

Глава 3. Оценка поражающего действия ядерного взрыва

3.1. Характеристика поражающего действия ядерного взрыва

По масштабам и характеру поражающего действия ядерные взрывы существенным образом отличаются от взрывов обычных боеприпасов. Одновременное воздействие ударной волны, светового излучения и проникающей радиации в значительной мере обуславливает комбинированный характер поражающего действия взрыва ядерного боеприпаса на людей, вооружение, военную технику и сооружения.

При комбинированном поражении личного состава травмы и контузии от воздействия ударной волны могут сочетаться с ожогами от светового излучения, лучевой болезнью от воздействия проникающей радиации и радиоактивного заражения. Некоторые виды вооружения и военной техники, сооружений и имущества войск будут разрушаться (повреждаться) ударной волной с одновременным возгоранием от светового излучения. Радиоэлектронная аппаратура и приборы, кроме того, могут потерять работоспособность в результате воздействия электромагнитного импульса и ионизирующих излучений ядерного взрыва, что наиболее характерно для взрыва нейтронного боеприпаса.

Комбинированное поражение является наиболее тяжелым для человека. Так, лучевая болезнь затрудняет лечение травм и ожогов, которые в свою очередь осложняют течение лучевой болезни. Кроме того, при этом снижается сопротивляемость организма человека к инфекционным заболеваниям.

Поражения личного состава по их тяжести принято делить на смертельные, крайне тяжелые, средней тяжести и легкие. Крайне тяжелые и средней тяжести поражения представляют опасность для жизни и зачастую сопровождаются смертельным исходом. Поражения средней тяжести и легкие, как правило, опасности для жизни не представляют, но приводят к временной потере боеспособности личного состава.

Выход из строя личного состава от воздействия ударной волны и светового излучения определяется легкими, а от воздействия проникающей радиации — средними поражениями, требующими лечения в медицинских учреждениях.

Под воздействием поражающих факторов ядерного взрыва личный состав может терять боеспособность (работоспособность) немедленно, т.е. по истечении нескольких минут после взрыва, либо через более продолжительное время. Под воздействием ударной волны или светового излучения поражение личного состава происходит, как правило, немедленно. Степень поражения человека проникающей радиацией и время, в течение которого проявляются характерные симптомы лучевой болезни, а соответственно и выход личного состава из строя зависят от поглощенной дозы излучения. Это время может составлять от нескольких дней до месяца.

Потери личного состава от воздействия поражающих факторов ядерного взрыва в зависимости от степени поражения принято делить на безвозвратные и санитарные. К безвозвратным потерям относят погибших до оказания медицинской помощи; к санитарным — пораженных, утративших боеспособность не менее чем на одни сутки и поступивших в медицинские пункты или лечебные учреждения.

Выход из строя вооружения и военной техники происходит главным образом под действием ударной волны и обуславливается для самолетов и вертолетов слабыми повреждениями, для остальной техники — средними повреждениями.

Повреждение вооружения и военной техники происходит при непосредственном воздействии на них избыточного давления и вследствие метательного действия ударной волны, в результате чего объект отбрасывается скоростным напором и ударяется о землю.

Принято различать четыре степени повреждения вооружения и военной техники: слабые, средние и сильные повреждения и полное разрушение.

К слабым повреждениям вооружения и военной техники относятся такие, которые существенно не снижают боеспособности образца и могут быть устранены силами расчета (экипажа).

Средними считаются повреждения вооружения и военной техники, требующие ремонта в воинских ремонтных частях и подразделениях.

При сильных повреждениях объект либо полностью становится непригодным к использованию, либо может быть возвращен в строй после капитального ремонта.

В случае полного разрушения объекта его восстановление невозможно или практически нецелесообразно.

Фортификационные сооружения разрушаются в основном ударной волной, а при отсутствии одежды крутостей— и от воздействия сейсмозрывных волн в грунте. Различают три степени разрушения фортификационных сооружений: слабую, среднюю и полную.

При слабом разрушении сооружение пригодно для боевого использования, но требует в дальнейшем ремонта.

В случае среднего разрушения пригодность сооружения для использования по прямому назначению ограничена и оно считается выведенным из строя.

При полном разрушении использование сооружения по прямому назначению и его восстановление становятся практически невозможными.

В населенных пунктах и лесах при ядерных взрывах могут возникать зоны завалов и пожаров. Высота сплошных завалов может достигать 3—4 м. В зоне полного разрушения леса (давление более 0,5 кгс/см²) деревья, как правило, вырваны с корнем, сломаны и отброшены. В зоне сплошных завалов (давление 0,3—0,5 кгс/см²) разрушается до 60% деревьев, в зоне частичных завалов (давление 0,1—0,3 кгс/см²) — до 30%.

3.2. Координатный закон поражения

Поражение цели, а также наносимый ей ущерб при взрыве ядерного боеприпаса носят случайный характер и обусловлены совокупностью следующих факторов:

- значениями координат цели относительно центра (эпицентра) взрыва;
- эффективностью поражающего действия боеприпаса;
- степенью накрытия цели поражающими факторами;
- уязвимостью цели;
- различием в расположении и ориентации объектов на местности относительно центра (эпицентра) взрыва.

При установлении закономерности вероятности выхода из строя личного состава при одновременном воздействии нескольких поражающих факторов (комбинированное поражение) учитывается, что взаимное отягощение различных видов поражения проявляется, как правило, не сразу после их получения, а лишь в период лечения.

В таком случае вероятность V выхода из строя личного состава при комбинированных поражениях рассматривается как результат воздействия на человека независимых событий (поражающих факторов) и вычисляется по соотношению

$$V = 1 - [(1 - V_{ув}) (1 - V_{си}) (1 - V_{пр})],$$

где $V_{ув}$, $V_{си}$, $V_{пр}$ — вероятность выхода из строя от воздействия соответственно ударной волны, светового излучения и проникающей радиации.

Поскольку воздействие отдельных поражающих факторов на цель носит случайный характер, результат действия взрыва в целом также будет случайным, поэтому полной характеристикой поражающего действия взрыва ядерного боеприпаса является координатный закон поражения объектов.

Координатный закон поражения представляет собой зависимость вероятности поражения объекта не ниже заданной степени тяжести от его положения (координат) относительно центра (эпицентра) взрыва ядерного боеприпаса. Для каждой мощности и вида ядерного взрыва существует определенная закономерность изменения вероятности определенной степени поражения (разрушения) данного объекта в зависимости от расстояния.

Вследствие симметричности воздействия поражающих факторов взрыва относительно его центра (эпицентра) на среднепересеченной местности координатный закон поражения будет круговым (рис. 3.1). Начало координат совмещено с центром (эпицентром) взрыва, на оси абсцисс указывается расстояние R от центра (эпицентра) взрыва, а на оси ординат — вероятность $V(R)$ поражения определенного элемента цели с заданной степенью тяжести.

При рассмотрении координатного закона поражения можно выделить три зоны (области), расположенные вокруг центра (эпицентра) взрыва. В зоне радиусом R_g , непосредственно примыкающей к центру (эпицентру) взрыва, вероятность поражения цели постоянна и равна 1; эту зону принято называть зоной безусловного (достоверного) поражения. За ней следует зона с радиусом R_a , в пределах которой вероятность поражения уменьшается от 1 до 0 по мере увеличения расстояния от центра (эпицентра) взрыва; эту зону называют **зоной вероятного поражения**.

Затем располагается зона ($R_b > R_a$), в пределах которой не будут наблюдаться поражения средней тяжести. Начиная с расстояния $R > R_b$ будут отсутствовать и легкие поражения; эту область принято называть **зоной полной безопасности**,

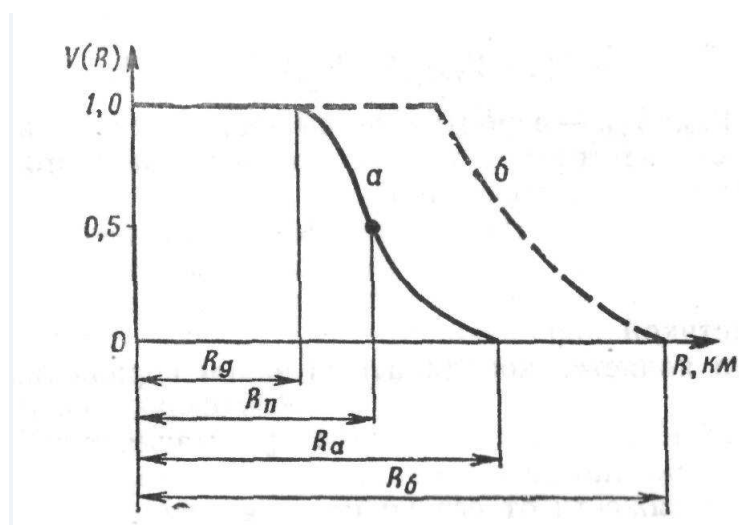


Рис. 3.1. Графическое изображение кругового координатного закона поражения:

а — поражение не ниже средней степени тяжести; **б** — поражение не ниже легкой степени тяжести

Непосредственное использование координатного закона при расчетах возможных потерь в районе ядерного взрыва представляет определенные трудности из-за сложности вычислений. Для практических расчетов вид координатного закона поражения можно упростить, искусственно расширив зону достоверных поражений за счет зоны вероятных поражений. Полученную расширенную зону достоверных поражений средней тяжести называют **приведенной зоной поражения**, в пределах которой при взрыве боеприпаса цель поражается с заданной вероятностью. Размер этой зоны можно характеризовать радиусом R_n (км), называемым в дальнейшем для сокращения **радиусом зоны поражения**. При таком подходе координатный закон поражения заменяется простым одноступенчатым законом вероятности поражения цели $V(R)$ от расстояния до цели R в момент взрыва ядерного боеприпаса (рис. 3.2).

Для всех точек приведенной зоны поражения в соответствии с ее определением вероятность поражения рассматриваемого элемента цели со степенью тяжести не ниже заданной равна 1, а вне этой зоны ($R > R_n$) — 0.

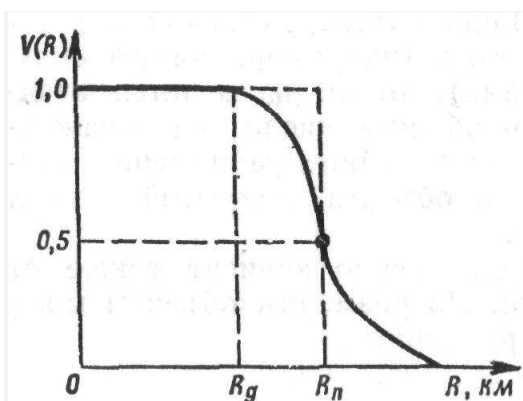


Рис. 3.2. Графическое изображение одноступенчатого закона вероятности поражения цели

На границе приведенной зоны поражения $R = R_n$ вероятность поражения рассматриваемой элементарной цели составляет 0,5. Приведенная зона поражения S_n ($км^2$) имеет вид круга:

$$S_n = \pi R_n^2. \quad (3.1)$$

Использование на практике кругового одноступенчатого закона вероятности поражения цели позволяет с приемлемой для ручных расчетов точностью оценивать эффективность ядерных ударов.

3.3. Классификация объектов поражения

Эффективность ядерного удара при поражении объекта обуславливают следующие факторы:

- вид, размер и подвижность объекта;
- устойчивость элементарных целей объекта к воздействию поражающих факторов;
- мощность, вид и количество взрывов;
- рельеф местности и метеорологические условия в момент удара и др.

В общем случае объект поражения представляет собой совокупность элементарных целей, расположенных на ограниченной площади. Под элементарной целью понимают такую одиночную цель, которую нельзя разделить на другие цели или расчленить на части без нарушения ее физической целостности, например, танк, бронетранспортер.

По характеру элементарных целей, входящих в состав объектов, последние делятся на однородные и неоднородные. Однородным называется объект, содержащий один вид элементарных целей. Если объект содержит элементарные цели разного характера (например, живую силу, танки, артиллерийские орудия), то он называется неоднородным. Для однородного объекта число его пораженных элементарных целей, расположенных равномерно, прямо пропорционально площади объекта, накрытой зонами поражения ядерных взрывов.

Устойчивость объекта существенно зависит также от его размера и конфигурации. По размерам объекты можно разделить на точечные и размерные.

К точечным объектам относятся такие, поражение которых не может быть частичным: они либо поражаются полностью при взрыве ядерного боеприпаса, либо вообще не поражаются (например, пусковая установка на стартовой позиции).

Размерные объекты могут быть площадными или линейными. У площадных объектов отношение линейных размеров фронта и глубины не превышает 2:1. У линейных объектов это отношение больше 2. В отличие от точечных размерные объекты могут поражаться при ядерном взрыве и частично, т.е. поражение может быть нанесено лишь доле элементарных целей, расположенных в

пределах занимаемой данным объектом площади. Следует иметь в виду, что такая классификация целей относительна: в зависимости от мощности взрыва одна и та же цель может быть в одном случае точечной, а в другом — размерной.

Площадные объекты могут быть условно представлены в виде круговых. В качестве размерной характеристики кругового объекта принимается площадь $S_{ц}$ (км²) или радиус $R_{ц}$ (км) круга, равновеликого площади объекта. Площадь цели определяется как произведение ее размеров по фронту и в глубину. Тогда

$$R_{ц} = \sqrt{\frac{S_{ц}}{\pi}}. \quad (3.2)$$

При оценке потерь, нанесенных линейному объекту, в качестве основной размерной характеристики принимается его длина $L_{ц}$.

Практически любой размерный объект является неоднородным как с точки зрения устойчивости его отдельных элементов к воздействию поражающих факторов ядерного взрыва, так и с точки зрения степени важности этих элементов для нормального функционирования объекта в целом.

3.4. Оценка потерь в районе ядерного взрыва

Данные о потерях войск в районе ядерного взрыва могут быть получены либо из донесений командиров подразделений, подвергшихся ядерному удару, либо определены расчетным путем — методом прогнозирования. В последнем случае оценка эффективности поражающего действия ядерного взрыва на различные объекты может производиться с использованием значений радиусов зон поражения. При этом считают, что в пределах зон поражения отдельные элементы объекта получают разрушения (поражения) такой степени, что утрачивают боеспособность или не могут быть использованы по своему прямому назначению.

Исходными данными для прогнозирования потерь личного состава, вооружения и военной техники являются время, координаты, вид и мощность ядерного взрыва, положение войск, их защищенность и условия боевой деятельности.

Эффективность поражения объекта определяется совокупностью характеристик поражения и оценивается нанесенным ущербом. В зависимости от типа объектов для оценки эффективности поражения могут использоваться различные критерии боевой эффективности. Показателем эффективности поражения одиночных точечных объектов служит вероятность поражения. Показателем эффективности поражения площадного объекта является математическое ожидание относительного числа (или процента) пораженных элементарных целей или надежно поражаемая часть площади объекта.

На практике эффективность ядерного удара противника по объектам можно оценивать абсолютным или относительным числом пораженных элементов (площади) объекта $S_{п}$. В последнем случае ущерб $M_{п}$ (%), наносимый объекту, может быть вычислен как отношение количества пораженных элементов $m_{п}$ (площади зоны поражения $S_{п}$) к общему их числу на объекте поражения $m_{ц}$ (площади объекта $S_{ц}$) по соотношению

$$M_{п} = \frac{S_{п}}{S_{ц}} 100.$$

Для определения ущерба (потерь) необходимо знать значения радиусов зон поражения (выхода из строя) личного состава, вооружения и военной техники $R_{п}$ для данной мощности и вида взрыва, площадь или длину объекта, по которому нанесен ядерный удар, а также количество личного состава $N_{л.с}$ вооружения и военной техники $N_{т}$ на объекте и степень их защищенности. Кроме того, необходимо иметь сведения о характере распределения элементарных целей на площади объекта. Зачастую такая информация будет отсутствовать, и поэтому условно принимают, что все элементы распределены равномерно на площади объекта, по которому нанесен ядерный удар.

Площадь цели, оказавшаяся в зоне поражения от взрыва ядерного боеприпаса определенной мощности, зависит от взаимного расположения центра (эпицентра) взрыва и центра площади поражаемого объекта.

Возможные варианты такого взаимного расположения показаны на рис. 3.3, где:

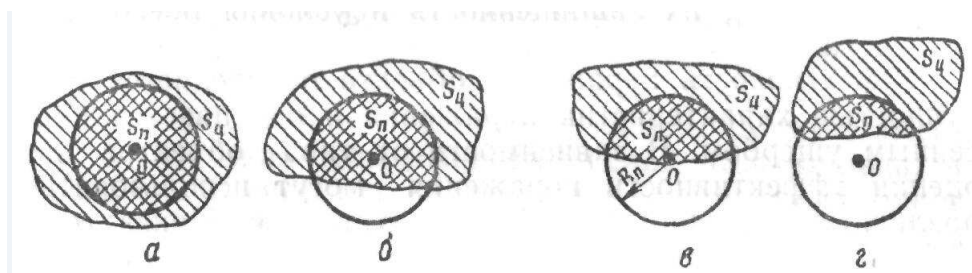


Рис. 3.3. Расположение зон поражения относительно площади объекта (вариант)

a — вся площадь зоны поражения $S_{\text{п}}$ (км^2) расположена в пределах площади объекта; вычисляется по формуле (3.1);

б — больше половины площади зоны поражения находится в пределах площади объекта; поражаемая часть площади объекта определяется площадью круга радиусом $R_{\text{п}}$ за вычетом площади сегмента;

в — половина площади зоны поражения расположена за пределами площади объекта, и в этом случае

$$S_{\text{в}} = \frac{\pi R_{\text{п}}^2}{2};$$

г — больше половины площади зоны поражения расположено за пределами площади объекта; при этом поражаемая часть площади объекта равна площади сегмента.

При оценке абсолютных потерь личного состава $P_{\text{чел}}$ или вооружения и военной техники $P_{\text{ед}}$, находившихся в момент ядерного взрыва на размерном объекте, следует определить площадь объекта, накрытую зоной поражения $S_{\text{п}}$, и умножить найденное значение на количество личного состава или вооружения и военной техники:

$$\frac{S_{\text{п}}}{S_{\text{ц}}} N_{\text{л.с}} = P_{\text{чел}} \quad (3.3)$$

ИЛИ

$$\frac{S_{\text{п}}}{S_{\text{ц}}} N_{\text{т}} = P_{\text{ед}} \quad (3.4)$$

Воинские подразделения при передвижениях в колоннах относятся к линейным объектам. В этом случае расчет ущерба $M_{\text{п}}$ (%), нанесенного им ядерным взрывом, производится по соотношению

$$M_{\text{п}} = \frac{L_{\text{п}}}{L_{\text{ц}}} 100,$$

где $L_{\text{п}}$ — длина пораженной взрывом части колонны, км;

$L_{\text{ц}}$ — общая длина колонны войск, км. Длина пораженной части колонны зависит от радиуса зоны поражения (мощности и вида взрыва) отдельных элементов колонны и взаимного положения центра (эпицентра) взрыва и колонны.

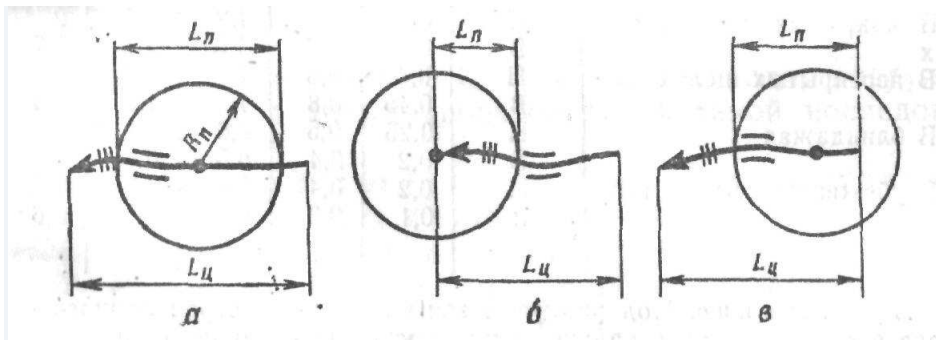


Рис. 3.4. Расположение центров (эпицентров) ядерных взрывов относительно поражаемых колонн войск (вариант)

На рис. 3.4 показаны возможные положения центров (эпицентров) взрывов относительно поражаемых колонн войск (линейных объектов). Абсолютные потери личного состава, вооружения и военной техники на линейном объекте при положениях *a*, *б*, *в*, изображенных на рисунке, могут быть оценены соотношениями:

$$\frac{2R_{\Pi}}{L_{\text{ц}}} N_{\text{п.с}} = P_{\text{чел}} \quad \text{или} \quad \frac{2R_{\Pi}}{L_{\text{ц}}} N_{\text{т}} = P_{\text{ед}}; \quad (3.5)$$

$$\frac{R_{\Pi}}{L_{\text{ц}}} N_{\text{п.с}} = P_{\text{чел}} \quad \text{или} \quad \frac{R_{\Pi}}{L_{\text{ц}}} N_{\text{т}} = P_{\text{ед}}; \quad (3.6)$$

$$\frac{1,7R_{\Pi}}{L_{\text{ц}}} N_{\text{п.с}} = P_{\text{чел}} \quad \text{или} \quad \frac{1,7R_{\Pi}}{L_{\text{ц}}} N_{\text{т}} = P_{\text{ед}}. \quad (3.7)$$

Ориентировочные значения радиусов зон выхода из строя личного состава в зависимости от условий его размещения при низких воздушных (В) и наземных (Н) ядерных взрывах представлены в табл. 3.1. При оценке

Таблица 3.1

Радиусы зон выхода из строя личного состава в результате комбинированных поражений, км

Расположение личного состава	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т				
		1	10	20	50	100
Открыто на местности и в автомобилях	Н	0,9	1,3	1,7	2,3	3
	В	0,9	1,9	2,4	3,2	4,6
В БТР закрытого типа	Н	0,85	1,3	1,45	1,7	1,9
	В	0,85	1,3	1,45	1,7	1,9
В танках	Н	0,7	1	1,2	1,3	1,4
	В	0,8	1	1,2	1,3	1,4
В открытых щелях, окопах	Н	0,65	1	1,2	1,5	2
	В	0,6	1,2	1,5	2	2,7
В перекрытых щелях	Н	0,45	0,8	1	1,2	1,5
	В	0,45	0,8	1	1,1	1,4
В блиндажах	Н	0,25	0,5	0,6	0,8	1
	В	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8
В убежищах легкого типа	Н	0,2	0,4	0,5	0,7	0,8
	В	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6

Примечание. Под радиусом зоны выхода из строя личного состава следует понимать радиус окружности, на границе которой вероятность комбинированных поражений средней тяжести

составляет не менее 50% возможных потерь вооружения и военной техники и разрушений инженерных сооружений можно воспользоваться данными, приведенными в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Радиусы зон средних повреждений вооружения и военной техники и разрушений инженерных сооружений, км

Наименование техники и сооружений	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т				
		1	10	20	50	100
Танки	Н	0,15	0,3	0,4	0,6	0,7
	В	0,2	0,4	0,55	0,8	1
Грузовые автомобили	Н	0,4	0,9	1,1	1,4	2
	В	0,5	1,1	1,4	1,9	2,4
Артиллерийские орудия	Н	0,2	0,5	0,7	0,9	1,1
	В	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4
Оперативно - тактические ракеты	Н	0,5	1	1,3	1,8	2,2
	В	0,5	1,1	1,45	2	2,4
Реактивные самолеты	Н	0,9	1,9	2,3	3,2	4
	В	1	2,1	2,6	3,7	4,5
Траншея	Н	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1
	В	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9
Блиндажи	Н	0,2	0,45	0,6	0,8	1
	В	0,15	0,3	0,4	0,6	0,8
Убежища легкого типа	Н	0,15	0,35	0,5	0,65	0,8
	В	0,1	0,25	0,35	0,45	0,6
Автодорожные и железнодорожные мосты (фермы сквозные)	Н	0,25	0,5	0,7	1	1,3
	В	0,35	0,85	1,3	1,5	1,9
Деревянные мосты	Н	0,35	0,6	0,8	1,1	1,5
	В	0,5	0,9	1	1,7	2,2

Примечание. Радиусы выхода из строя вооружения и военной техники, расположенных в укрытиях, примерно в 1,5 раза меньше указанных.

Оценка возможных потерь личного состава, вооружения и военной техники производится в такой последовательности:

1. В зависимости от мощности и вида ядерного взрыва по табл. 3.1 и 3.2 определяются значения радиусов зон выхода из строя различных элементов объекта.
2. Из центра (эпицентра) ядерного взрыва по значениям радиусов наносят на карту с фактическим положением войск зоны выхода из строя отдельных элементов объекта.
3. По формуле (3.1) вычисляются значения площадей зон поражения различных элементов объекта.
4. Абсолютные потери личного состава или вооружения и военной техники на размерном объекте вычисляются по соотношению (3.3) или (3.4), а на линейном объекте — по соотношениям (3.5), (3.6) и (3.7).