

*В.А. Седнев*

(Академия ГПС МЧС России; e-mail: sednev70@yandex.ru)

## **ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЫЧНЫХ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ НА ЖИЛЫЕ ЗОНЫ ГОРОДА И ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА**

*Представлены оперативные методики прогнозирования потерь населения и оценки инженерной обстановки в жилых зонах городов и промышленных объектов от возможного воздействия обычных средств поражения, а также методика обоснования требуемой защищённости населения в жилых зонах.*

*Ключевые слова: жилая зона, обычные средства поражения.*

*V.A. Sednev*

## **BASIS OF FORECASTING THE EFFECTS OF CONVENTIONAL WEAPONS ON RESIDENTIAL AREAS OF THE CITY AND INDUSTRIAL FACILITY**

*Reviewed the operational methods of forecasting of population losses and assessing the engineering situation in residential areas of cities and industrial objects from the effects of conventional weapons, as well as methods of justification required protection of the population in residential areas.*

*Key words: residential area, conventional weapons.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 22 мая 2017 г.

### **Оперативная методика прогнозирования людских потерь в очаге поражения**

Очагом поражения, создаваемым от воздействия обычных средств поражения, называется [1, 2] территория, в пределах которой при массированном воздействии противником такими средствами в городах и объектах экономики могут возникнуть массовые поражения людей, большие по масштабам разрушения зданий и сооружений. В отличие от очага ядерного поражения, этот очаг носит не сплошной, а местный (локальный) характер.

При воздействии противником обычными средствами поражения по городам очаги поражения могут возникать на важных объектах экономики [2, 3], а также в пределах жилой зоны [4, 5]. Воздействие будет осуществляться выборочно, в первую очередь, будут поражаться пожаро-, взрыво-, химически и радиационно опасные, а также другие стратегические объекты.

Очаги поражения подразделяют на простые – характеризуются одновременным применением только фугасных, осколочных и зажигательных боеприпасов, и сложные (комбинированные) – характеризуются одновременным применением различных типов боеприпасов и ракет.

Воздействие поражающих факторов боеприпасов на людей, здания и сооружения подразделяется на прямое и косвенное. Прямое воздействие характеризуется непосредственным воздействием поражающих факторов: ударное или пробивное действие; действие взрывной и воздушной ударной волн; осколочное и огневое действие.

Ударное действие характерно для всех боеприпасов, но наибольшую опасность представляют бронебойные и бетонобойные боеприпасы.

Действием взрывной волны характеризуются фугасные боеприпасы и боеприпасы объёмного взрыва. Взрывная волна вызывает разрушения и выброс материалов среды за счёт выделения большого количества нагретых газов с температурой до  $5000\text{ }^{\circ}\text{C}$  и давлением до  $20000\text{ кгс/см}^2$ .

Воздушная ударная волна вызывает разрушения за счёт движения воздуха. Длительность действия этой волны в 10 и более раз меньше длительности действия воздушной ударной волны ядерного взрыва. Поэтому разрушающее действие воздушной ударной волны от взрыва обычного боеприпаса значительно меньше, чем действие воздушной ударной волны ядерного взрыва. При воздействии боеприпасов объёмного взрыва здания, сооружения могут быть разрушены в результате действия воздушной ударной волны, а также затекания газозвушной смеси во входы, каналы воздухообеспечения с последующей детонацией.

Осколочные поражения и огневое воздействие возникают от взрыва всех типов боеприпасов, но наибольшую опасность представляют специальные, осколочные и зажигательные боеприпасы.

Показателями зажигательных средств являются время горения (от 5 до 15 мин.) и температура горения (от  $1200$  до  $3000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Показателями осколочных боеприпасов являются плотность осколков и дальность их разлёта.

Разрушение зданий и сооружений в очаге поражения обычными средствами поражения возможно как при прямом попадании, так и при взрыве вблизи них. Разрушения больших зданий будут носить, как правило, локальный характер. При этом часть здания может быть полностью разрушена, а оставшаяся часть не иметь серьёзных повреждений. Принято считать, что здания могут получить полное, сильное, среднее и слабое разрушения [4-6].

Наиболее стойкими к воздействию взрыва являются кирпичные здания с массивными стенами, с большим количеством внутренних перегородок, а также промышленные здания со стальным или железобетонным каркасом.

Панельные здания при тех же условиях получают степень разрушения больше. Радиус разрушения зданий в городе при взрыве обычных средств поражения может быть определён по формуле [1, 4-5]

$$R_p = K \sqrt{\frac{C_{\text{эф}}}{d}}, \text{ м}, \quad (1)$$

где  $C_{\text{эф}}$  – вес заряда взрывчатого вещества в боеприпасе противника, приведённый к весу тротила,

$$C_{\text{эф}} = C K_{\text{эф}}, \text{ кг}, \quad (2)$$

где  $K_{\text{эф}}$  – коэффициент эффективности взрывчатого вещества, определяется по табл. 1;

$K$  – коэффициент, зависящий от применяемого взрывчатого вещества и материала строительной конструкции, при оперативном определении разрушений принимается  $K = 0,5-0,6$ ;  $d$  – толщина стен, принимают:  $d = 0,3 \text{ м}$  – для панельных зданий и  $d = 0,5 \text{ м}$  – для кирпичных зданий;

$C$  – вес заряда взрывчатого вещества в боеприпасе, кг.

Вес заряда взрывчатого вещества в боеприпасах  $C$  и число разрушаемых перекрытий  $N_{\text{пер}}$  можно определить по табл. 2. Для оперативных расчётов можно принять, что вес заряда взрывчатого вещества в фугасных авиационных боеприпасах равен одной четвертой от их калибра в фунтах.

Таблица 1

**Коэффициент эффективности взрывчатого вещества по отношению к тротилу**

Вид ВВ	Тротил	Тригнал	Гремучая смесь	ТНРС	Гексоген	ТЭН	Тетрил	Аммотол	Аммонитовая селитра	Дымный порох
$K_{\text{эф}}$	1,0	1,53	0,41	0,39	1,3	1,39	1,12	0,99	0,34	0,66

Таблица 2

**Вес заряда взрывчатого вещества в боеприпасах и число разрушаемых перекрытий**

Калибр авиабомбы (фунтов). Индекс ракеты	Вес взрывчатого вещества, кг (тригнал)	Число разрушаемых перекрытий
100	28	1-2
250	62	1-2
500	128	2-3
750	177	3-4
1000	270	4-5
2000	536	4-5
3000	896	7-8
УР "Булап"	170 (тротил)	4-5
УР "Мартель"	55	2-3

Защитные сооружения могут разрушаться как при прямом попадании боеприпаса, так и при взрыве боеприпасов вблизи них. Встроенные защитные сооружения при прямом попадании боеприпаса в здание разрушаются при условии, если взрыв произошёл на поверхности их перекрытия, то есть при пробивании боеприпасом всех междуэтажных перекрытий здания. Отдельно стоящее защитное сооружение при прямом попадании боеприпаса будет разрушено.

Радиус разрушения при взрыве на поверхности защитной толщ перекрытия убежища можно определить по формуле [1]

$$r_p = m K_p \sqrt[3]{C_{эф}}, \text{ м}, \quad (3)$$

где  $m$  – коэффициент, учитывающий забивку, принимается равным от 1 до 1,3 (при отсутствии грунтовой засыпки  $m = 1,0$ );

$K_p$  – коэффициент податливости материала, разрушенного взрывом (для железобетона  $K_p = 0,3$ ).

Поражающее действие обычных средств поражения на промышленные и жилые зоны оценивается степенью поражения этих зон [3-5].

Степень поражения зоны обычными средствами поражения определяется как отношение площади промышленной или жилой зоны, оказавшейся в пределах полных и сильных разрушений застройки, к площади застройки рассматриваемой зоны:

$$D^{осп} = \frac{S_p}{S_з}, \quad (4)$$

где  $S_p = \pi R_p^2$  – площадь разрушения;

$S_з = S_{об} \rho$  – площадь застройки;

$S_{об}$  – площадь объекта экономики (жилой зоны);

$\rho$  – плотность застройки.

В зависимости от характера воздействия обычных средств поражения степень поражения может определяться и по табл. 3.

Таблица 3

**Характер разрушения промышленной и жилой зоны**

Степень поражения	Степень разрушения	Плотность тротила, $t/км^2$		
		Способ бомбометания		Высокоточное оружие
		площадной	прицельный	
Менее 0,2	Слабая	10	5	4
$0,2 \leq D^{осп} < 0,5$	Средняя	20	15	12
$0,5 \leq D^{осп} < 0,8$	Сильная	40	30	18
$D^{осп} \geq 0,8$	Полная	80	50	40

Потери населения в жилой зоне определяются по формуле

$$M(N) = \sum_{i=1}^n N_i C_i, \quad (5)$$

где  $M(N)$  – математическое ожидание потерь населения;

$N_i$  – численность населения по  $i$ -му варианту защищённости в долях;

$C_i$  – коэффициент потерь укрываемых (в %) по  $i$ -му варианту защищённости при заданной степени поражения жилой зоны (табл. 4);

$n$  – число вариантов защиты.

Потери среди рабочих и служащих объекта экономики определяются по формуле (5), в которой  $C_i$  определяется по табл. 5.

Количество заваленных людей принимают 10 % от санитарных потерь незащищенного населения и 4 % от санитарных потерь защищенного населения:

$$N_{\text{зав}} = 0,1N_{\text{н}}^{\text{с}} + 0,04N_{\text{з}}^{\text{с}}, \quad (6)$$

где  $N_{\text{н}}^{\text{с}}$  – санитарные потери незащищенного населения;

$N_{\text{з}}^{\text{с}}$  – санитарные потери защищенного населения (%).

Таблица 4

**Значение коэффициента потерь  $C_i$  для жилой зоны, %**

Степень поражения жилой зоны	Защищённость населения					
	Не защищено		В убежищах		В укрытиях	
	Виды потерь					
	Общие	Санитарные	Общие	Санитарные	Общие	Санитарные
0,1	4	3	0,3	0,2	0,5	0,4
0,2	8	6	0,7	0,5	1,0	0,75
0,3	10	7,5	1,0	0,7	1,5	1,0
0,4	12	9	1,5	1,0	2	1,5
0,5	16	12	1,8	1,2	5	3,5
0,6	28	21	2,5	1,6	10	7
0,7	40	30	5	3	15	10
0,8	80	60	7	4,5	20	15
0,9	90	65	10	7	25	18
1,0	100	70	15	10	30	20

Таблица 5

**Значение коэффициента потерь  $C_i$  для объекта экономики, %**

Степень разрушения ОЭ	Защищённость населения					
	Не защищено		В убежищах		В укрытиях	
	Виды потерь					
	Общие	Санитарные	Общие	Санитарные	Общие	Санитарные
Слабая	8	3	0,3	0,1	1,2	0,4
Средняя	12	4	1	0,3	3,5	1
Сильная	80	25	2,5	0,8	30	10
Полная	100	30	7	2,5	40	15

## Оценка инженерной обстановки в очаге поражения города

Инженерная обстановка, которая может возникнуть после применения обычных средств поражения, оценивается и прогнозируется в три этапа [2, 7-8]:

*первый этап* – в мирное время, – в целях обоснованного планирования мероприятий по защите населения;

*второй этап* – сразу после получения данных о воздействии противника, – в целях уточнения принятого решения;

*третий этап* – уточнение обстановки с учётом данных разведки.

Для оценки инженерной обстановки на первом этапе учитываются предпосылки [1]:

- варианты загрузки средств доставки боеприпасов с учётом наиболее эффективного воздействия противником по объектам;
- бомбометание по объектам экономики осуществляется прицельно по наиболее важным элементам;
- по жилой зоне бомбометание производится как по площадной цели;
- поражение категорированных объектов экономики осуществляется высокоточным оружием;
- к моменту нападения противника все защитные сооружения приведены в готовность.

На первом и втором этапах определение показателей осуществляется, исходя из степени поражения объекта, определённой по формуле (4).

При этом площадь разрушения определяется по формуле

$$S_p = S_{p.бп} N_c n_{бп}, \quad (7)$$

где  $S_{p.бп} = \pi R_p^2$  – площадь разрушения одним боеприпасом;

$N_c$  – количество самолётов;

$n_{бп}$  – количество боеприпасов в боекомплекте самолёта.

На объекте экономики или в жилой зоне оцениваются [3-5]:

- количество разрушенных и заваленных защитных сооружений;
- протяжённость завалов на внутривоздушных проездах и на маршрутах ввода сил;
- количество аварий на коммунально-энергетических системах;
- объём завалов, подлежащих разборке для извлечения из-под них пострадавших, и показатели пожарной обстановки.

Для определения показателей инженерной обстановки необходимо иметь исходные данные: площадь объекта или жилой зоны; плотность застройки объекта; количество убежищ и укрытий.

Количество заваленных защитных сооружений на объектах экономики  $N_z$ , определяют по формуле

$$N_z = N_{z.c} C, \quad (8)$$

где  $N_{z.c}$  – количество защитных сооружений;

$C$  – коэффициент, равный относительной доле защитных сооружений, заваленных при воздействии противника, от общего числа рассматриваемых защитных сооружений, принимаемый по табл. 6.

Таблица 6

**Значения коэффициента  $C$  для защитных сооружений на объекте экономики**

Степень разрушения объекта экономики	Величина коэффициента $C$			
	для убежищ	для укрытий	для маршрутов ввода сил	для коммунально-энергетических систем
Слабая	0,1	0,2	–	–
Средняя	0,2	0,4	0,2	4
Сильная	0,3	0,6	0,3	6
Полная	0,4	0,8	0,4	12

Количество заваленных защитных сооружений в жилой зоне определяют по формуле

$$N_{з.с}^з = N_{з.с} C K_{п}, \quad (9)$$

где  $C$  – коэффициент, принимаемый по табл. 7;

$K_{п}$  – коэффициент пересчёта,

$$K_{п} = \frac{D^{осп}}{0,7};$$

$D^{осп}$  – реальная степень поражения при действии обычных средств поражения (на первом этапе прогнозирования  $D^{осп}$  принимают 0,3 и 0,7).

Таблица 7

**Значение коэффициента  $C$  для жилой зоны города (в долях)**

Показатели инженерной обстановки	Коэффициент
Количество заваленных убежищ	0,35
Количество заваленных укрытий	0,7
Протяжённость завалов на маршрутах	0,18
Количество аварий на коммунально-энергетических системах	1,4

Примечание: значение коэффициента  $C$  соответствует  $D^{осп} = 0,7$

Количество разрушенных убежищ принимают в 5 раз меньше количества заваленных, а разрушенных укрытий – в 4 раза меньше количества заваленных укрытий.

Протяжённость заваленных внутриобъектовых проездов  $L_з$ , км, и количество аварий на коммунально-энергетических системах  $N_{ав}$ , принимают в зависимости от площади объекта и степени его разрушения:

$$L_з(N_{ав}) = S_{ОЭ} C, \quad (10)$$

где  $S_{ОЭ}$  – площадь объекта экономики, км<sup>2</sup>;

$C$  – коэффициент, принимаемый по табл. 6.

Общее количество аварий на коммунально-энергетических системах можно распределить – на системах теплоснабжения – 15 %; электроснабжения, канализации и водоснабжения – 20 %; газоснабжения – 25 %.

Протяженность завалов в жилых зонах на маршрутах ввода сил ликвидации чрезвычайных ситуаций  $L_3$ , км, и количество аварий на коммунально-энергетических системах  $N_{ав}$ , оценивают в зависимости от площади рассматриваемой жилой зоны  $S_{жз}$ , км<sup>2</sup> и степени её поражения:

$$L_3(N_{ав}) = S_{жз} C K_{п}, \quad (11)$$

где  $C$  – коэффициент, принимается по табл. 7.

Распределение общего количества аварий по видам то же, что и для аварий на коммунально-энергетических системах объектов экономики.

При оценке пожарной обстановки определяются количество участков, на которых возможно образование отдельных, сплошных пожаров и огневых штормов; обеспеченность водой для тушения пожаров; протяжённость фронта огня на маршрутах ввода сил ликвидации чрезвычайных ситуаций и на объектах экономики; силы и средства противопожарного обеспечения.

Протяжённость фронта огня на объекте определяется по формуле

$$P = 0,24 S K_{пж}, \quad (12)$$

где  $S$  – площадь объекта (жилой зоны);

$K_{пж}$  – определяется по табл. 8.

Таблица 8

**Значения  $K_{пж}$  в зависимости от степени поражения**

Степень поражения объекта (жилой зоны), Д	Коэффициент $K_{пж}$
$D \leq 0,6$	0,6
$D \leq 0,8$	0,9
$D > 0,8$	0,7

Протяжённость фронта огня на маршрутах ввода сил ликвидации чрезвычайных ситуаций составляет 20 % протяжённости фронта огня на объекте.

### **Определение требуемой защищённости населения в жилых зонах**

В результате прогнозирования последствий применения по городу или объекту экономики обычных средств поражения может оказаться, что ожидаемые потери населения значительны. В этих случаях возникает задача определение типов защитных сооружений и их количества, обеспечивающих защищённость населения.

Последовательность решения задачи может быть следующая.

1. Назначаются возможные типы укрытия для населения или рабочей смены объекта экономики.

2. Определяется величина степени поражения жилого массива по формуле (4) либо по табл. 3 в зависимости от исходных данных.

3. Определяется математическое ожидание потерь населения по формуле (5) по возможным вариантам защиты.

4. Выбираются варианты, обеспечивающие допустимый (минимальный) уровень потерь населения.

5. Из всех вариантов выбирается наиболее экономичный по критерию

$$K = \frac{1 - M_i}{C_i^1} \rightarrow \max,$$

где  $C_i^1 = \frac{C_i}{C_{\max}}$ ;

$C_i$  – стоимость  $i$ -го варианта защиты;

$C_{\max}$  – максимальная стоимость из всех вариантов защиты;

$M_i$  – математическое ожидание доли потерь населения по  $i$ -му варианту защиты.

Применение рассмотренных основ позволяет обосновать объём аварийно-спасательных и аварийно-восстановительных работ и обосновать мероприятия по повышению защищённости и физической стойкости жилых зон к воздействию обычных средств поражения в военное время.

### Литература

1. Седнев В.А. Управление безопасностью экономики и территорий: учебник. М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. 322 с.
2. Седнев В.А. Характеристика экономики Российской Федерации и особенности её функционирования в военное время // Технологии техносферной безопасности. Вып. 6 (70). 2016. С. 136-144. <http://academygps.ru/ttb>.
3. Седнев В.А. Основы прогнозирования состояния промышленного объекта при воздействии средств поражения // Технологии техносферной безопасности. Вып. 3 (73). 2017. С. 143-153. <http://academygps.ru/ttb>.
4. Седнев В.А., Кошечкина Е.И. Методика прогнозирования взрывоустойчивости жилых зданий при действии обычных средств поражения // Технологии техносферной безопасности. Вып. 1 (71). 2017. С. 137-147. <http://academygps.ru/ttb>.
5. Седнев В.А., Кошечкина Е.И. Методика определения объёмов разрушений жилых зданий при воздействиях обычных средств поражения // Технологии техносферной безопасности. Вып. 1 (71). 2017. С. 148-153. <http://academygps.ru/ttb>.
6. ГОСТ Р 42.2.01-2014. Гражданская оборона. Оценка состояния потенциально опасных объектов, объектов обороны и безопасности в условиях воздействия поражающих факторов обычных средств поражения. Методы расчёта.
7. Седнев В.А. Требования к мероприятиям по повышению безопасности и устойчивости функционирования экономики в военное время // Технологии техносферной безопасности. Вып. 6 (70). 2016. С. 145-150. <http://academygps.ru/ttb>.
8. Седнев В.А. Обоснование и содержание мероприятий по повышению устойчивости функционирования экономики страны в военное время // Технологии техносферной безопасности. Вып. 3 (73). 2017. С. 154-162. <http://academygps.ru/ttb>.

## References

1. Sednev V.A. Upravlenie bezopasnost'ju jekonomiki i territorij: uchebnik (Management of the economy and security site: the textbook). M.: Akademija GPS MChS Rossii, 2017. 322 p.
2. Sednev V.A. Harakteristika jekonomiki Rossijskoj Federacii i osobennosti ejo funkcionirovanija v voennoe vremja (Characteristics of the economy of the Russian Federation and the features of its operation won time) // Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti. Vyp. 6 (70). 2016. Pp. 136-144. <http://academygps.ru/ttb>.
3. Sednev V.A. Osnovy prognozirovanija sostojanija promyshlennogo ob'ekta pri vozdeystvii sredstv porazhenija (Fundamentals forecast of the state of the industrial facility under the influence of means of destruction) // Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti. Vyp. 3 (73). 2017. Pp. 143-153. <http://academygps.ru/ttb>.
4. Sednev V.A., Koshevaja E.I. Metodika prognozirovanija vzryvoustojchivosti zhilyh zdaniy pri deystvii obychnyh sredstv porazhenija (Methods of prediction of explosion resistance of residential buildings under the action of conventional weapons) // Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti. Vyp. 1 (71). 2017. Pp. 137-147. <http://academygps.ru/ttb>.
5. Sednev V.A., Koshevaja E.I. Metodika opredelenija ob'jomov razrushenij zhilyh zdaniy pri vozdeystvijah obychnyh sredstv porazhenija (The method of determining the volume of destruction of residential buildings under the influence of conventional means of destruction) // Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti. Vyp. 1 (71). 2017. Pp. 148-153. <http://academygps.ru/ttb>.
6. GOST R 42.2.01-2014. Grazhdanskaja oborona. Ocenka sostojanija potencial'no opasnyh ob'ektov, ob'ektov oborony i bezopasnosti v uslovijah vozdeystvija porazhajushhix faktorov obychnyh sredstv porazhenija. Metody raschjota (Civil defense. Assessment of the condition of potentially dangerous objects, objects of defense and safety in the conditions of influence of striking factors of usual means of defeat. Calculation method).
7. Sednev V.A. Trebovanija k meroprijatijam po povysheniju bezopasnosti i us-tojchivosti funkcionirovanija jekonomiki v voennoe vremja (Requirements for measures to improve the security and stability of functioning of economy in time of war) // Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti. Vyp. 6 (70). 2016. Pp. 145-150. <http://academygps.ru/ttb>.
8. Sednev V.A. Obosnovanie i sodержanie meroprijatij po povysheniju ustojchivosti funkcionirovanija jekonomiki strany v voennoe vremja (Justification and content of measures to improve the stability of the country's economy in wartime) // Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti. Vyp. 3 (73). 2017. Pp. 154-162. <http://academygps.ru/ttb>.