отравляющих веществ, отдельные виды биологических агентов (БА) являются самовоспроизводящимися. При наличии небольшого исходного запаса биоматериала с помощью современных методов промышленной микробиологии и биотехнологии крупномасштабное производство БА может быть налажено в течение нескольких недель.

Использование биологического оружия террористами отличается от применения других типов химического, радиологического или ядерного оружия ещё и тем, что оно предъявляет особенно высокие требования к системам здравоохранения и медицинского обслуживания государства. Хотя химическая атака также затрагивает эти системы, биотеррористические события имеют для системы здравоохранения более тяжёлые последствия.

Биологическое оружие в руках террористов, помимо прямых человеческих потерь, имеет ещё одно поражающее воздействие – оно способно вызывать масштабную панику и гражданский хаос. Причем для достижения этой цели совсем не нужно устраивать широких эпидемий. Необходимо просто показать всем наличие такой угрозы и незащищенность от нее. Примером этого явились события осени 2001 года (США), когда почтовые конверты со спорами сибирской язвы посеяли панику во всем мире. Специалисты уже окрестили это явление – психотерроризм. Самый страшный психологический удар пришелся на США.

Как всякий терроризм, биотерроризм имеет, прежде всего, политико-идеологические корни. Характер преследуемых целей и задач – борьба за власть и политико-экономическое влияние в современном мире – требует от террористов XXI века осуществления глобальных акций, способных самым серьезным образом воздействовать на населения и правительства разных стран. Реализация этих целей возможна только путем применения или угрозой применения какого-либо из видов оружия массового поражения: ядерного, химического или биологического.

Анализируя произошедшие с 1960 года террористические акты, специалисты Монтерейского института международных исследований выделили в качестве основных мотивов для совершения террористических действий следующие [5]:

- продвижение националистических или сепаратистских целей;
- ответ или месть на реальную или ощущаемую несправедливость;
- протест против политики, проводимой государством;
- защита прав животных.

Мотивации, лежащие в основе террористических инцидентов с применением оружия массового уничтожения, эволюционируют во времени. У террористов 60-х – 70-х годов главным мотивом было рекламирование целей, доведение их до возможно более широкой общественной аудитории. В период с 1975 по 1989 год преобладающей мотивацией являлось несогласие с проводимой государством политикой. С начала 90-х годов на первые позиции вышли продвижение националистических и сепаратистских целей. В 1993 году после террористических актов, осуществленных религиозной культовой организацией Аум Синрикё, мотивация которой – апокалиптические идеи, на первое место вышли эти три мотивирующих фактора. Именно они преобладают, если рассматривать только случаи биотерроризма.

В последние десятилетия увеличилось количество применения биологических объектов диверсионными методами при проведении террористических актов.

В 1972 году в США при аресте фашистской группы «Орден восходящего солнца» было изъято более 30 кг культуры возбудителя брюшного тифа. Ее планировали использовать для заражения системы водоснабжения города Чикаго и других городов США.

В «Комсомольской правде» (от 15.10.99 г.) описан случай, когда в 1995 году диверсанты из таджикской оппозиции заразили желтухой почти весь личный состав одного из ракетных дивизионов 201 миротворческой дивизии (закачали в арбузы и персики мочу больных желтухой).

В 2001 году в США по почте рассылались письма со спорами порошка сибирской язвы. Несколько человек погибло, несколько десятков человек заболело. За считанные дни раскупили все противогазы и медицинские средства защиты от язвы.

Специалисты по борьбе с терроризмом считают, что наиболее доступными биологическими агентами для проведения терактов являются:

- возбудители опасных инфекций (сибирской язвы, натуральной оспы, туляремии и др.);
- токсины (ботулотоксины, нейротоксины).

Биологические агенты могут быть похищены из учреждений, осуществляющих производство вакцинных препаратов от особо опасных инфекций. Кроме того, БА могут быть получены нелегально в лабораторных условиях. Специалисты из секты «Аум Синрикё» (Япония) планировали работы по получению ряда биологических рецептов.

## 2. Исходные данные и задание для выполнения РГР 3

### 2.1 Общая информация

Любой из тысячи биологических патогенов, который способен вызывать заболевание у человека, может рассматриваться в качестве потенциального биологического оружия.

В действительности применение только немногих из них может иметь тяжелые последствия и оказать серьёзное воздействие на систему здравоохранения. Чтобы сконцентрировать усилия по противодействию угрозе применения биологических патогенов, важно, чтобы эти патогены были идентифицированы и расставлены в порядке их значимости. Существуют различные списки агентов биологического оружия или потенциально опасных биологических агентов. В большинстве случаев оценка потенциальной опасности патогенов для биологической войны или терроризма исторически основывалась на их стратегической значимости на поле сражения и критериях для защиты армии.

Однако по ряду характеристик мирное население отличается от военного состава. Это – более широкий возрастной диапазон, состояние здоровья и другие характеристики, которые способны значительно усилить последствия биологической атаки для мирного населения. Так, мирное население может быть гораздо более уязвимо к пищевому терроризму и терроризму, распространяемому через воду.

В 1999 году были разработаны общие критерии отбора биологических агентов, наиболее опасных для мирного населения. Выбор агентов производился по критериям:

- воздействие на систему здравоохранения, основанное на заболевании и гибели людей;
- способность к массовому и эффективному поражению населения, основанная на стабильности агента, способности к крупномасштабному производству и распространению агента, возможности агента передаваться от человека к человеку;
- реакция общества, в основе которой лежит страх возможной дезорганизации общества;
- необходимость специальной подготовленности системы здравоохранения, в основе которой – требования создания резервов, усиление надзора или потребностей диагностики.

На основе рассмотренных списков и принятых критериев в список наиболее опасных для мирного населения биологических агентов было отобрано около 40 биологических агентов (вирусы или вирусные группы, бактерий, риккетсии, грибы и токсины). Были сформированы 3 категории, включающие агенты по степени угрозы для мирного населения, часть которых приведена в таблице 11 [5].

## 2.2 Задание

1. Из таблицы 11, в соответствии с порядковым номером, выбрать биологический агент теоретически возможного применения террористами.

2. Описать его патогенное воздействие: вирулентность, контагиозность, устойчивость и др.

3. Привести возможные способы доставки на территорию; переносчики и носители возбудителя болезни; методики определения вида и источника возбудителя заболевания. 4. Разработать мероприятия по локализации и профилактике возникшей болезни.

5. Оценить вероятность поражения населения от выбранного вида биологического агента.

Таблица 11 – Категории распределения опасных биологических агентов

Биологические агенты		Заболевания
<b>Категория А</b>		
1	<i>Variola major</i>	Оспа натуральная
2	<i>Bacillus anthracis</i>	Сибирская язва
3	<i>Yersinia pestis</i>	Чума
4	<i>Clostridium botulinum</i> (ботулинические токсины)	Ботулизм
5	<i>Francisella tularensis</i>	Туляремия
6	Филовирусы и Аренавирусы (например вирусы Эбола и Ласса)	Вирусные геморрагические лихорадки
<b>Категория Б</b>		
7	<i>Coxiella burnetii</i>	Лихорадка Ку
8	<i>Brucella</i> spp.	Бруцеллёз
9	<i>Burkholderia mallei</i>	Сап
10	<i>Burkholderia pseudomallei</i>	Мелиодоз
11	Alphaviruses (ВЭЛ, ВсЭЛ, ЗЭЛ <sup>а</sup> )	Энцефалит
12	<i>Rickettsia prowazekii</i>	Сыпной тиф
13	Токсины (например, Ризин, Стафилококковый энтеротоксин В)	Токсические синдромы
14	<i>Chlamydia psittaci</i>	Орнитозы
15	Патогены угрожающие пищевой безопасности (e.g., <i>Salmonella</i> spp., <i>Escherichia coli</i> O157:H7)	

16	Патогены угрожающие водной безопасности (e.g., <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Cryptosporidium parvum</i> )
<b>Категория С</b>	
17	Возникающие опасные агенты (например Nipah вирус, хантавирусы)

<sup>a</sup>Вирусы венесуэльского энцефаломиелимита лошадей (ВЭЛ), восточного энцефаломиелимита лошадей (ВсЭЛ) и западного энцефаломиелимита лошадей (ЗЭЛ)

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение понятию «биотерроризм».
2. Перечислите критерии, по которым происходит оценка степени опасности того или иного биологического агента как средства биотерроризма.
3. Какими причинами обусловлена привлекательность использования опасных биологических агентов в террористических целях?
4. Что такое химерные микроорганизмы?
5. Какова, по мнению Всемирной организации здравоохранения, степень защищенности стран мира от угрозы биологического терроризма?
6. Как, по мнению Всемирной организации здравоохранения, можно повысить степень защищенности стран мира от угрозы биологического терроризма?
7. Какое количество разновидностей опасных биологических агентов выделено в Центре контроля за инфекционными заболеваниями в США как наиболее вероятных для использования при биотеррактах?
8. На какие группы было предложено разделить потенциально опасные для применения террористами биологические агенты?
9. Какие меры по противодействию биотерроризму предпринимаются в Казахстане?
10. Какую помощь в анализе эпидемических ситуаций могут оказать современные геоинформационные технологии?

## Список литературы

1. Мельниченко Д.А., Бражников М.М., Зацепин Е.Н. и др. Безопасность жизнедеятельности человека. В 3 ч. Ч. 2: Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность: учеб.-метод. пособие / Д.А. Мельниченко и др. – Минск: БГУИР, 2017. – 98 с.
2. Мархоцкий Я. Л. Основы радиационной безопасности населения: Учеб. пособие / Я. Л. Мархоцкий. — Минск: Высш. шк., 2011. – 224 с.
3. Основы химической и биологической безопасности: Учебное пособие / Н.Н. Рахимова. – Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2017. – 259 с.
4. Дыхан Л.Б. Основы биологической безопасности: Учебное пособие / Л.Б. Дыхан. – Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2018. – 98 с.
5. Лобанова Т. П., Иванькина Т. Ю., Кисурина М. И. Биобезопасность: Учебное пособие / Т.П. Лобанова, Т.Ю. Иванькина, М.И. Кисурина. – 2002. <https://www.nehudlit.ru/books/detail5951.html>

## Приложение 1

Таблица 1.1 – Избыточное давление ударной волны при различных мощностях боеприпаса и расстояниях до центра взрыва

Мощность боеприпаса $q$ , кг	Избыточное давление ударной волны $\Delta P_{\phi, \max}$ , кгс/см <sup>2</sup>									
	2,0	1,5	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
	Расстояние до центра (эпицентра) взрыва $R_x$ , км									
100	0,68	0,77	1,00	1,20	1,30	1,40	1,60	1,70	2,10	2,50
	0,92	1,05	1,20	1,30	1,40	1,50	1,70	1,90	2,20	2,60
200	0,86	0,97	1,20	1,40	1,50	1,60	1,80	1,90	2,50	2,90
	1,15	1,35	1,50	1,60	1,70	1,80	2,00	2,20	2,60	3,00
300	0,98	1,10	1,37	1,57	1,67	1,85	2,07	2,27	2,80	3,35
	1,35	1,50	1,70	1,83	1,93	2,10	2,30	2,55	2,93	3,60
500	1,15	1,30	1,70	1,90	2,00	2,30	2,60	3,00	3,40	4,20
	1,60	1,80	2,10	2,30	2,40	2,60	2,80	3,20	3,60	4,40
1000	1,50	1,70	2,20	2,40	2,70	3,00	3,30	3,60	4,30	5,00
	2,00	2,30	2,90	3,00	3,40	3,50	3,60	4,00	4,50	5,40

Таблица 1.2 – Уровень радиации  $P_{I \max}$  на оси наземного взрыва на 1 ч в зависимости от скорости ветра  $P/ч$

$R_x$ , км	Мощность боеприпаса $q$ , кг						
	50	100	200	300	500	1000	2000
	Скорость ветра 25 км/ч						
2	8500	14 000	25 000	35 700	57 000	100 000	195 000
4	3200	5700	10 000	14 300	23 000	44 000	64 800
6	2000	3600	6800	9200	14 000	28 000	52 800
8	1200	2400	4700	6800	11 000	19 000	34 900
10	830	1500	3200	4800	8000	15 000	27 300
12	620	1200	2500	3600	5600	11 000	21 600
	Скорость ветра 50 км/ч						
2	5000	9350	17 100	26 800	38 100	69 200	12 5500
4	2200	4000	7500	10 700	17 000	31 000	59 800
6	1400	2610	4750	6700	10 500	20 800	36 800
8	910	1740	3010	4800	6900	13 000	24 600
10	730	1260	2400	3500	5300	9900	18 000
12	560	1030	1900	2880	4300	8800	16 000

Таблица 1.3 – Доза проникающей радиации при различных мощностях боеприпаса и расстояниях до центра взрыва

Мощность боеприпаса $q$ , кг	Доза проникающей радиации, Р							
	0	5	10	20	30	50	100	200
	Расстояние до центра взрыва, км							
50	2,7	2,6	2,5	2,3	2,2	2,05	1,8	1,7
100	2,9	2,8	2,7	2,5	2,4	2,25	2,1	1,9
200	3,2	3,1	3,0	2,7	2,6	2,5	2,3	2,1
300	3,3	3,2	3,1	2,8	2,7	2,6	2,5	2,3
500	3,5	3,4	3,2	3,0	2,9	2,75	2,6	2,4
1000	3,8	3,65	3,45	3,25	3,1	3,0	2,8	2,65
2000	4,2	4,0	3,8	3,6	3,45	3,25	3,15	2,95

Таблица 1.4 – Коэффициент условий расположения убежищ,  $K_p$

Условие расположения	$K_p$ ,
Отдельно стоящее убежище вне застройки	1
Отдельно стоящее убежище в районе застройки	2
Встроенное в отдельно стоящем здании убежище:	
для выступающих из поверхности земли стен	2
для перекрытий	4
Встроенное внутри производственного комплекса или жилого квартала убежище:	
для выступающих из поверхности земли стен	4
для перекрытий	8

Таблица 1.5 – Толщина слоя половинного ослабления радиации для различных материалов

Материал	Толщина слоя, см	
	Гамма-излучения радиоактивного заражения	Гамма-излучения проникающей радиации
Вода	13	23
Древесина	18,5	33
Грунт, кирпич	8,1	14,4
Бетон	5,7	10
Кладка бутовая	5,4	9,6
Глина утрамбованная	6,3	11

## Приложение 2

Таблица 2.1 – Исходные данные к заданию (РГР 1, варианты 1-6)

Параметр		Номер варианта					
		1	2	3	4	5	6
Тип и размещение ЗС		Убежище встроенное					
Основное оборудование убежища		Воздухоснабжение – 3 комплекта ФВК-1; 1 комплект ЭВР-72-2. Водоснабжение – от общезаводской системы; аварийный запас воды – 5400 л. Электроснабжение – от сети объекта; аварийный источник питания – аккумуляторные батареи					
Другие характеристики убежища расчетные нагрузки, $\Delta P_{ф.тр.еб.}$ ,		1,0	1,5	2,0	1,0	1,5	2,0
перекрытие, см	слой бетона $h_1$	35	40	45	50	55	60
	слой грунта $h_2$	20	25	30	35	40	45
площади помещений, м <sup>2</sup>	$S_n$	265	275	285	295	300	310
	$S_{доп}$	100	95	90	85	80	75
высота помещений, м		2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
Персонал участка 1 $N_1$ , чел		390	243	296	300	431	370
Персонал участка 2 $N_2$ , чел		300	450	400	399	431	500
Удаление от убежища, м	участка 1	50	100	150	200	250	300
	участка 2	300	250	200	150	100	50
Время на укрытие $t_3$ , мин		8	9	10	9	8	8
Продолжительность пребывания Т, сут		2	3	2	3	2	3
Удаление объекта от вероятной точки прицеливания $R_r$ , км		4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4
Мощность боеприпаса $q$ , кт		100	200	300	500	1000	1000
Вид взрыва		Воздушный			Наземный		
Вероятное отклонение $R_{отк}$ , км		2,4	2,1	1,75	1,8	1,0	1,1
Скорость ветра $V_{с.в.}$ , км/ч		25	25	25	50	50	50
Частные показатели	$K_{оп}$	0,9	0,9	0,9	0,95	0,95	0,95
	$K_{обуч}$	0,8	0,8	0,8	0,85	0,85	0,85
	$K_{гот}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Климатическая зона		1	2	3	1	2	3

Таблица 2.2 – Исходные данные к заданию (РГР 1, варианты 7-12)

Параметр		Номер варианта					
		7	8	9	10	11	12
Тип и размещение ЗС		Убежище встроенное					
Основное оборудование убежища		Воздухоснабжение – 3 комплекта ФВК-1; 1 комплект ЭВР-72-2. Водоснабжение – от общезаводской системы; аварийный запас воды – 5400 л. Электроснабжение – от сети объекта; аварийный источник питания – аккумуляторные батареи					
Другие характеристики убежища расчетные нагрузки, $\Delta P_{ф.треб.}$ ,		1,0	1,5	2,0	1,0	1,5	2,0
перекрытие, см	слой бетона $h_1$	45	35	55	40	35	45
	слой грунта $h_2$	25	30	35	45	40	35
площади помещений, м <sup>2</sup>	$S_n$	320	330	340	350	360	370
	$S_{доп}$	70	65	60	55	50	45
высота помещений, м		3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7
Персонал участка 1 $N_1$ , чел		479	437	394	302	459	525
Персонал участка 2 $N_2$ , чел		400	450	500	600	450	400
Удаление от убежища, м	участка 1	350	200	250	300	250	100
	участка 2	50	150	100	250	80	150
Время на укрытие $t_3$ , мин		9	8	8	9	8	8
Продолжительность пребывания Т, сут		2	3	2	3	2	3
Удаление объекта от вероятной точки прицеливания $R_r$ , км		4,8	5,2	5,1	5,0	5,3	5,5
Мощность боеприпаса $q$ , кт		100	200	300	500	1000	1000
Вид взрыва		Воздушный			Наземный		
Вероятное отклонение $R_{отк}$ , км		2,3	2,3	1,75	0,6	0,8	1,0
Скорость ветра $V_{с.в.}$ , км/ч			25	25	50	50	50
Частные показатели	$K_{оп}$	0,9	0,9	0,9	0,95	0,95	0,95
	$K_{обуч}$	0,8	0,8	0,8	0,85	0,85	0,85
	$K_{гот}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Климатическая зона		1	2	3	1	2	3

**Примечание.** На объекте не ожидается сильных пожаров и загазованности воздуха вредными веществами.

## Содержание

1	Оценка надежности защиты производственного персонала от радиации в чрезвычайных ситуациях (РГР 1).	3
2	1. Теоретический материал	3
3	1.1 Оценка защитных сооружений по вместимости	7
4	1.2 Оценка защитных сооружений по защитным свойствам	8
5	1.3. Оценка систем жизнеобеспечения защитных сооружений	10
6	1.4 Оценка защитных сооружений по своевременному укрытию производственного персонала	11
7	2. Примеры решения задач	12
8	3. Исходные данные для выполнения РГР 1	18
9	Оценка химической обстановки в чрезвычайных ситуациях (РГР 2)	19
10	1. Теоретический материал	19
11	2. Методика оценки химической обстановки	22
12	2.1 Определение размеров и площади зоны химического заражения	22
13	2.2 Определение времени подхода зараженного воздуха к определенному рубежу (объекту)	23
14	2.3 Определение времени поражающего действия СДЯВ	24
15	2.4 Определение границ возможных очагов химического поражения	24
16	2.5 Определение возможных потерь населения в очаге химического поражения	25
17	3. Примеры решения задач	25
18	4. Исходные данные для выполнения РГР 2	27
19	Биологический терроризм: оценка степени опасности штамма и разработка защитных мероприятий (РГР 3)	29
20	1. Теоретическая часть	30
21	2. Исходные данные и задание для выполнения РГР 3	33
22	2.1 Общая информация	33
23	2.2 Задание	34
24	Список литературы	36
25	Приложение 1	36
26	Приложение 2	39

Приходько Николай Георгиевич

БИОЛОГИЧЕСКАЯ, ХИМИЧЕСКАЯ И РАДИАЦИОННАЯ  
БЕЗОПАСНОСТЬ

Методические указания к выполнению расчетно-графических работ для  
бакалавров специальности  
6В11201 – Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды

Редактор:

Жанабаева Е.Б.

Специалист по стандартизации:

Ануарбек Ж.А.

Подписано в печать \_\_. \_\_. \_\_.

Тираж 50 экз.

Объем 3,0 уч.-изд. л.

Формат 60x84 1/16

Бумага типографская №1

Заказ Цена 1500 тг

Копировально-множительное бюро  
некоммерческого акционерного общества  
«Алматинский университет энергетики и связи»  
050013 Алматы, Байтурсынова, 126/1