

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

Кафедра производственной и экологической безопасности

***ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ  
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 2003

УДК 621.039 (075.8)  
ББК 68.69 я 73  
О-93

А в т о р ы :

И.С. Асаёнок, А.И. Навоша, А.И. Машкович, К.Д. Яшин

**Оценка радиационной обстановки в чрезвычайных ситуациях: Метод. О-93** пособие для практ. занятий по дисциплине «Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность» / И.С. Асаёнок, А.И. Навоша, А.И. Машкович, К.Д. Яшин. – Мн.: БГУИР, 2003. – 18 с.

ISBN 985-444-558-5.

Методическое пособие раскрывает понятия о сущности выявления и оценки радиационной обстановки в чрезвычайных ситуациях. Изложена методика решения и варианты задач для самостоятельной работы. В приложениях приведены справочные материалы.

УДК 621.039. (075.8)  
ББК 68.69 я 73

ISBN 985-444-558-5

© Коллектив авторов, 2003  
© БГУИР, 2003

## **Содержание**

- 1. Сущность выявления и оценки радиационной обстановки в чрезвычайных ситуациях**
- 2. Примеры решения задач**
- 3. Задачи для самостоятельной работы**

### **Контрольные вопросы**

### **Литература**

- Приложение 1 Средние значения коэффициента ослабления дозы облучения**
- Приложение 2 Коэффициент пересчета уровней радиации на любое время, прошедшее после взрыва (K<sub>2</sub>)**
- Приложение 3 График для определения продолжительности пребывания в зоне радиоактивного заражения**
- Приложение 4 График снижения уровня загрязнения в течение периода полураспада цезия-137**
- Приложение 5 Характеристика радиоактивных веществ**

## **1. Сущность выявления и оценки радиационной обстановки в чрезвычайных ситуациях**

Радиационная обстановка может возникнуть при аварии на радиационно опасном объекте (например, атомной электростанции), а также при ядерном взрыве. Под оценкой радиационной обстановки понимают масштабы и степень радиационного заражения (загрязнения) местности, оказывающее влияние на жизнедеятельность населения и работу хозяйственных объектов.

Радиационная обстановка характеризуется двумя основными параметрами: размерами зон заражения и уровнями радиации.

Выявить радиационную обстановку – это значит: определить и нанести на рабочую карту (схему или план) зоны радиационного заражения и уровни радиации. Выявление радиационной обстановки может проводиться двумя способами: путем прогнозирования (предсказания) и по данным радиационной разведки.

Целью прогнозирования радиационного заражения (загрязнения) местности является установление с определенной степенью достоверности местоположения и размеров зон радиоактивного заражения (загрязнения).

Первый способ применяется штабами гражданской обороны хозяйственных объектов и вышестоящими штабами. Данные прогнозируемой обстановки используются для:

- а) своевременного оповещения населения о чрезвычайных ситуациях;
- б) заблаговременного принятия мер защиты;
- в) своевременной постановки задач на ведение радиационной разведки.

Второй способ применяют командиры невоенизированных формирований, а также штабы гражданской обороны хозяйственных объектов.

Исходные данные для оценки радиационной обстановки добываются подразделениями разведки, то есть: постами радиационного и химического наблюдения; звеньями или группами радиационной и химической разведки, а также из информации, поступающей от соседних и вышестоящих штабов гражданской обороны.

В случае аварии на атомной электростанции исходными данными для оценки обстановки будут являться: тип и мощность реактора; время аварии; реальные измерения мощности доз облучения; метеоусловия.

При ядерном взрыве исходными данными являются: вид, мощность и время взрыва; координаты взрыва; реальные измерения доз облучения; метеоусловия.

После выявления обстановки производится ее оценка. Под оценкой обстановки понимают решение задач по различным действиям невоенизированных формирований гражданской обороны, производственной деятельности хозяйственных объектов и населения в условиях радиационного заражения (загрязнения). Такими задачами могут быть: определение возможных доз облучения при действиях в зонах заражения; определение допустимого времени начала работ в зоне (начала входа в зону) заражения по заданной (допустимой или установленной) дозе облучения; определение допустимой продолжительности пребывания в зоне заражения по заданной дозе облучения; определение потребного количества смен для выполнения работ в зоне заражения, и другие.

Определение возможных доз облучения за время пребывания в зоне заражения позволяет оценить степень опасности поражения людей и наметить пути целесообразных действий. С этой целью рассчитанное значение дозы облучения сравнивают с допустимой дозой. Если окажется, что люди получат дозу, превышающую допустимую, то необходимо сократить время пребывания в зоне или начать работы позже. Допустимую дозу облучения для личного состава невоенизированных формирований ( $D_{дон}$ ) устанавливает начальник гражданской обороны хозяйственного объекта, то есть руководитель предприятия.

Допустимая доза по нормам особого периода не должна превышать: при однократном облучении (в течение четырех суток) не более 50 Р; при многократном: в течение месяца – 100 Р, квартала – 200 Р и года – 300 Р.

Для определения экспозиционной дозы облучения в результате аварии на радиационно опасном объекте необходимы данные об уровне загрязнения местности спустя некоторое время после аварии ( $P_{изм}$ ). Затем значение уровня загрязнения местности необходимо выразить через мощность экспозиционной дозы, при условии, что  $1 \text{ Ки/км}^2$  эквивалентен  $15 \text{ мкР/ч}$  [3]. Рассчитывая величину эквивалентной дозы от внешнего облучения, следует иметь в виду, что  $1 \text{ мкР/ч}$  создает дозу облучения, равную  $0,05 \text{ мЗв/год}$ .

Экспозиционную дозу облучения  $X$  можно рассчитать из выражения

$$X = \frac{P_x \cdot t_p}{K_{осл}}, \quad (1)$$

где  $P_x$  – средний уровень радиации за время  $t$  пребывания человека в зоне заражения;

$t_p$  – продолжительность работы, ч;

$K_{осл}$  – коэффициент ослабления радиации, определяемый по прил. 1.

Определение допустимой продолжительности пребывания в зоне заражения по установленной дозе облучения позволяет оценить целесообразные действия людей на зараженной местности. Для оценки необходимо иметь следующие исходные данные:

а)  $P_1$  – уровень радиации через 1 час после ядерного взрыва, определяемый из выражения

$$P_1 = P_{изм} \cdot K_2, \quad (2)$$

где  $P_{изм}$  – измеренный уровень радиации на некоторое время, Р/ч;

$K_2$  – коэффициент пересчета уровня радиации на некоторое время  $t$ , прошедшее после взрыва. Он определяется по таблице, приведенной в прил. 2;

б)  $t_H$  – время начала пребывания в зоне заражения, в часах;

в)  $D_{дон}$  – допустимая (установленная, заданная) доза облучения, Р.

Вначале рассчитывают относительную величину «а» (ее значение необходимо для вхождения в график) из выражения

$$a = \frac{P_1}{D_{\text{дон}} \cdot K_{\text{осл}}}. \quad (3)$$

Зная значения «а» и время  $t_n$ , по графику прил. 3 определяют допустимую продолжительность пребывания людей  $t_p$  на зараженной местности.

Определение потребного количества смен для выполнения работ в условиях заражения местности позволяет исключить переоблучение при выполнении заданного объема работ. Для правильного распределения сил и средств по сменам возникает необходимость расчета требуемого количества смен. Требуемое количество смен  $N$  определяется делением суммарной дозы облучения  $X$ , которая может быть получена за время работ, на допустимую дозу облучения ( $D_{\text{дон}}$ ) для каждой смены, то есть

$$N = \frac{X}{D_{\text{дон}}}. \quad (4)$$

Суммарная доза облучения  $X$  рассчитывается по формуле

$$X = \frac{5P_n \cdot t_n - 5P_k \cdot t_k}{K_{\text{осл}}}, \quad (5)$$

где  $P_n$  – уровень радиации (Р/ч) в начале пребывания в зоне заражения на время  $t_n$ . Этот уровень радиации определяется из выражения

$$P_n = \frac{P_1}{K_2}, \quad (6)$$

где  $K_2$  – коэффициент пересчета на время  $t_n$ , определяемый по прил. 2;

$P_k$  – уровень радиации в конце пребывания в зоне заражения на время  $t_k$ , определяемое из соотношения

$$t_k = t_n + t_p, \quad (7)$$

где  $t_p$  – продолжительность работы, ч.

Затем рассчитывают относительную величину «а» из выражения (3) и, пользуясь графиком (прил. 3), определяют начало и продолжительность работы каждой смены.

## 2. Примеры решения задач

**Задача 1.** Определить допустимую продолжительность пребывания рабочих внутри здания цеха, имеющего коэффициент ослабления  $K_{осл} = 10$ , если работы начались через 2 часа после ядерного взрыва, а уровень радиации на это время составил 100 Р/ч. Допустимая доза на время работы составляет  $D_{дон} = 25$  Р.

Решение.

1. Определяем уровень радиации через 1 час после взрыва из соотношения (2):

$$P_1 = P_{изм} \cdot K_2 = 100 \cdot 2,3 = 230 \text{ Р/ч.}$$

2. Рассчитываем относительную величину «а» из выражения (3):

$$a = \frac{P_1}{D_{дон} \cdot K_{осл}} = \frac{230}{25 \cdot 10} = 0,9.$$

3. По графику (прил. 3) определяем допустимое время пребывания рабочих внутри здания цеха (для  $a = 0,9$  и времени начала облучения 2 часа); оно составит примерно 7,5 часов.

Вывод. В заданных условиях рабочие могут находиться не более 7,5 ч; при этом доза облучения не превысит допустимой (25 Р).

**Задача 2.** Рабочим предстоит вести работы на открытой местности, загрязненной цезием-137. Загрязнение произошло в результате аварии на Чернобыльской АЭС в апреле 1986 г. Уровень загрязнения на указанное время начала работ ( $P_{изм}$ ) составлял 30 Ки/км<sup>2</sup>. Определить экспозиционную дозу облучения, которую получают рабочие от внешнего облучения в течение 10 часов.

Решение.

1. По графику (прил. 4) определяем уровень загрязнения местности на год проведения практического занятия. Он составит 24 Ки/км<sup>2</sup>, т.е.

$$P_{изм} = 24 \text{ Ки/км}^2.$$

2. Выражаем уровень загрязнения местности (Ки/км<sup>2</sup>) через мощность экспозиционной дозы при условии, что 1 Ки/км<sup>2</sup> эквивалентен 15 мкР/ч.



Тогда

$$P_x = 24 \cdot 15 = 360 \text{ мкР/ч.}$$

3. Рассчитываем величину экспозиционной дозы облучения, которую получают рабочие за 10 часов работы из выражения (1),

$$X = \frac{P_x \cdot t_p}{K_{осл}} = \frac{360 \cdot 10}{1} = 3600 \text{ мкР} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ мкР.}$$

**Задача 3.** На объекте через 1 час после ядерного взрыва уровень радиации составил 60 Р/ч. Определить количество смен, требуемое для проведения спасательных и других неотложных работ (СидНР) на открытой местности и продолжительность работы каждой смены, если на выполнение работ требуется 10 часов. Работы начнутся через 1,5 часа после взрыва, а допустимая доза облучения за время работ 30 Р.

Решение.

1. Рассчитываем суммарную дозу облучения за время работы из выражения (5):

$$X = \frac{5P_n \cdot t_n - 5P_k \cdot t_k}{K_{осл}}.$$

а) определяем уровень радиации в начале пребывания в зоне заражения ( $P_n$ ) на время  $t_n$  из выражения (6):

$$P_n = \frac{P_1}{K_2} = \frac{60}{1,63} = 37 \text{ Р/ч;}$$

б) определяем уровень радиации в конце пребывания в зоне заражения на время  $t_k$ , равное

$$t_k = t_n + t_p,$$

где  $t_p$  – продолжительность работы, ч.

Тогда

$$t_k = t_n + t_p = 1,5 + 10 = 11,5 \text{ часов.}$$

Следовательно,

$$P_k = \frac{P_1}{K_2} = \frac{60}{18,89} = 3,2 \text{ Р/ч,}$$

так как  $K_2$  для 11,5 часов (прил. 2) составляет 18,89.

Таким образом, суммарная доза облучения составит

$$X = \frac{5 \cdot 37 \cdot 1,5 - 5 \cdot 3,2 \cdot 11,5}{1} = 93,5 \text{ Р.}$$

2. Определяем потребное количество смен (N) из выражения (4):

$$N = \frac{X}{D_{дон}} = \frac{93,5}{30} \approx 3 \text{ смены.}$$

3. Определяем начало и продолжительность работы каждой смены. С этой целью рассчитываем относительную величину «а» из выражения (3):

$$a = \frac{P_1}{D_{дон} \cdot K_{осл}} = \frac{60}{30 \cdot 1} = 2.$$

Начало работы первой смены принимаем  $t_{н1} = 1,5$  ч. Тогда продолжительность работы первой смены  $t_{р1}$  находим по прил. 3, она составит 1,5 часа.

Начало и продолжительность работы последующих смен:

$$t_{н2} = t_{н1} + t_{р1} = 1,5 + 1,5 = 3 \text{ часа; } t_{р2} = 4 \text{ часа.}$$

$$t_{н3} = t_{н2} + t_{р2} = 3 + 4 = 7 \text{ часов; } t_{р3} = 8 \text{ ч.}$$

**Задача 4.** Поверхность почвы загрязнена радионуклидом рутений-103 с поверхностной активностью 10 Ки/км<sup>2</sup>. Рассчитать мощность эквивалентной дозы и эквивалентную дозу облучения населения за 1 год.

Решение.

1. Мощность эквивалентной дозы рассчитывается по формуле

$$P_H = A_S \cdot B_{с\gamma},$$

где  $A_S$  – поверхностная активность радионуклида, Ки/км<sup>2</sup>;

$B_{с\gamma}$  – дозовый коэффициент для гамма-излучения радионуклидов, определяемый по прил. 5. Этот коэффициент измеряется в Зв·м<sup>2</sup>/(Бк·с).

Тогда

$$P_n = 3,7 \cdot 10^5 \cdot 2,68 \cdot 10^{-16} = 9,9 \cdot 10^{-11} \text{ Зв/с.}$$

2. Определим эквивалентную дозу облучения из выражения

$$H = P_n \cdot t = 9,9 \cdot 10^{-11} \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 31,2 \cdot 10^{-4} \text{ Зв.}$$

### 3. Задачи для самостоятельной работы

**Задача 1.** Рабочим предстоит вести работы на открытой местности, загрязненной цезием-137. Загрязнение произошло в результате аварии на Чернобыльской АЭС в апреле 1986 г. Уровень загрязнения на время аварии составил  $P_{изм}$ , Ки/км<sup>2</sup>. Определить экспозиционную дозу облучения, которую получат рабочие от внешнего облучения в течение 36-часовой рабочей недели, работая N недель. Исходные данные для расчета приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметр	Номер варианта					
	1	2	3	4	5	6
Уровень загрязнения $P_{изм}$ , Ки/км <sup>2</sup>	10	25	45	50	15	20
Время работы N, недель	5	7	6	4	8	9

Окончание табл. 1

Параметр	Номер варианта					
	7	8	9	10	11	12
Уровень загрязнения $P_{изм}$ , Ки/км <sup>2</sup>	30	35	55	60	40	45
Время работы N, недель	20	18	16	14	12	10

**Задача 2.** Поверхность почвы загрязнена радионуклидом M с поверхностной активностью  $A_s$ , Ки/км<sup>2</sup>. Определить мощность эквивалентной дозы и эквивалентную дозу облучения населения за год. Исходные данные для расчетов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Параметр	Номер варианта					
	1	2	3	4	5	6
Радионуклид М	Цезий $^{137}\text{Cs}$	Цезий $^{134}\text{Cs}$	Кобальт $^{60}\text{Co}$	Рутений $^{103}\text{Ru}$	Рутений $^{106}\text{Ru}$	Йод $^{131}\text{I}$
Активность $A_s$ , Ки/км <sup>2</sup>	10	5	4	15	20	15

Окончание табл. 2

Параметр	Номер варианта					
	7	8	9	10	11	12
Радионуклид М	Плутоний $^{239}\text{Pu}$	Цезий $^{137}\text{Cs}$	Кобальт $^{60}\text{Co}$	Рутений $^{106}\text{Ru}$	Йод $^{131}\text{I}$	Цезий $^{134}\text{Cs}$
Активность $A_s$ , Ки/км <sup>2</sup>	40	14	3	25	10	7

**Задача 3.** Рабочие ведут работы внутри здания цеха, имеющего коэффициент ослабления  $K_{осл}$  через  $t$  часов после ядерного взрыва. Уровень радиации на  $t$  часов составлял  $P_{изм}$ , Р/ч. На время работы установлена доза  $D_{дон}$ , Р. Рассчитать допустимое время работы в здании цеха. Исходные данные для расчета приведены в табл. 3.

Таблица 3

Параметр	Номер варианта					
	1	2	3	4	5	6
Коэффициент ослабления, $K_{осл}$	4	5	7	4	4	6
Время начала работ после взрыва $t$ , ч	1,5	2,0	2,5	2,5	2,0	2,5
Уровень радиации $P_{изм}$ , Р/ч	50	45	60	40	65	60
Установленная доза $D_{дон}$ , Р	25	20	30	30	25	20

Окончание табл. 3

Параметр	Номер варианта					
	7	8	9	10	11	12
Коэффициент ослабления, $K_{осл}$	4	3	4	4	6	3
Время начала работ после взрыва $t$ , ч	1,5	2,0	1,5	2,0	2,0	2,5
Уровень радиации $P_{изм}$ , Р/ч	70	55	65	70	60	40
Установленная доза $D_{дон}$ , Р	25	30	20	25	20	30

**Задача 4.** Определить количество смен, необходимое для проведения спасательных и других неотложных работ на открытой местности и

продолжительность работы каждой смены, если на выполнение работ требуется  $N$  часов. Работы начнутся через 1,5 часа после взрыва, допустимая доза облучения за время работ  $D_{доп}$ , Р, а уровень радиации через 1 час после ядерного взрыва составил  $P_1$  Р/ч. Исходные данные для расчета приведены в табл. 4.

Таблица 4

Параметр	Номер варианта					
	1	2	3	4	5	6
Необходимое время на выполнение работ $N$ , ч	10	12	11	10	9	13
Допустимая доза $D_{доп}$ , Р	25	30	35	30	25	30
Уровень радиации на час после взрыва $P_1$ , Р/ч	50	40	45	55	48	52

Окончание табл. 4

Параметр	Номер варианта					
	7	8	9	10	11	12
Необходимое время на выполнение работ $N$ , ч	8	10	11	9	10	9
Допустимая доза $D_{доп}$ , Р	20	35	30	35	40	30
Уровень радиации на час после взрыва $P_1$ , Р/ч	48	40	35	40	35	50

### Контрольные вопросы

1. Что понимают под радиационной обстановкой и в результате чего она может возникнуть?
2. Перечислите параметры радиационной обстановки и поясните их сущность.
3. Назовите способы оценки радиационной обстановки и поясните их сущность.
4. Поясните цели прогнозируемой радиационной обстановки.
5. Перечислите источники, из которых командиры невоенизированных формирований и штабы гражданской обороны могут получить исходные данные для оценки радиационной обстановки.
6. Назовите перечень исходных данных, необходимых для оценки радиационной обстановки при аварии на атомной электростанции.

7. Назовите перечень исходных данных, необходимых для оценки радиационной обстановки при ядерном взрыве.

8. Что понимают под выявлением и оценкой радиационной обстановки?

9. Кто устанавливает допустимую дозу облучения личному составу формирования на время ведения спасательных работ в очаге ядерного поражения?

10. Перечислите величины допустимых доз облучения, установленных на время чрезвычайных ситуаций, при однократном и многократном облучении.

### Литература

1. Асаенок И.С. и др. Радиационная безопасность. Учеб. пособие. – Мн., 2000.

2. Демиденко и др. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения. Киев: Вища школа, 1989.

3. Люцко и др. Выжить после Чернобыля. – Мн.: Выш. шк., 1990.

4. Чернобыльская катастрофа: Причины и последствия (экспертное заключение). В 4 ч. / Под ред. В.Б. Нестеренко, Д.С. Фирсовой – Мн.: Тест, 1993.

## Приложения

### Приложение 1

#### Средние значения коэффициента ослабления дозы облучения

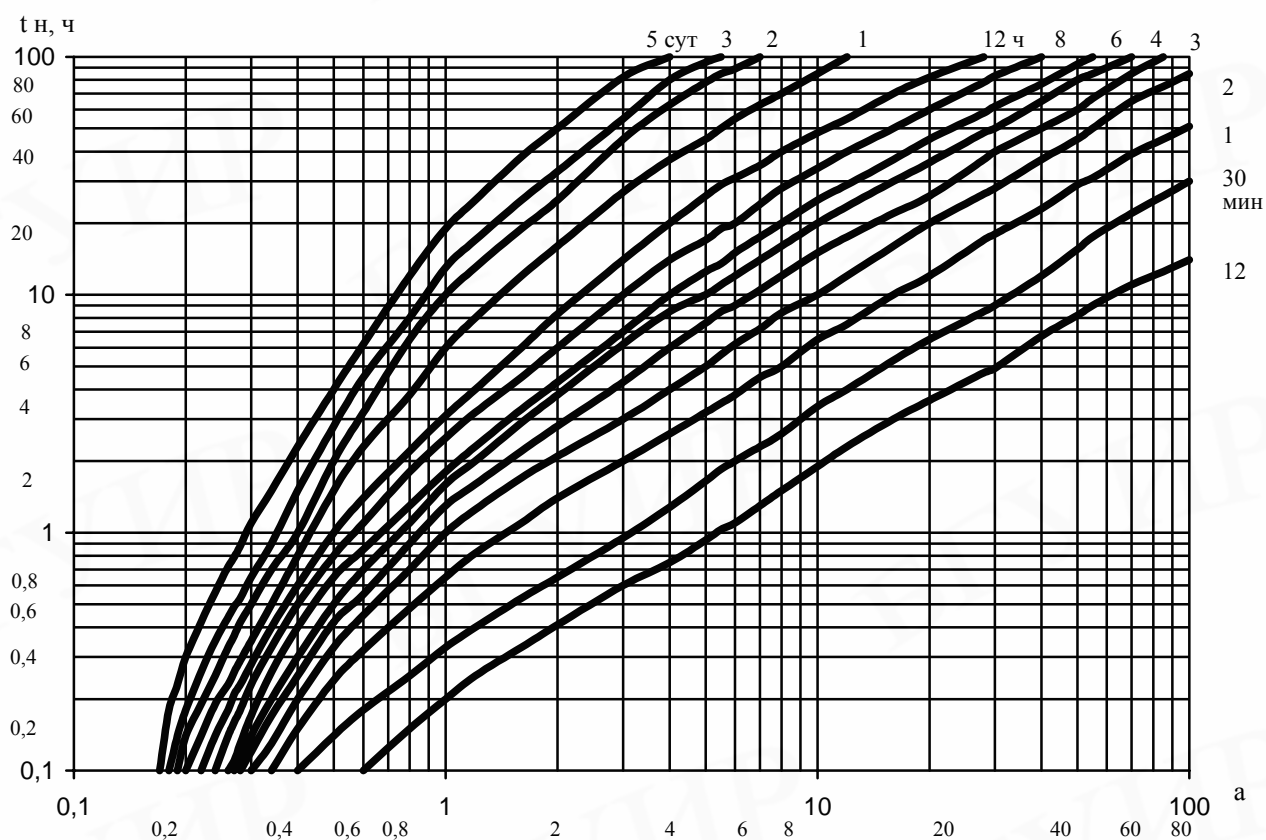
Наименование укрытий, транспортных средств или условия расположения людей	$K_{осл}$
Открытое расположение на местности	1
<b>Транспортные средства</b>	
Автомобили, автобусы, троллейбусы, товарные вагоны	2
Пассажирские вагоны, локомотивы	3
Железнодорожные платформы	1,5
<b>Промышленные и административные здания</b>	
Производственные одноэтажные здания (цеха)	7
Производственные административные трехэтажные здания	6
<b>Жилые каменные дома</b>	
Одноэтажные/подвал	10/40
Двухэтажные/подвал	15/100
Трехэтажные/подвал	20/400
Пятиэтажные/подвал	27/400
<b>Жилые деревянные дома</b>	
Одноэтажные/подвал	2/7
Двухэтажные/подвал	8/12

### Приложение 2

#### Коэффициент пересчета уровней радиации на любое время, прошедшее после взрыва ( $K_2$ )

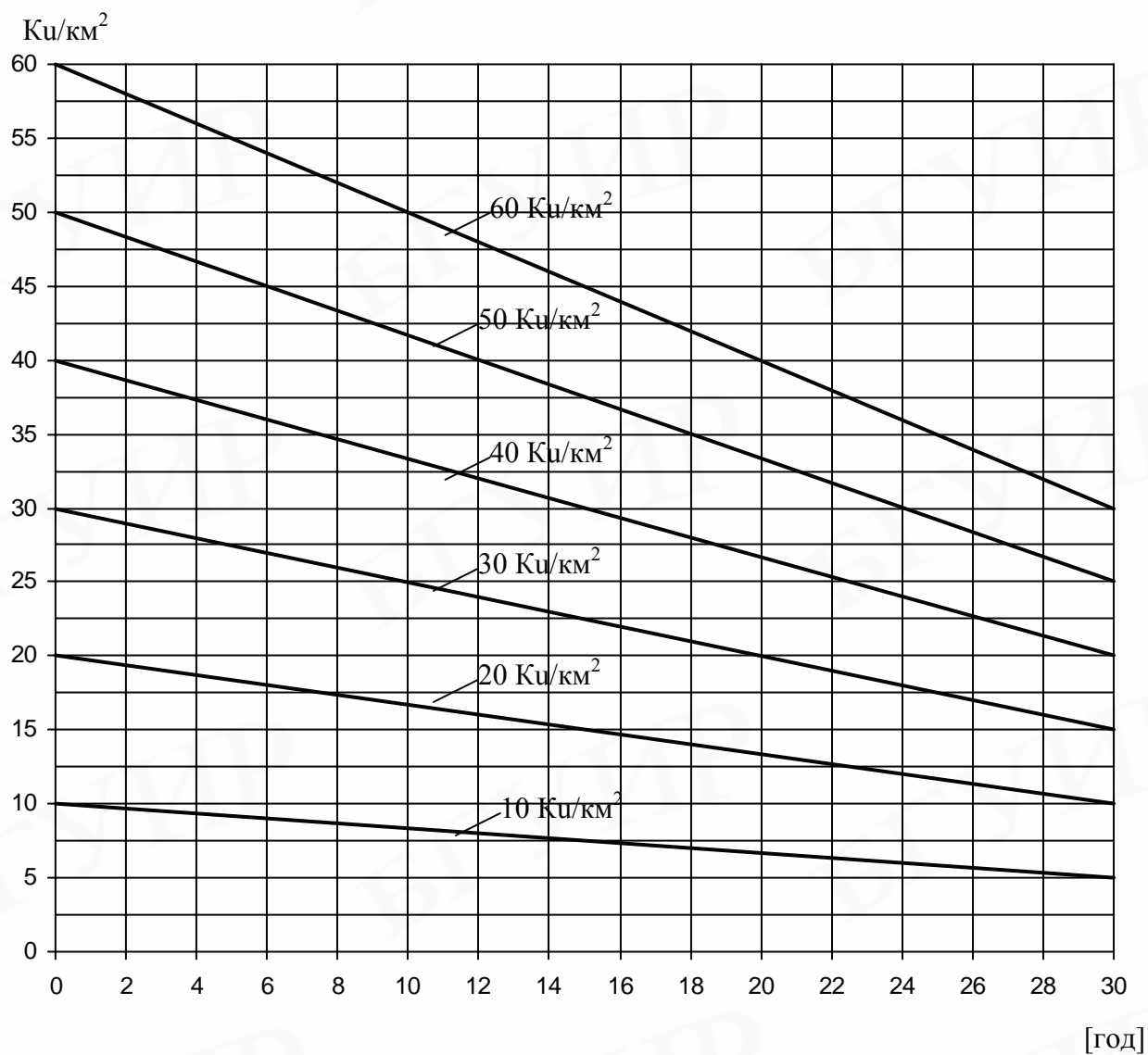
t, ч	$K_2$	t, ч	$K_2$	t, ч	$K_2$	t, ч	$K_2$
0,25	0,19	1,25	1,31	2,5	3,0	3,75	4,88
0,3	0,24	1,5	1,63	2,75	3,37	4	5,28
0,5	0,43	1,75	1,66	3	3,74	4,5	6,08
0,75	0,71	2	2,3	3,25	4,11	5	6,9
1	1,0	2,25	2,65	3,5	4,5	5,5	7,73
6	8,59	8,5	13,04	12	19,72	17	29,95
6,5	9,45	9	13,96	13	21,71	18	32,08
7	10,33	9,5	14,9	14	23,73	19	34,21
7,5	11,22	10	15,85	15	25,73	20	36,44
8	12,13	11	17,77	16	27,86	21	38,61

**График для определения продолжительности пребывания  
в зоне радиоактивного заражения**





**График снижения уровня загрязнения в течение периода  
полураспада цезия-137**



## Характеристика радиоактивных веществ

№ п/п	Вещества	Постоянные			T <sub>1/2</sub>
		$\Gamma_{\delta}$ [ $\frac{Гр \cdot м^2}{Бк \cdot с} \cdot 10^{-18}$ ]	K <sub>γ</sub> [ $\frac{P \cdot см^2}{мКи \cdot ч}$ ]	B <sub>sy</sub> [ $\frac{Зв \cdot м^2}{Бк \cdot с}$ ]	
1	Аргон-41 ( <sup>41</sup> Ar)	43,09	6,6		1,8 ч
2	Бром-82 ( <sup>82</sup> Br)	87,3	14,5		35,3 ч
3	Европий-154 ( <sup>154</sup> Eu)	43,04	5,02		16 лет
4	Йод-131 ( <sup>131</sup> I)	14,2	2,15	1,93·10 <sup>-16</sup>	8,04 сут
5	Калий-40 ( <sup>40</sup> Ka)				30 лет
6	Кобальт-60 ( <sup>60</sup> Co)	84,63	12,93	1,15·10 <sup>-15</sup>	5,3 года
7	Лантан-140 ( <sup>140</sup> La)	75,6	11,14		40,2 ч
8	Марганец-52 ( <sup>52</sup> Ma)	118,3	18,03		271 сут
9	Марганец-56 ( <sup>56</sup> Ma)	55,8	2,28		2,6 ч
10	Медь-60 ( <sup>60</sup> Cu)	7,42	1,12		12,7 ч
11	Мышьяк-74 ( <sup>74</sup> As)	16,74	4,43		26 ч
12	Натрий-22 ( <sup>22</sup> Na)	78,02	11,9		2,6 года
13	Натрий-24 ( <sup>24</sup> Na)	119,4	18,55		15,005 ч
14	Плутоний-239 ( <sup>239</sup> Pu)			3,73·10 <sup>-20</sup>	24300 лет
15	Полоний-210 ( <sup>210</sup> Pl)				138,4 сут
16	Радий-226 ( <sup>226</sup> Ra)				1600 лет
17	Ртуть-203 ( <sup>203</sup> Hg)				46,8 сут
18	Рутений-103 ( <sup>103</sup> Ru)			2,68·10 <sup>-16</sup>	39,3 сут
19	Рутений-106 ( <sup>106</sup> Ru)	7,58	1,54	1,03·10 <sup>-16</sup>	1 год
20	Стронций-90 ( <sup>90</sup> Sr)				29,12 года
21	Теллур-204 ( <sup>204</sup> Tl)				3,6 года
22	Цезий-134 ( <sup>134</sup> Cs)	57,44	8,6	7,83·10 <sup>-16</sup>	2,06 года
23	Цезий-137 ( <sup>137</sup> Cs)	21,33	3,24	2,91·10 <sup>-16</sup>	30 лет
24	Цинк-65 ( <sup>65</sup> Zn)				244 сут

Учебное издание

**Асаёнок** Иван Степанович  
**Навоша** Адам Имполитович  
**Машкович** Александр Иванович  
**Яшин** Константин Дмитриевич

**ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ  
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 Т.Н. Крюкова  
Компьютерная верстка Т.В. Шестакова

---

Подписано в печать 7.10.2003.  
Печать ризографическая.  
Уч.-изд. л. 0,8.

Формат 60x84 1/16.  
Гарнитура «Таймс».  
Тираж 300 экз.

Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 1,29.  
Заказ 358.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».  
Лицензия ЛП № 156 от 30.12.2002.  
Лицензия ЛВ № 509 от 03.08.2001.  
220013, Минск, П. Бровки, 6