Кафедра:

Безопасность Жизнедеятельности

Занятие №9

Тема: “**Расчет противорадиационных укрытий (ПРУ)** ”

5 октября 2009 года.

Разработал: Зав. кафедрой

К.в.н., доцент Цаплин В.В.

Вопросы занятия:

Введение

I. **Факторы, влияющие на коэффициент защиты помещений.**

II. ***Анализ составляющих, определяющих коэффициент защиты ПРУ.***

III. **Методика расчета коэффициента защиты помещения, выбираемого в качестве ПРУ.**

IV. **Оценка эффективности мероприятий по повышению коэффициента защиты ПРУ.**

Заключение

Задание на самоподготовку. Контрольные вопросы

Литература:

1.Безопасность жизнедеятельности. Учебник ЗанькоН.Г., Малаян К.Р., Русак О.Н, издательство Лань.,СПб, 2008г.

3. Учебное пособие: «Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях», часть II, В.К. Смоленский, И.А.Куприянов,СПб ГАСУ,2007г.

1. Факторы, влияющие на коэффициент защиты помещений.

Учитываются две группы факторов, влияющих на ослабление радиоактивных излучений:

- ✔ барьерную и
- ✔ геометрическую.

Сущность **барьерной защиты** - состоит в ионизации атомов вещества с материалом ограждающих конструкций. При этом Гамма-излучение рассеивается в толще материала и теряет значительную часть своей энергии. Степень ослабления излучений зависит от того, сколько электронов вещества вступят во взаимодействие с гамма фотонами. Это можно оценить произведением количества электронов в единице объема материала ограждающих конструкций на его толщину.

Для таких материалов ограждающих конструкций, как кирпич, бетон, железобетон, а также для грунта безразмерные атомные характеристики (отношение удвоенного атомного номера к атомному весу) близки к единице. Поэтому степень (кратность) ослабления излучений материалом стены или перекрытия оценивают одной переменной величиной произведением объемного веса на толщину конструкции.

Геометрическая защита

характеризует ослабление излучений вследствие их рассеивания в объемах помещений, экранирования соседними зданиями и т. д.

Расчетные формулы СНиП II-11-77 имеют вид для помещений:

а) в одноэтажном здании:

$$K_з = \frac{0{,}65 K_1 K_{ст} K_{пер}}{V_1 K_{ст} K_1 + (1 - K_ш)(K_о K_{ст} + 1) K_{пер} K_м}$$

б) в первом этаже многоэтажного здания:

$$K_з = \frac{0{,}65 K_1 K_{ст}}{(1 - K_ш)(K_о K_{ст} + 1) K_м}$$

в) на первом этаже внутри многоэтажного здания, когда ни одна стена помещения непосредственно не соприкасается с зараженной территорией:

$$K_з = \frac{3{,}25K_{ст}}{(1-K_ш)(K_о K_{ст}+1)K_м}$$

г) в заглубленном или обсыпном сооружении без надстройки:

$$K_з = \frac{0{,}77K_{пер}}{V_1+\chi K_{пер}}$$

д) в полностью заглубленном подвале или во внутренней части не полностью заглубленных подвальных и цокольных этажей, а также для не полностью заглубленных подвалов и цокольных этажей при суммарном весе выступающих частей наружных стен с обсыпкой 1000 кгс/м2 и более:

$$K_з = \frac{4{,}5K_п}{V_1+\chi K_п}$$

2. Анализ составляющих, определяющих коэффициент защиты ПРУ.

Коэффициенты геометрической защиты учитывают размеры здания и окружающей застройки, влияющие на ослабление радиоактивных излучений, проникающих в помещение ПРУ.

K_1 - характеризует фронт проникания излучений через все наружные и внутренние стены здания в точке, расположенной в геометрическом центре ПРУ. Принимается, что при суммарном весе наружных и внутренних стен в данном направлении более 1000 кгс/м2 излучения поглощаются ими полностью. определяется по формуле.

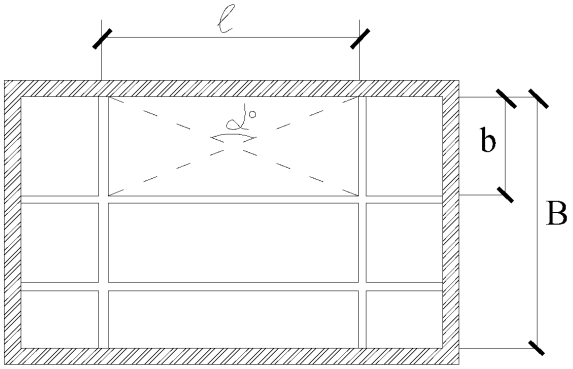
$$K_1 = \frac{360^{\circ}}{36^{\circ} + \sum \alpha_i}$$

где $-\sum \alpha_i$ сумма плоских углов с вершиной в центре помещения, против которых расположены наружные и внутренние стены с суммарным весом менее 1000 кгс/м2. Если суммарный вес всех стен в пределах всех плоских углов более 1000 кгс/м2, то принимают $K_1 = 1$

Вес стен учитывается приведенный, т. е. с учетом ослабления стены проемами.

Пример:

Рис. 1 Схематический план здания



если суммарный вес 1 м² в направлении внутренних стен помещения (рис. 1) превышает 1000 кгс/м2, учитывается только угол и вес наружной стены. Величина угла находится через его тангенс, определяемый по известной длине и ширине помещения ПРУ:

$$\tan\frac{\alpha}{2} = \frac{l}{b}$$

Таким образом, коэффициент K_1, главным образом, **характеризует фронт проникания излучений в ПРУ через наружные стены.**

$K_о$ учитывает снижение поглощающей способности наружных стен за счет оконных и дверных проемов. Значения коэффициента находятся умножением геометрического коэффициента естественной освещенности помещения на числовой коэффициент *m*, зависящий от высоты оконного проема над уровнем чистого пола (табл. 3).

Высота проема $h_о$, м	≤ 0.8	1.5	≥ 2.0
m	0.8	0.15	0.09

Коэффициент естественной освещенности равен отношению общей площади оконных проемов S_o к площади пола помещения S_n

$K_ш$ зависит от ширины здания B и учитывает, какую часть зараженной территории занимает крыша здания. Определяется по первой строке таблицы 29 СНиП (высота помещений не учитывается).

$K_м$ зависит от ширины зараженного участка , примыкающего к зданию, и учитывает экранирующее влияние соседних зданий (табл. 30 СНиП).
При расположении ПРУ в подвале или отдельно стоящем сооружении определяются коэффициенты V_1 и χ

V_1 зависит от ширины и высоты помещения ПРУ и учитывает, какая доля радиации проникает в помещение от радиоактивных осадков, выпавших на крышу (табл. 29 СНиП). Для заглубленных или обсыпных сооружений в высоту помещения включается также вся толщина засыпки.

зависит от вида входа и его защитных свойств и характеризует часть дозы радиации, проникающей в ПРУ через входы. Определяется по формулам:

а) без стенки-экрана у входа:

$$\chi = \sum_{i=1}^{n} K_{вх} \Pi_{90}$$

б) со стенкой-экраном у входа или дверью весом более 200 кгс/м2:

$$\chi = \sum_{i=1}^{n} \frac{K_{вх}}{K_{ст.э}} \Pi_{90}$$

Коэффициент Π_{90} учитывает тип и характеристику входа и определяется по табл. 31 СНиП. Коэффициент $K_{вх}$ характеризует конструктивные особенности и защитные свойства входа и принимается по таблице 32 СНиП. Коэффициент $K_{ст.э}$ находят по таблице 28 (как и). *n* – число входов.

Коэффициенты барьерной защиты учитывают ослабление радиоактивных излучений при их проникновении сквозь массу стен и перекрытия в помещение ПРУ.

Коэффициент $K_{ст}$ для стен учитывает ослабление первичных излучений наружными стенами и зависит от приведенного веса ограждающих конструкций $q_{пр}$:

$$K_{ст} = f(q_{пр})$$

Где:

$$q_{пр} = q_{ст}\frac{S_{ст} - S_o}{S_{ст}}$$

$q_{ст}$ – вес 1 м2 сплошной стены, $S_{ст} = h_1 l$ – площадь стены, S_o – площадь проемов в стене.

Коэффициенты для перекрытий: $K_{пер}$ учитывает ослабление первичных излучений перекрытием отдельно стоящего обсыпного сооружения без надстройки; учитывает ослабление вторичных излучений перекрытием подвала. Они зависят от веса 1 м2 перекрытия. Все коэффициенты барьерной защиты определяются по табл. 28 СНиП в зависимости от веса ограждающих конструкций.

Значение коэффициента защиты помещений в многоэтажных зданиях следует также умножить на коэффициент герметичности $K_г$, в случае, если заражение соседних (смежных и вышележащих) помещений не предотвращено. При $S_o/S_п \le 0{,}3$ $K_г = 0{,}8$, при $S_o/S_п \ge 0{,}5$ $K_г = 0{,}45$ ·

3. Методика расчета коэффициента защиты помещения, выбираемого в качестве ПРУ.

Рассматривается помещение, расположенное на первом этаже многоэтажного здания. Исходные данные для расчета коэффициента защиты помещения приведены в таблице:

Таблица 4

Наименование параметров	Обозначение	Величина
Длина помещения, м	l	9
Ширина помещения , м	b	6
Высота помещения, м	h_1	3
Расстояние от пола до оконного проема, м	h_0	1,2
Площадь оконных проемов, м^2	$S_о$	7,2
Ширина здания, м	B	13
Ширина примыкающего зараженного участка, м	D	30
Вес 1 м^2 наружной стены, кГс/м^2	$q_{ст}$	680

Принято, что суммарный вес 1 м^2 всех стен, кроме наружной, более 1000 кГ. Ширина всех окон 1,5 м, высота окон – 1,6 м, площадь одного окна – 2,4 м^2. Соседние помещения не герметизированы.

Расчетная формула СНиП для данного случая имеет вид:

$$K_з = \frac{0{,}65 K_1 K_{ст} K_г}{(1 - K_ш)(K_о K_{ст} + 1) K_м}$$

1. Определяем коэффициенты геометрической защиты.

1) Находим α – угол с вершиной в центре помещения напротив наружной стены:

$$\alpha = 2\arctan\frac{l}{b} = 2\arctan\frac{9}{6} = 113^{\circ}$$

определяем K_1:

$$K_1 = \frac{360}{36+113} = 2{,}42$$

2) Вычисляем коэффициент , используя линейную интерполяцию:

$$m = 0{,}8 + \frac{1{,}2-0{,}8}{1{,}5-0{,}8}\left(0{,}15-0{,}8\right) = 0{,}43$$

вычисляем $S_n = lb = 9\cdot 6 = 54$ м²;

определяем $K_{\text{о}}$: $K_{\text{о}} = m\frac{S_{\text{о}}}{S_{\text{п}}} = 0{,}43\frac{7{,}2}{54} = 0{,}0573$

3) Определяем коэффициент интерполяцией по таблице 29 СНиП:

$$K_{\text{ш}} = 0{,}24 + \frac{13-12}{18-12}\left(0{,}33-0{,}24\right) = 0{,}255$$

4) По табл. 30 СНиП находим коэффициент $K_{\text{м}}$: $K_{\text{м}} = 0{,}75$

5) Определяем барьерный коэффициент $K_{\text{ст}}$. Для этого находим приведенный вес 1 м2 наружной стены:

$$S_{ст} = h_1 l = 9 \cdot 3 = 27 \text{ м}^2$$

$$q_{пр} = q_{ст} \frac{S_{ст} - S_o}{S_{ст}} = 680 \frac{27 - 7{,}2}{27} = 498{,}7 \text{ Кг/м}^2$$

Интерполируя по таблице 28 СНиП, определяем: $K_{\text{ст}} = 22 + \frac{498{,}7 - 450}{500 - 450}(32 - 22) = 31{,}73$

6) Находим коэффициент $K_{\text{г}}$. В нашем случае $\frac{S_{\text{о}}}{S_{\text{п}}} = \frac{7{,}2}{54} = 0{,}133 < 0{,}3$

Поэтому $K_{\text{г}} = 0{,}8$

7) Вычисляем первоначальный коэффициент защиты:

$$K_{\text{з}} = \frac{0{,}65 \cdot 2{,}42 \cdot 31{,}73 \cdot 0{,}8}{(1 - 0{,}255)(0{,}0573 \cdot 31{,}73 + 1) \cdot 0{,}75} = 25{,}36$$

Полученное значение меньше минимально допустимого для ПРУ, поэтому требуется провести мероприятия по повышению степени противорадиационной защиты помещения.

Рассмотрим вариант повышения коэффициента защиты путем закладки оконных проемов кирпичом полностью. В этом случае $S_o = 0$, а ,значит, $K_о = 0$

$q_{пр} = q_{ст} = 680$ Кг/м^2 Определяем новое значение коэффициента $K_{ст}$:

$$K_{ст} = 90 + \frac{680 - 650}{700 - 650}(120 - 90) = 108$$

Коэффициент защиты будет равен $K_з = \frac{0{,}65 \cdot 2{,}42 \cdot 108 \cdot 0{,}8}{(1 - 0{,}255)(0 \cdot 108 + 1) \cdot 0{,}75} = 243$

Площадь закладки: $F_з = S_о = 7{,}2$ м^2

Трудоемкость варианта составит $A = a_з F_з = 1{,}5 \cdot 7{,}2 = 10{,}8$ чел/ч

Применим теперь закладку оконных проемов с оставлением 0,3 м сверху. Определяем количество окон:

$$n = \frac{S_о}{2{,}4} = \frac{7{,}2}{2{,}4} = 3$$

Новое значение $S_{\text{о}}$ будет равно $S_{\text{о}} = 1{,}5 \cdot 0{,}3 \cdot n = 0{,}45 \cdot 3 = 1{,}35$ м^2

Величина $h_{\text{о}}$ составит: $h_{\text{о}} = h_{\text{о,нач}} + 1{,}3 = 1{,}2 + 1{,}3 = 2{,}5 > 2$ м

При этом $m = 0{,}09$. Новое значение : $K_{\text{о}}$ $K_{\text{о}} = 0{,}09 \cdot \frac{1{,}35}{54} = 0{,}0023$

Приведенный вес 1 м2 наружной стены: $q_{пр} = q_{ст} \frac{S_{ст} - S_o}{S_{ст}} = 680 \frac{27 - 1{,}35}{27} = 646$ Кг/м^2

$$K_{\text{ст}} = 65 + \frac{646 - 600}{650 - 600}(90 - 65) = 88$$

Новый Коэффициент защиты: $K_{\text{з}} = \frac{0{,}65 \cdot 2{,}42 \cdot 88 \cdot 0{,}8}{(1 - 0{,}255)(0{,}0023 \cdot 88 + 1) \cdot 0{,}75} = 165$

Площадь закладки: $F_{\text{з}} = S_{\text{о,нач}} - S_o = 7{,}2 - 1{,}35 = 5{,}85$

Трудоемкость: $A = a_{\text{з}} F_{\text{з}} = 1{,}5 \cdot 5{,}85 = 8{,}78$ Чел/ч

Дополним предыдущий вариант устройством пристенного экрана из бревен диаметром 20 см. Вес 1 м^2 такого ограждения равен 140 кгс. При этом -

$$q_{ст} = 680 + 140 = 820$$ Кг/м²

$$K_{ст} = 250 + \frac{820 - 800}{900 - 800}(500 - 250) = 300$$

$$K_{з} = \frac{0{,}65 \cdot 2{,}42 \cdot 300 \cdot 0{,}8}{(1 - 0{,}255)(0{,}0023 \cdot 300 + 1) \cdot 0{,}75} = 400$$

Определим высоту экрана. При отметке пола 0,5 м над уровнем земли и устройстве экрана по высоте до уровня верха закладки имеем:

$$h_{э} = h_{о} + 0{,}5 = 2{,}5 + 0{,}5 = 3{,}0$$

Длина экрана равна длине помещения плюс две толщины поперечных стен, которые принимаем по 0,3 м:

$$l_{э} = l + 0{,}6 = 9 + 0{,}6 = 9{,}6$$

Трудоемкость варианта: $A = a_{з}F_{з} + a_{э}F_{э} = 1{,}5 \cdot 5{,}85 + 0{,}8 \cdot 28{,}8 = 31{,}8$ Чел/ч

Последний вариант обладает наибольшей трудоемкостью, но и обеспечивает самый высокий коэффициент защиты. Принимая окончательное решение, надо принять во внимание величину заданного коэффициента защиты и наличие тех или иных материалов.

4. Оценка эффективности мероприятий по повышению коэффициента защиты ПРУ.

Варианты повышения защитных свойств помещений ПРУ необходимо разрабатывать в тех случаях, когда определенный по приведенным выше формулам первоначальный коэффициент защиты оказался меньше указанного в задании на проектирование – $K_{з} < K_{з,зад}$.

Возможны следующие проектные решения по повышению коэффициента защиты.

Для ПРУ в первом этаже многоэтажных зданий

1. Заделка оконных и дверных проемов в ограждающих конструкциях; при этом в расчетных формулах изменяются значения $K_{о}$ и повышается $K_{з}$. Окна заделывают на высоту 1,7м от пола, с оставлением отверстия высотой 0,3 м сверху или полностью.

2. Устройство пристенных экранов из кирпича, камней, мешков с песком, бревен и др. у наружных стен зданий на высоту не менее 1,7 м от отметки пола помещения, с одновременной заделкой оконных проемов на всю толщину стен. В расчетных формулах за счет увеличения суммарного веса стены и экрана значительно повышаются коэффициенты $K_{ст}$ и . $K_{з}$

3. Герметизация смежных и вышележащих над укрытием помещений заделыванием лишних проемов, навеской на оставшиеся проемы в наружных стенах щитов, занавесей, уплотнением притворов внутренних дверей и пр. Это позволит не вводить в формулы коэффициенты $K_г$.

4. Различные сочетания перечисленных основных способов повышения защитных свойств помещений при одновременном варьировании материалов и толщины экрана или обсыпки.

Для ПРУ в подвальных помещениях, а также в заглубленных отдельно стоящих зданиях (дополнительно)

Обсыпка перекрытия слоем грунта, песка, шлака с усилением его в необходимых случаях установкой дополнительных поддерживающих прогонов (балок) и стоек; за счет увеличения веса перекрытия возрастет величина коэффициента $K_п$ или , $K_{пер}$ что приведет к увеличению $K_з$.

Методика оценки и выбора мероприятий по повышению коэффициенты защиты

Задача оценки и выбора разработанных мероприятий, обеспечивающих повышение $K_з$ до заданной величины, является многовариантной задачей. Расчеты по приведенным формулам не сложны, но достаточно трудоемки. Это определяет необходимость автоматизации расчетов с применением ЭВМ. Оценка конкурентоспособных решений, обеспечивающих заданную степень защиты, и выбор лучшего варианта должны производится одновременно с оценкой сравнительной экономической эффективности по определенному критерию.

В качестве критерия сравнительной экономической эффективности мероприятий по повышению защитных свойств ПРУ можно принять минимум трудоемкости работ.

В простейшем случае, для ПРУ в первом этаже многоэтажного здания, если принята заделка окон и пристенный экран, трудоемкость работ определяется по формуле:

$$A = F_з a_з + F_э a_э$$

где $F_з$ – площадь заделки окон: $F_з = (h - h_o) b_o n_o$ м^2

h – высота заделки оконного проема от пола, b_o – ширина окна, n_o – число окон в наружной стене;

$F_э$ – площадь стенки-экрана: $F_э = (h + h_п)(l + 2d)$ м²

$h_п$ – расстояние от планировочной отметки земли до отметки пола первого этажа;

d – толщина поперечных внутренних стен;

$a_з$ И $a_э$ – удельные трудоемкости работ, зависящие от материала и толщины стен либо пристенного экрана.

Трудоемкость работ по герметизации проемов вышерасположенных и смежных помещений определяется по зависимости:

$$A = n_г a_г$$

где $n_г$ – количество герметизируемых проемов, $a_г$ – удельная трудоемкость герметизации.

Выбирается вариант с наименьшими трудозатратами, который может быть реализован с учетом имеющихся возможностей (наличия специалистов, машин и пр.).

Таким образом, эффективность намеченных мероприятий оценивается степенью повышения $K_з$ и сравнительной трудоемкостью работ.

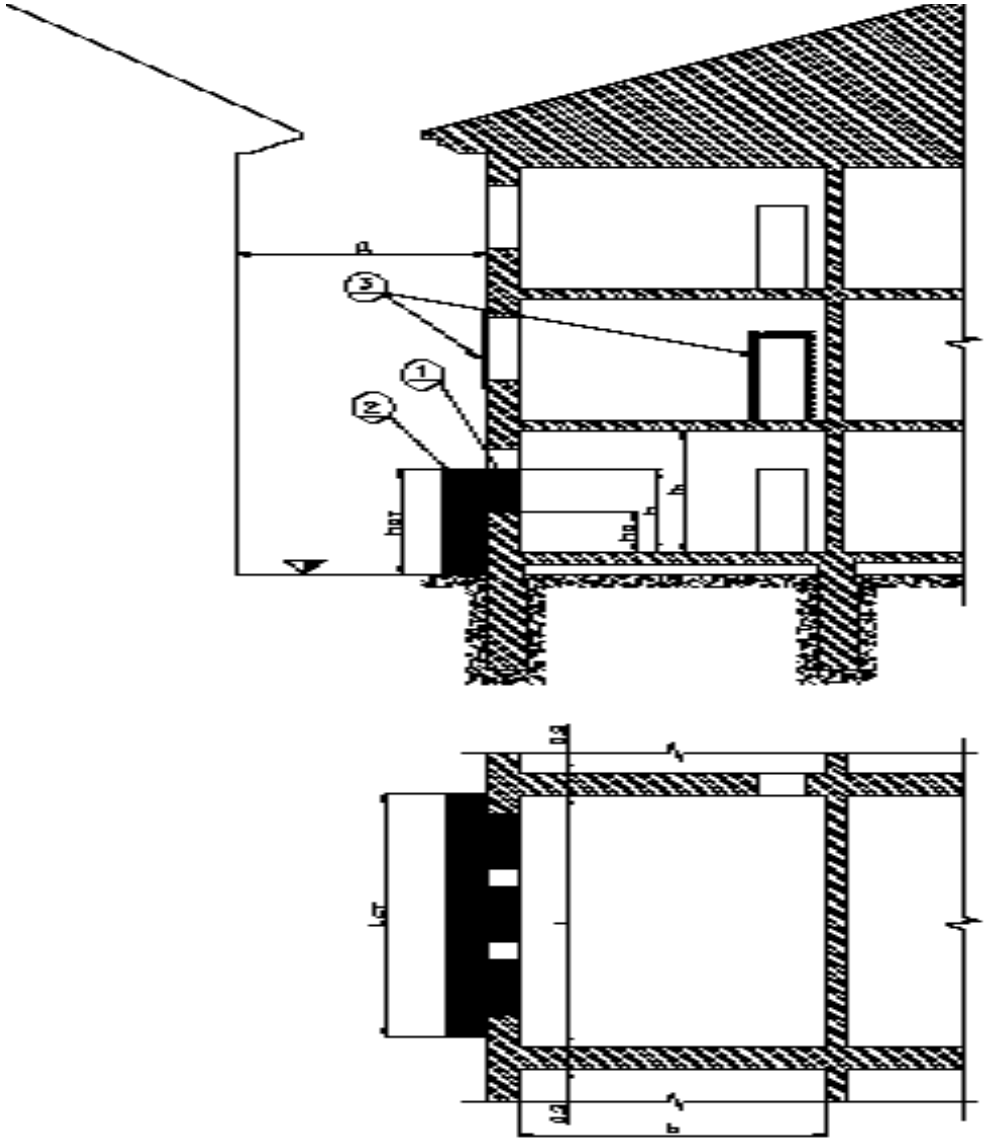


Рис. 2. Повышение защитных свойств.
1 – заделка оконных проемов, *2* – пристенный экран, *3* – герметизация

Занятие закончено.

Спасибо за внимание!