

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра производственной и экологической безопасности

***ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ЗАЩИТЫ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЕРСОНАЛА
В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ***

Методическое пособие
для практических занятий по дисциплине
«Защита населения и хозяйственных объектов
в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность»
для студентов всех специальностей и форм обучения БГУИР

Минск 2005

УДК 621.039 (075.8)
ББК 68.69 я 73
О 93

А в т о р ы:
И.С. Асаенок, А.И. Навоша, А.И. Машкович, К.Д. Яшин

Оценка надежности защиты производственного персонала в чрезвычайных ситуациях: Метод. пособие для практич. занятий по дисц. «Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность» для студ. всех спец. и форм обуч. БГУИР / И.С. Асаенок, А.И. Навоша, А.И. Машкович, К.Д. Яшин. – Мн.: БГУИР, 2005. – 32 с.
ISBN 985–444–759–6

Методическое пособие содержит оценку надёжности защиты рабочих и служащих промышленного объекта путём укрытия их в защитных сооружениях в чрезвычайных ситуациях. Изложены методика решения и варианты задач для самостоятельной работы. В приложениях приведены справочные материалы.

УДК 621.039 (075.8)
ББК 68.69 я 73

ISBN 985–444–759–6

© Коллектив авторов, 2005
© БГУИР, 2005

1. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗАЩИТЕ НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Одной из главных задач гражданской обороны является защита населения в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени. Объем и характер защитных мероприятий определяются особенностями отдельных объектов и районов, а также обстановки, которая может сложиться в результате чрезвычайных ситуаций.

В настоящее время планируются и проводятся в комплексе три основных способа защиты: укрытие населения в защитных сооружениях; эвакуация рабочих и служащих предприятий, учреждений и организаций в загородную зону; использование населением средств индивидуальной защиты.

Способ защиты населения будет зависеть от многих факторов, но основными из них будут: особенности сложившейся обстановки, наличие времени для проведения защитных мероприятий и другие. Сроки проведения защитных мероприятий могут оказаться крайне ограниченными, поэтому прежде всего необходимо укрытие населения в защитных сооружениях по месту его пребывания – на работе, учебе, 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 надежную защиту людей от воздействия поражающих факторов оружия массового поражения. Надежность 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, тамбуры, шлюзы, а к вспомогательным – фильтровентиляционные камеры, дизельные электростанции, медицинская комната, санитарные узлы и другие.

Помещения для размещения укрываемых рассчитываются на определенное количество людей: на одного человека предусматривается не менее $0,5 \text{ м}^2$ площади пола и $1,5 \text{ м}^3$ 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. Расстояния от зданий и сооружений принимаются равными 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 перегороденных между собой герметическими дверями. Снаружи входа размещается прочная защитно-герметическая дверь.

Убежище оборудуется различными инженерными системами: воздухо-снабжения, 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 м³/ч, а по режиму фильтровентиляции – от 2 до 8 м³/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.

2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОЦЕНКИ НАДЁЖНОСТИ ЗАЩИТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЕРСОНАЛА ОБЪЕКТА

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

Определение надёжности защиты производственного персонала производится в следующей последовательности.

А. 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.

Б. Определяется возможность своевременного доведения сигналов оповещения ГО до рабочих и служащих. Показателем надёжности защиты производственного персонала с учётом оповещения является коэффициент K_{on} :

$$K_{on} = N_{on} / N, \quad (2)$$

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

В. 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.

Г. Определяется готовность убежищ к приёму укрываемых. Для этого определяется время, в течение которого убежища, используемые в мирное время в хозяйственных целях, могут быть подготовлены к приёму 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 приёму укрываемых. Для оценки надёжности защиты в расчёт принимаются только те ЗС, для которых выполняется условие:

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

Показателем, характеризующим надёжность защиты персонала в зависимости от готовности ЗС, является коэффициент K_{zom} :

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

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

Д. Анализируются результаты оценки надёжности по всем четырём частным показателям. На основе анализа определяется коэффициент надёжности защиты рабочих и служащих объекта $K_{н.з}$. Коэффициент надёжности защиты $K_{н.з}$ выбирается по минимальному значению из частных показателей – $K_{инж.з}$, $K_{оп}$, $K_{обуч}$, K_{zom} .

Значения показателей $K_{оп}$, $K_{обуч}$ и K_{zom} 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_{zom} – неготовностью убежищ к приёму укрываемых.

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

3. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЕРСОНАЛА ОБЪЕКТА

Оценка инженерной защиты рабочих и служащих на объекте заключается в определении показателей, характеризующих способность ЗС обеспечить надёжную 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 надёжности защиты производственного персонала.

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

- а) удаление объекта от вероятной точки прицеливания R_c , км;
- б) ожидаемая мощность ядерного боеприпаса q , кт, и вид взрыва;
- в) вероятное максимальное отклонение боеприпаса от точки прицеливания $R_{отк}$, км;
- г) данные о среднем ветре: $V_{с.с}$ – скорость среднего ветра, преобладающего в районе расположения объекта, км/ч; направление среднего ветра (принимается самое неблагоприятное – в сторону объекта);
- д) общее количество рабочих и служащих, подлежащих укрытию;
- е) распределение рабочих и служащих по участкам работ и их удаление от ЗС;

ж) характеристики ЗС: типы ЗС (убежище, противорадиационное укрытие (ПРУ)); избыточное давление, которое выдерживают конструкции сооружения ($P_{ф.защ}$); 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 ёмкостей систем водо- и электроснабжения;

з) климатическая зона (I, II, III, IV) района расположения объекта.

Оценка инженерной защиты производственного персонала проводится по этапам, методика которых приведена в пп. 3.1 – 3.4.

3.1. Оценка защитных сооружений по вместимости

Вместимость ЗС объекта определяется в соответствии с нормами объемно-планировочных решений. Помещения для укрываемых строятся из расчёта, чтобы на одного укрываемого приходилось $S_1 = 0,5 \text{ м}^2$ площади пола при двухъярусном и $S_1 = 0,4 \text{ м}^2$ при трёхъярусном расположении нар. Нижний ярус для сидения – из расчёта $0,45 \cdot 0,45 \text{ м}$ на человека и верхний для лежания – из расчёта $0,55 \cdot 1,8 \text{ м}$ на человека. При длине нар 180 см число мест для лежания составляет 20 % вместимости убежища при двухъярусном расположении нар и 30 % – при трёхъярусном. Двухъярусные нары устанавливаются при высоте помещения от $2,15$ до $2,9 \text{ м}$, трёхъярусные – при высоте более $2,9 \text{ м}$. Внутренний объём помещения V_1 должен быть не менее $1,5 \text{ м}^3$ на укрываемого. При определении объёма помещения на одного укрываемого учитывается объём всех помещений в зоне герметизации V_o .

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

а) рассчитывается количество мест для укрываемых M на имеющейся площади S_n исходя из установленных норм на одного человека S_1 :

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

б) проверяется соответствие объёма помещений в зоне герметизации на одного укрываемого. Для этого рассчитывается объём всех помещений в зоне герметизации V_o по общей площади всех помещений в зоне S_o и высоте помещения $h_{o,n}$:

$$V_o = S_o \cdot h_{o,n}. \quad (7)$$

Тогда объём помещений, приходящийся на одного укрываемого:

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

Если $V_1 \geq 1,5 \text{ м}^3/\text{чел.}$, то расчётная вместимость M принимается за фактическую вместимость ЗС;

в) определяется необходимое количество нар: при установке двухъярусных нар $N = M / 5$ и при установке трёхъярусных нар $N = M / 6$;

г) определяется показатель $K_{вм}$, характеризующий защитное сооружение по вместимости:

$$K_{вм} = M / N, \quad (9)$$

где N – численность персонала, подлежащего укрытию.

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

3.2. Оценка защитных сооружений по защитным свойствам

На этом этапе определяются защитные свойства ЗС и оценивается возможность надёжной защиты укрываемых людей от воздействия избыточного давления ударной волны и радиационных излучений, ожидаемых на объекте. Оценка возможностей надёжной 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 $\Delta P_{ф.макс}$, ожидаемого на объекте, т.е. $\Delta P_{ф.треб} = \Delta P_{ф.макс}$. Значение избыточного давления во фронте ударной волны $\Delta P_{ф.макс}$ определяется по прил. 1.

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

$$R_x = R_z - R_{отк}, \quad (10)$$

где R_z – 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/см², учитывая, что $1 \text{ кгс/см}^2 \cong 100 \text{ кПа}$;

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

$$K_{осл.рз.треб} = \frac{D_{рз.макс}}{D_{дон}} = \frac{5P1_{макс} (t_n^{-0,2} - t_k^{-0,2})}{50}, \quad (11)$$

где $D_{рз.макс}$ – максимальная доза на открытой местности за 4 суток;

$P1_{макс}$ – максимальный уровень радиации на 1 ч после взрыва, ожидаемый на объекте и определяемый по прил.2;

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

t_n – время заражения относительно момента взрыва (ч), определяется из выражения

$$t_n = R_x / V_{с.в} + t_{вып}, \quad (12)$$

здесь $V_{с.в}$ – скорость ветра;

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

t_k – время окончания заражения, ч, рассчитываемое из соотношения

$$t_k = t_n + 96 \text{ ч.}$$

Если в районе расположения объекта ожидается действие проникающей радиации, то ее дозу необходимо учитывать (см. прил. 2) путем суммирования с величиной $D_{pz.макс}$.

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

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

$$K_{осл.защ} = K_p \cdot \prod_{i=1}^n 2^{h_i/d_i}, \quad (13)$$

где K_p – коэффициент, учитывающий расположение убежища, определяемый по прил. 4;

n – число защитных слоёв материалов перекрытия ЗС;

h_i – толщина i -го защитного слоя;

d_i – толщина i -го слоя половинного ослабления радиации, см (определяется по прил. 5).

4. Выбираются защитные сооружения, у которых защитные свойства не ниже требуемых. Определяется показатель $K_{з.м}$, характеризующий инженерную защиту рабочих и служащих объекта по защитным свойствам:

$$K_{з.м} = N_{з.м} / N,$$

где $N_{з.м}$ – 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.

3.3. Оценка систем жизнеобеспечения защитных сооружений

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

А. Оценка системы воздухообеспечения. Расчёт оборудования этой системы ведётся 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 м³/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 м³/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 м³ воздуха в час, в режиме II – 300 м³/ч. При недостаточной подаче воздуха вышеуказанными комплектами предусматривается установка дополнительных электроручных вентиляторов ЭРВ-72-2 (расчётная подача воздуха 900 – 1300 м³/ч) или ЭРВ-72-3 (подача воздуха 1300 – 1800 м³/ч).

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

$$N_{o.возд}I(II) = \frac{W_o I(II)}{WI(II)}, \quad (14)$$

где $W_o I(II)$ – общая производительность системы в заданном режиме, м³/ч;

$WI(II)$ – норма подачи воздуха на одного человека в час, $\text{м}^3/(\text{ч}\cdot\text{чел.})$.

При необходимости система воздухообмена оценивается также по режиму III и делаются выводы о её возможностях.

Б. Оценка системы водоснабжения. Для этого определяется запас воды в имеющихся емкостях $W_{3.вод}$, 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 $W_{вод}$, л/чел.:

$$N_{о.вод} = \frac{W_{3.вод}}{W_{вод} \cdot C}. \quad (15)$$

По результатам расчёта делаются соответствующие выводы.

В. 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) $K_{ж.о}$ одной из систем:

$$K_{ж.о} = N_{ж.о} / N, \quad (16)$$

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

3.4. 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 п. «а» и «б», оценка ЗС по своевременному укрытию персонала производится в следующей последовательности:

1) определяется время, необходимое рабочим, чтобы дойти до ЗС и занять в нем место;

2) сравнивается необходимое время для укрытия рабочих с заданным;

3) рассчитывается показатель (коэффициент) $K_{своев}$, характеризующий инженерную защиту объекта по своевременному укрытию персонала:

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

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

4) 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 надёжности защиты работающей смены объекта $K_{н.з}$ по минимальному значению из рассчитанного $K_{инж.з}$ и заданных $K_{оп}$, $R_{обуч}$, $R_{гот}$. Затем намечаются пути и меры по повышению надёжности защиты рабочих и служащих объекта.

4. ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПО ОЦЕНКЕ НАДЁЖНОСТИ ЗАЩИТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЕРСОНАЛА ОБЪЕКТА

Задача. Определить коэффициент надёжности 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 $\Delta P_{ф.защ} = 1 \text{ кгс/см}^2$. Перекрытия убежища состоят из двух слоёв – бетона $h_1 = 40 \text{ см}$ и грунта $h_2 = 25 \text{ см}$. Площадь помещений убежища S_o : помещения для укрываемых $S_n = 285 \text{ м}^2$, другие площади в зоне герметизации (тамбур-шлюз – 10 м^2 , санитарный пост – 2 м^2 , вспомогательные помещения – $68,5 \text{ м}^2$) $S_{дон} = 80,5 \text{ м}^2$. Высота помещения $h_{в.п} = 2,4 \text{ м}$. 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 $t_{зан} \leq 8 \text{ мин}$.

Продолжительность непрерывного пребывания людей в убежище $T = 3 \text{ сут}$.

Удаление объекта от вероятной точки прицеливания $R_r 5,1 \text{ км}$.

Ожидаемая мощность ядерного боеприпаса $q 1 \text{ Мт}$, взрыв – наземный.

Вероятное максимальное отклонение боеприпаса от точки прицеливания $R_{отк}$ 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, $K_{он}$ = 0,9.

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

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

Последовательность решения задачи

Оценку инженерной защиты рабочих и служащих объекта производим согласно методике, изложенной в разд. 3, используя исходные сведения задачи на каждом этапе решения.

1. 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 расчётной нормы площади на одного укрываемого $S_1 = 0,5 \text{ м}^2/\text{чел}$. Тогда расчётное количество мест в убежище M на площади для укрываемых S_n составит

$$M = S_n / S_1 = 285 / 0,5 = 570 . \quad (18)$$

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

$$V_1 = V_o / M = S_o \cdot h_{в.н} / M ,$$

где S_o – общая площадь помещений в зоне герметизации;

$h_{в.п}$ – высота помещений, м.

Следовательно:

$$V_1 = 365,5 \cdot 2,4 / 570 = 1,54 \text{ м}^3/\text{чел.} \quad (19)$$

Таким образом, вместимость убежища соответствует расчётному 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 N :

$$N = 570 / 5 = 114 \text{ нар.} \quad (20)$$

Определяем коэффициент вместимости $K_{в.м}$, характеризующий возможности убежища по укрытию рабочих и служащих объекта:

$$K_{в.м} = M / N = 570 / 710 = 0,8. \quad (21)$$

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.

2. Оценка убежища по защитным свойствам

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

Определяем требуемые защитные свойства убежища:

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

$$R_x = R_r - R_{отк} = 5,1 - 1,1 = 4 \text{ км} . \quad (22)$$

По прил. 1, зная значения $R_x = 4$ км и $q = 1$ Мт для наземного взрыва, находим

$\Delta P_{ф.макс}$. Оно составляет

$$\Delta P_{ф.макс} = 0,5 \text{ кгс/см}^2; \quad (23)$$

по радиационным излучениям – определяем требуемый коэффициент ослабления радиации по формуле

$$K_{осл.рз.треб} = \frac{D_{рз.макс}}{50} = \frac{5 \cdot P_{1макс} (t_H^{-0,2} - t_K^{-0,2})}{50}, \quad (24)$$

где $P_{1макс}$ – максимальный уровень радиации, ожидаемый на объекте, определяемый по прил.3, при $R_x = 4$ км и $V_{с.в} = 50$ км/ч, $P_{1макс} = 31000$ Р/ч;

$$t_H = R_x / V_{с.в} + t_{вып} = 4 / 50 + 1 = 0,08 + 1 = 1 \text{ ч}, \quad (25)$$

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

$$t_K = t_H + 96 = 1 + 96 = 97 \text{ ч}, \quad (26)$$

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

Тогда

$$K_{осл.рз.треб} = \frac{5 \cdot 31000 (1^{-0,2} - 97^{-0,2})}{50} = 1860 . \quad (27)$$

Действия проникающей радиации на объекте при $R_x = 4$ км не ожидается (см. прил. 2).

Определяем защитные свойства убежища:

а) от ударной волны – согласно исходным сведениям $\Delta P_{ф.защ} = 1 \text{ кгс/см}^2$;

б) от радиоактивного заражения – коэффициент ослабления радиации убежищем не задан, поэтому определяем его расчётным путём по формуле

$$K_{осл.защ} = K_p \cdot \prod_{i=1}^n 2^{h_i/d_i} .$$

Известно, что перекрытие убежища состоит из двух слоёв ($n = 2$): слоя бетона h_1 (40 см) и слоя грунта h_2 (25 см). Толщина слоев половинного ослабления материалов от радиоактивного заражения (см. прил. 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. 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: $\Delta P_{\text{ф.защ}} = 1 \text{ кгс/см}^2$ и $\Delta P_{\text{ф.треб}} = 0,5 \text{ кгс/см}^2$, $K_{\text{осл.защ}} = 8200$ 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 $K_{з.м}$ по защитным свойствам:

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

где $N_{з.м}$ – 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.

3. Оценка систем жизнеобеспечения убежища

Системы воздухообеспечения

Исходные сведения: система воздухообеспечения 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 м³/ч, а ЭРВ-72-2 – 900 м³/ч, то подача системы в режиме I:

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

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

$$N_{o.возд} I = W_o I / WI = 4500 / 10 = 450 \text{ чел.}$$

Определяем возможности системы в режиме II (фильтровентиляции). Исходя из того, что подача воздуха одним комплектом ФВК-1 в режиме II составляет 300 м³/ч, общая подача системы в режиме II составит

$$W_o II = 3 \cdot 300 = 900 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

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

$$N_{o.возд} II = W_o II / WII = 900 / 2 = 450 \text{ чел.}$$

Определяем возможности системы в режиме III (регенерации). В комплекте ФВК-1 не имеется регенеративной установки РУ-150/6, поэтому режим III 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 сут.

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 расчётную 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

$$K_{ж.о} = \frac{450}{710} \cong 0,63.$$

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.

4. 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 нём 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 $t_3 = 2 + 2 = 4$ 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 $K_{своев} = 1,0$.

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

Далее определяем коэффициент надежности защиты $K_{н.з}$ работающей смены объекта. Из условий задачи известно, что $K_{оп} = 0,9$; $K_{обуч} = 0,8$; $K_{зот} = 1$; коэффициент инженерной защиты при расчетах составил $K_{инж.з} = 0,63$. Коэффи-

коэффициент надежности защиты выбирается по минимальному значению перечисленных выше коэффициентов. Следовательно,

$$K_{н.з} = 0,63.$$

Так как коэффициент надёжности 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: $W_o I = 4 \cdot 1200 + 900 = 5700 \text{ м}^3/\text{ч}$, а в режиме II – $W_o II = 4 \cdot 300 = 1200 \text{ м}^3/\text{ч}$. Тогда система может обеспечить в режиме I – $N_{о.возд} I = W_o I / WI = 5700 / 10 = 570 \text{ чел.}$, а в режиме II – $N_{о.возд} II = W_o II / WII = 1200 / 2 = 600 \text{ чел.}$

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 $K_{ж.о} = N_{ж.о} / N = 570 / 710 = 0,8$. Возможности инженерной защиты в целом, определяемые минимальным показателем из $K_{в.м}, K_{з.т}, K_{ж.о}, K_{своев}$, теперь будут характеризоваться единой величиной:

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

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 $K_{обуч}$ и своевременности оповещения $K_{оп}$.

5. ВАРИАНТЫ ЗАДАЧ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

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

Исходные данные для определения $K_{н.з}$

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:							
расчётные нагрузки $\Delta P_{ф.защ}$, кгс/см ²		1	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 ²	S_n	265	275	285	295	300	310
	$S_{дон}$	100	95	90	85	80	75
высота помещений, м		2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
Персонал объекта N, чел.		690	693	696	699	862	870
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 T , 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

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:							
расчётные нагрузки $\Delta P_{ф.защ}$, кгс/см ²	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 ²	S_n	320	330	340	350	360	370
	$S_{дон}$	70	65	60	55	50	45
высота помещений, м	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	
Персонал объекта N , чел.	879	887	894	902	909	925	
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 T , 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	25	50	50	50	
Частные показатели	$K_{он}$	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
	$K_{зот}$	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.

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. Показатели, оценивающие защитные свойства убежищ.
4. Назначение основных и вспомогательных помещений в убежищах.
5. Факторы, влияющие на вместимость людей в убежище.
6. Виды убежищ по месту их размещения.
7. Назначение фильтровентиляционного агрегата и режимы его работы.
8. Инженерные системы, оборудуемые в убежищах.
9. Поясните физический смысл коэффициента надежности защиты.
10. Назовите исходные сведения, необходимые для оценки инженерной защиты производственного персонала объекта.
11. Последовательность оценки инженерной защиты производственного персонала объекта.
12. На какой показатель убежища влияет климатическая зона расположения объекта?

ЛИТЕРАТУРА

1. Атаманюк В.Г. и др. Гражданская оборона: Учебник для втузов. – М., 1986.
2. Демиденко Г. П. и др. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения: Справочник. – Киев, 1989.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

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

Мощность боеприпаса q , кг	Избыточное давление ударной волны $\Delta P_{\text{ф макс}}$, кгс/см ²									
	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

Примечание. Верхние числа (расстояние до центра взрыва) приведены для воздушного взрыва, нижние – для наземного.

**Доза проникающей радиации при различных мощностях боеприпаса и
расстояниях до центра взрыва**

Мощность боеприпаса q , кг	Доза проникающей радиации P							
	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

**Уровень радиации $P_{1\text{макс}}$ 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	14000	25000	35700	57000	100000	195000
4	3200	5700	10000	14300	23000	44000	64800
6	2000	3600	6800	9200	14000	28000	52800
8	1200	2400	4700	6800	11000	19000	34900
10	830	1500	3200	4800	8000	15000	27300
12	620	1200	2500	3600	5600	11000	21600
Скорость ветра 50 км/ч							
2	5000	9350	17100	26800	38100	69200	125500
4	2200	4000	7500	10700	17000	31000	59800
6	1400	2610	4750	6700	10500	20800	36800
8	910	1740	3010	4800	6900	13000	24600
10	730	1260	2400	3500	5300	9900	18000
12	560	1030	1900	2880	4300	8800	16000

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 для перекрытий	2 4
Встроенное внутри производственного комплекса или жилого квартала убежище: для выступающих из поверхности земли стен для перекрытий	4 8

Толщина слоя половинного ослабления радиации для различных материалов d , см

Материал	Толщина слоя, см	
	Гамма-излучения радиоактивного заражения	Гамма-излучения проникающей радиации
Вода	13	23
Древесина	18,5	33
Грунт	8,1	14,4
Кирпич	8,1	14,4
Бетон	5,7	10
Кладка кирпичная	8,7	15
Кладка бутовая	5,4	9,6
Глина утрамбованная	6,3	11

Учебное издание

Асаенок Иван Степанович,
Навоша Адам Имполитович,
Машкович Александр Иванович,
Яшин Константин Дмитриевич

**ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ЗАЩИТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЕРСОНАЛА
В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

Методическое пособие

для практических занятий по дисциплине
«Защита населения и хозяйственных объектов
в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность»
для студентов всех специальностей и форм обучения БГУИР

Редактор Н.А. Бебель
Корректор Е.Н. Батурчик
Компьютерная верстка М.В. Шишло

Подписано в печать 31.01.2005.	Формат 60x84 1/16.	Бумага офсетная.
Гарнитура «Таймс».	Печать ризографическая.	Усл. печ. л. 1,98.
Уч.-изд. л. 1,3.	Тираж 250 экз.	Заказ 575.

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
Лицензия на осуществление издательской деятельности №02330/0056964 от 01.04.2004.
Лицензия на осуществление полиграфической деятельности №02330/0133108 от 30.04.2004.
220013, Минск, П. Бровки, 6