А.Н. Лебединец

ОРГАНИЗАЦИЯ, ВООРУЖЕНИЕ И БОЕВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОТОСТРЕЛКОВЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МАЛОГО МАСШТАБА

Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана

А.Н. Лебединец

ОРГАНИЗАЦИЯ, ВООРУЖЕНИЕ И БОЕВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОТОСТРЕЛКОВЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МАЛОГО МАСШТАБА

*Рекомендовано Научно-методическим советом
МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве учебного пособия
по курсу «Прикладная теория стрельбы»*

Москва
Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана
2012

УДК 623.24
ББК 68.8
Л33

Рецензенты: *А.С. Неугодов, А.Г. Ришняк*

Лебединец А. Н.
Л33 Организация, вооружение и боевые возможности мотострелковых подразделений малого масштаба : учеб. пособие / А. Н. Лебединец. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. — 108, [4] с. : ил.

Проведен анализ развития структуры подразделений пехоты и мотострелковых войск. Рассмотрены вопросы оптимальной численности подразделений и номенклатуры вооружения. Подробно изложен алгоритм расчета вероятности попадания при стрельбе очередями в различных системах групп ошибок.

Для студентов МГТУ им. Н. Э. Баумана, обучающихся по специальности «Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие».

УДК 623.24
ББК 68.8

© МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2012

ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование вооружения и военной техники, сложность современных машин и устройств приводит постепенно к тому, что вузовская подготовка инженеров-оружейников и военных специалистов приобретает все более обособленный характер. Этот вполне естественный процесс сужает профессиональный кругозор специалистов.

Мало внимания уделяется процессу преумножения и передачи общих взаимосвязанных знаний о бое, способах и средствах его ведения. Отсутствуют структуры и механизмы, ответственные за этот процесс. Параллельно происходит постепенная утрата фундаментальных знаний о бое. Особенно заметно это при формировании организационно-штатных структур и оснащении их оружием с нужными характеристиками. Объективные знания утрачены, не используются и подменяются традициями либо малообоснованными тенденциями. Технические задания, выработанные военными, не вполне отвечают объективным потребностям войск. В результате исследования по созданию новой техники носят недостаточно тщательный или односторонний характер. Конструкторы допускают грубые ошибки из-за неправильной расстановки акцентов при определении технического облика оружия. Спроектированное вооружение при более высоких характеристиках не повышает боевых возможностей подразделений.

В связи с инициативным характером современных разработок и малым объемом работ в области вооружений нарушилась передача опыта конструкторов и исследователей от поколения к поколению.

Данное пособие призвано помочь сохранению опыта принятия решений при конструировании оружия и формировании систем вооружения, обобщению результатов теоретических и экспериментальных исследований, проводившихся в отрасли.

Пособие содержит основные понятия и определения боевых действий, тактики, организации и вооружения мотострелковых подразделений малого масштаба, рассматривает вопросы эффективности использования живой силы и оружия в бою.

Автор выражает благодарность И.Н. Лапину, С.А. Веремееву (МГТУ им. Н.Э. Баумана) за помощь в создании расчетных программ, В.Я. Бушуеву, Ю.В. Минаеву (ФГУП «ЦНИИТОЧМАШ») за помощь в освоении отраслевого опыта.

ВООРУЖЕННАЯ БОРЬБА ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПЕШЕГО СТРОЯ

1. Основные понятия и определения

Оружие пехоты и мотострелковых подразделений является самым массовым видом вооружения. Оно, как ни один другой вид современного вооружения, оторвано от систем управления войсками, наименее вовлечено в общий механизм боевого воздействия на противника.

Мотострелковые войска имеют на вооружении ствольное, ракетное, минное и другие виды оружия.

Носимое оружие мотострелковых войск представлено обычно стрелковым оружием и средствами ближнего боя.

Воздействие на противника в бою мотострелковых войск, достигается оружием и физической силой солдата примерно в равной степени. Физическая сила солдата используется в основном для переноски оружия при маневрах, перевода из походного положения в боевое, подготовки позиций, управления огнем. Огневые возможности и масштаб воздействия на противника стрелкового оружия ограничен мускульной силой человека, запасом его биологической мощности.

Вооруженная борьба солдат пешего строя характеризуется следующими особенностями:

1) непосредственный, визуальный контакт с противником;

2) малый линейный масштаб и локализация боев;

3) затрудненный маневр в условиях соприкосновения с противником;

4) привязанность пехотного боя к конкретным участкам местности и постоянно меняющимся ландшафтным условиям;

5) самые большие людские потери по сравнению с другими родами войск;

6) большое влияние человеческого фактора (физиологии, психики, интеллекта) на результативность стрельбы и действия мотострелковых войск в целом.

На результативность боевых действий влияет большое число факторов, наиболее важным из которых является огонь подразделений.

Изучение боя затруднено. Математические или полигонные эксперименты по моделированию боя, равно как и моделирование боевой стрельбы (в условиях полигона), лишь в малой степени отражают процессы, протекающие при вооруженной борьбе с реальным противником. Самые точные математические модели являются грубой аппроксимацией процессов, происходящих в действительности.

Достоверная информация о боевых действиях крайне скудна, поскольку затруднен сбор сведений. Ни командиры частей, ни командиры рот и взводов, ни бойцы, стрелявшие по противнику, не имеют полного представления о процессах,

происходящих во время боя. Бой растянут в пространстве и времени, в него вовлечено большое число людей, каждый из которых владеет лишь небольшим объемом информации о происходящем.

Особенно трудно осуществить наблюдение за динамическими процессами — маневром войск, расходом боеприпасов, поступлением резервов и т. д.

В этих условиях важным инструментом оценки действия подразделений является максимально точное математическое описание их огневых возможностей. Для малочисленных подразделений, воюющих без флангового маневра, при прочих равных условиях повышение эффективности стрельбы каждого конкретного ствола обеспечивает преимущество над противником и позволяет говорить о вероятной победе над ним.

В середине XX в. вооруженные силы нашей страны обладали огромной мощью. Удары войсками и мотострелковыми подразделениями можно было заменить массированным применением артиллерии, авиации, тактических ракет. Роль стрелкового оружия в общевойсковом бою снижалась. На совершенствование оружия пехоты большее влияние оказывали такие условия, как мощь других родов войск и системы в целом, конструктивная преемственность, обучение личного состава, традиции.

Наличие в составе стрелковых отделений боевых машин пехоты (БМП) (далеко не во всех штатах) несравненно их усилило, но и снизило роль остального стрелкового оружия. Было ослаблено внимание к совершенствованию стрелкового оружия.

Например, в 1974 г. автомат АК-74 поступил в производство и на вооружение, проиграв по эффективности стрельбы в конкурсе автомату СА-006 (А.С. Константинов). Принятие на вооружение АК-74 было осуществлено военными волевым порядком, несмотря на противоположное мнение представителей промышленности.

Принятый в 1969 г. на вооружение пулемет ПКМ имел комплекс боевых свойств, характерный для условий мирного времени: рекордно низкую массу, высокую надежность, большой ресурс, простоту обслуживания. Однако по кучности боя с сошки уступал пулеметам, принятым до него: ДП, РП-46, РПД, РПК, по практической скорострельности — РП-46, СГМ и пулемету образца 1910/30 г., которые он заменил в войсках в качестве пулемета стрелковых рот. Ситуацию удалось несколько поправить только к 2000 г. принятием на вооружение пулемета ПКП.

В связи с сокращением Вооруженных сил России в 2000–2010 гг. значительно снизилась их структурная, системная мощь. Сегодня командиру роты, особенно из бригадных структур, в большей степени, чем раньше, приходится надеяться на силу и эффективность своего оружия — стрелкового, пушек БМП, гранатометов. При этом следует помнить, что бой ведут подразделения, имеющие определенные штатное расписание и номенклатуру вооружения. Правильное сочетание эффективности оружия и оптимальной организационной структуры служит резервом увеличения боевых возможностей подразделений.

Высшим руководящим документом, регламентирующим способы ведения боевых действий мотострелковыми войсками, является Боевой устав Сухопутных войск [1, 2] и его многочисленные более ранние версии [3, 4].

В соответствии с данными источников приведем определения процессов и явлений, происходящих при ведении боевых действий.

Бой — основная форма тактических действий войск, представляющая собой организованные и согласованные по цели, месту и времени удары, огонь и маневр подразделений в целях уничтожения противника, отражения его ударов и выполнения других задач в ограниченном районе в течение короткого времени [1].

Бой — это явление локальное, причем степень локализации зависит от характера местности, физических возможностей противоборствующих сторон и полноценного управления войсками.

В силу задержек в прохождении информационных потоков невозможно командовать боем на бесконечно большом пространстве, как и штабу управлять одновременно столь большим числом людей и огневых средств.

В привычном понимании боем пехотных или мотострелковых войск является атака усиленного батальона на подготовленный ротный опорный пункт противника. Батальон обычно усилен ротой танков. Опорный пункт имеет подготовленную оборону: деревоземляные огневые точки, огневые точки в каменных строениях, инженерные заграждения, обороняющимся придается противотанковый взвод. Как правило, основой для ротного опорного пункта служит населенный пункт — деревня или поселок. Ширина поля боя по фронту составляет 1…1,5 км, глубина с учетом боевого порядка сторон — 1…2 км. Площадь локализации, таким образом, соответствует 2…3 км^2. В бою обычно участвует около 600–800 чел. с обеих сторон. Продолжительность составляет приблизительно 1…2 ч. При больших масштабах вооруженное столкновение разделяется на несколько боев, не связанных один с другим территориально и тактически.

Боевой порядок — построение (размещение) подразделения для боя.

Удар — одновременное поражение группировок войск и объектов противника путем мощного воздействия на них всеми имеющимися средствами или войсками.

Удар в общем случае может и не завершаться поражением противника, его разгромом, но приводит к оставлению противником занимаемых позиций. Удар по противнику может быть нанесен огнем подразделений, может представлять собой воздействие на противника войсками — маневром и концентрацией или рассредоточенным продвижением. В последнем случае он не сопровождается боем.

Ярким примером воздействия на противника войсками считаются действия 1-го гвардейского кавалерийского корпуса в ходе битвы за Москву зимой 1941–1942 г. В течение месяца части корпуса продвигались в глубь обороны противника, почти не участвуя в боях. Одним только своим присутствием на оголенном фланге группы армий «Центр» корпус способствовал отходу войск противника от Москвы [5, 6].

Огонь — воздействие на противника стрельбой из разных видов оружия. Огонь подразделения является основным средством уничтожения противника в бою. Эффективность огня в большей степени определяется искусством солдата, расчетов и экипажей, а также свойствами оружия.

Маневр — организованное передвижение войск в ходе боя в целях занятия более выгодного положения по отношения к противнику и создания необходимой группировки сил и средств, а также перенос или перенацеливание ударов и огня

для наиболее эффективного поражения противника. Маневр в большей степени является искусством командиров и штабов.

На тактическом уровне цель маневра — построить своих солдат и расположить их на поле боя так, чтобы как можно больше солдат действовало на противника одновременно, а солдаты противника, наоборот, находились в локальном меньшинстве или на неудобной позиции, мешающей им оказывать противодействие.

Разгром — приведение противника в небоеспособное состояние.

Наступление — вид боевых действий, проводимый в целях полного разгрома противника и овладения важными районами (объектами) местности.

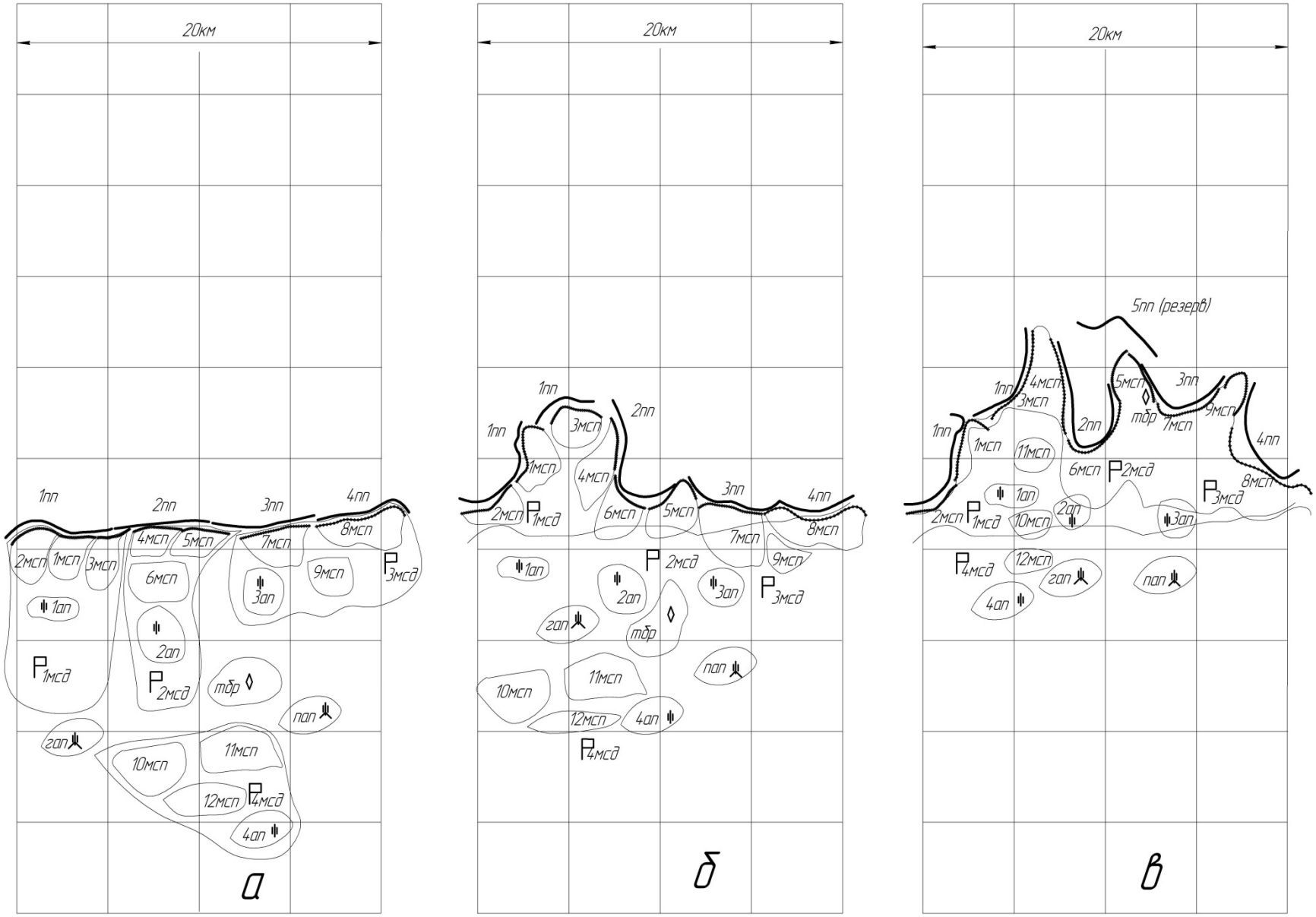
Оборона — вид боевых действий, осуществляемых преднамеренно или вынужденно с целью отразить наступление противника, нанести ему потери и создать условия для перехода своих войск в наступление.

Более важным способом ведения боевых действий является наступление. **Только нанося удары противнику, воздействуя на него огнем и войсками, приведя его к поражению и разгрому, можно рассчитывать на победу в оперативном и стратегическом плане.** Даже при относительной слабости собственных войск наступление позволяет захватить инициативу и бить противника в тех местах, где он уязвим или неподготовлен.

К обороне переходят в условиях, когда оперативная инициатива находится у противника. Статическая оборона, опирающаяся на укрепления полевого типа и долговременные укрепления крайне уязвима из-за своей инертности и замедленной реакции на действия противника. Прорыв любой обороны происходит после накопления необходимой концентрации войск противника на участках прорыва. Продолжительность обороны зависит только от темпов переброски войск противника для накопления этой концентрации. Два синхронных прорыва обычно заканчиваются окружением обороняющихся. Более эффективна маневренная оборона с выводом войск из-под подготовленных ударов противника и связыванием его частей на второстепенных направлениях. Преднамеренная оборона предпринимается на второстепенных участках фронта.

Тем не менее нельзя однозначно сказать, какой вид боевых действий будет чаще возникать в процессе вооруженной борьбы.

На рис. 1 представлено развитие наступления нескольких мотострелковых дивизий (мсд) вглубь обороны противника. Прорыв обороны происходит на участке с троекратным превосходством в плотности войск (рис. 1, *а*). Нормы соответствуют уставным для наступления 4…6 км на дивизию [4]. 3-я мсд занимает заведомо пассивный участок фронта. После прорыва обороны противника на всю глубину (рис. 1, *в*) в бой вводится эшелон развития успеха — 4-я мсд и танковая бригада (тбр). Продвигаясь вглубь обороны противника, наступающая сторона все большее внимание должна уделять защите своих коммуникаций. Пусть возможные удары слабы и наносятся наполовину разгромленными подразделениями, но они будут чувствительны в условиях, когда приходятся по тыловым частям и им никто не противостоит. Для боевых групп дивизий, осуществляющих наступление, фланговые удары противника опасны окружением. Поэтому по мере продвижения вглубь обороны противника все большее число подразделений, ранее наступавших, вынуждены занимать оборону на флангах прорыва (см. рис. 1, *в*, *г*). Фронт наступления


20км
1пп
2пп
3пп
4пп
2мсп
1мсп
3мсп
4мсп
5мсп
7мсп
8мсп
6мсп
9мсп
1ап
3ап
2ап
1мсд
2мсд
3мсд
тбр
пап
2ап
10мсп
11мсп
12мсп
4мсд
4ап
а
б
5пп (резерв)
в

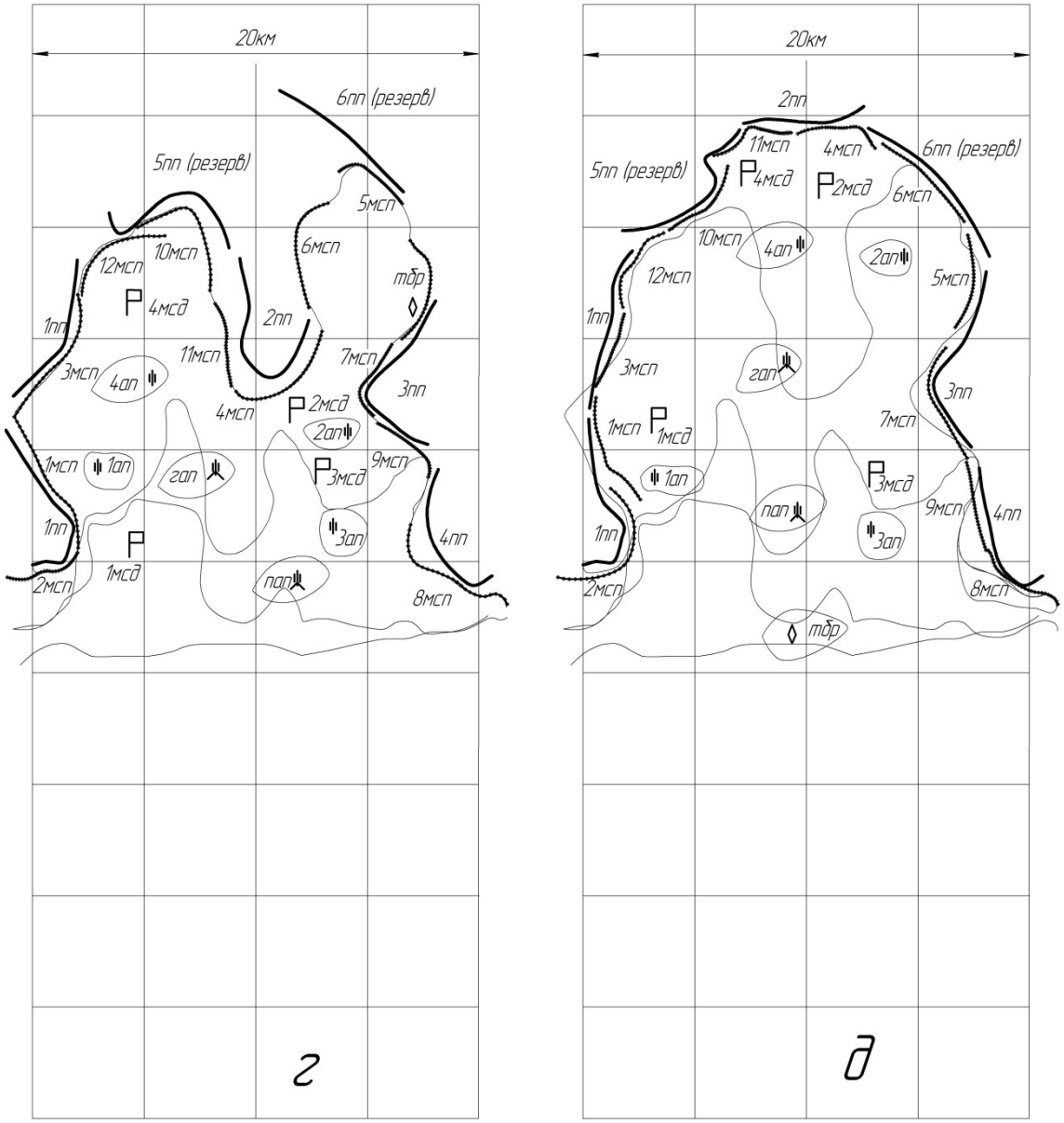


Рис. 1. Развитие удара четырех мотострелковых дивизий в глубь обороны противника (время операции около 48 ч):

мсп — мотострелковый полк; мсд — мотострелковая дивизия; ап — артиллерийский полк из состава мотострелковой дивизии; тбр — танковая бригада; гап — корпусной гаубичный артиллерийский полк; пап — корпусной пушечный артиллерийский полк; пп — пехотный полк противника; *а* — исходное положение и район сосредоточения; *б* — прорыв обороны, статическая фаза; *в* — прорыв обороны, ввод в прорыв эшелона развития успеха (4-я мсд и тбр); *г* — развитие прорыва, попытка окружения 2-го пп; *д* — закрепление на достигнутых рубежах

при этом вынужденно сужается. Полки на флангах участка прорыва (2-й мсп и 8-й мсп) вообще не наступают, сохраняя боеспособность и высокую плотность войск для отражения контратак. Если нет поступления резервов, то продвижение останавливается в тот момент, когда все наступавшие подразделения заняли оборону при уставных нормах ширины фронтов для обороны (12…15 км на дивизию) (см. рис. 1, *д*). При этом отступающие войска противника какое-то время могут находиться с открытыми флангами, защищаясь от наступающей стороны расстоянием. Если в это время на них не воздействуют наступающие части, то они перегруппировываются и наносят ответный удар.

Положение в конце наступления (см. рис. 1, *д*) оказывается нестабильным. Успех операции зависит от того, какая из сторон быстрее перебросит резервы к месту прорыва.

Из этого примера видно, что даже в наступательной операции значительная часть подразделений занята обороной второстепенных участков (2-, 8-, 1-, 9-й мсп). К концу операции все войска занимают оборону.

Кроме того, наблюдается такая закономерность: чем меньше численность подразделения, тем меньше фланговых маневров оно совершает и тем более ему свойственна тактика лобовых наступлений.

В связи с этим тактику подразделений уровня ниже полка (рота, батальон) и их вооружение необходимо планировать для решения задач наступления (лобовой атаки). При этом предусматривать возможность адаптации оружия для задач обороны.

Атака — наступление при визуальном контакте с противником. Атака заключается в стремительном, безостановочном движении подразделений в боевом порядке в сочетании с интенсивным огнем в целях уничтожения противника.

Атака является, несомненно, самым трудным моментом боя. Во время атаки, при сближении с противником, атакующие подразделения несут наибольшие потери. Однако, не предпринимая атак, невозможно победить противника.

В соответствии с [1, с. 158] рубеж перехода в атаку назначается на удалении до 600 м от переднего края обороны противника. В противном случае обороняющиеся успевают подготовить данные для стрельбы и отражают атаку огнем артиллерии. Атакующие не достигают рубежа безопасности артиллерийского огня (400 м от позиции противника).

Рубеж спешивания назначается как можно ближе к переднему краю обороны противника. Спешивание происходит в местах, укрытых от огня пулеметов и противотанковых средств противника. Иногда рубеж спешивания может совпадать с рубежом перехода в атаку. Атака мотострелковых подразделений в пешем порядке применяется при прорыве подготовленной обороны противника, укрепленных районов, а также на резкопересеченной местности.

При спешивании с автомобилей или БМП личный состав атакует противника в боевом порядке, называемом цепью. Цепь следует непосредственно за боевой линией танков на удалении, обеспечивающем поддержку их огнем стрелкового оружия. Расстояние между бойцами в цепи составляет 6…8 м [2, с. 113].

«Боевые машины пехоты наступают от укрытия к укрытию, оставаясь в контакте с наступающей цепью. Боевые машины пехоты со стабилизированным вооружением наступают непосредственно в цепи своих войск» [2, с. 115].

Мотострелковые подразделения на автомобилях атакуют в пешем порядке, причем автомобили располагаются поротно или побатальонно на удалении 2…4 км [1].

«Атака на боевых машинах пехоты без спешивания применяется, когда оборона противника надежно подавлена, причем танки следуют за разрывами своей артиллерии, а мотострелковые подразделения на боевых машинах пехоты в боевой линии на удалении 100…200 м, ведя огонь из всех своих огневых средств» ([1], с. 161).

Вооруженные силы государства — снабжаемые правительством регулярные оборонительные и боевые организации, используемые в интересах государства.

Вооруженные силы — это государственные структуры, применяемые в масштабах страны для защиты интересов населения от посягательства других государств.

Сухопутные войска — вид вооруженных сил, предназначенный для ведения вооруженной борьбы на континентальном театре боевых действий [7].

Мотострелковые войска — род войск, предназначенный для захвата и удержания участков местности и объектов на местности.

Пехота — устаревший род войск, используемый для захвата и удержания участков местности и объектов на местности и перемещающийся по местности в пешем порядке без использования транспортных средств.

При утрате транспортных средств мотострелковые войска не отличаются от пехоты.

Подразделение — обособленная часть войска, отделенная от него по способу подчинения, управления и боевой задаче.

2. Деление войск на подразделения

Исторический опыт войн показывает взаимосвязь организационных форм войск и способов их боевых действий. Мелким подразделениям (отделение, взвод, рота) более свойственна линейная тактика без глубины построения и маневров, крупным подразделениям (полк, дивизия) — площадная тактика, с глубиной эшелонирования и характером обороны, приближенным к круговой. Такая тактика полков и дивизий соответствует назначению мотострелковых войск — захват и удержание районов местности.

Взводы и роты удерживают периметр, внутри которого расположены небоеспособные и уязвимые подразделения полков и дивизий: артиллерия, склады, медицинские части, транспорт и т. д. При этом весь личный состав взводов и рот, включая командиров, находится в контакте с противником — визуальном, огневом, информационном.

Отделения, взводы и роты, развернутые в боевой порядок, укрытые в укреплениях полевого типа или защищенные броней боевых машин, являются наименее уязвимой и наиболее боеспособной частью полков и дивизий. Однако из-за своей малочисленности взводы и роты не могут самостоятельно осуществлять в бою разрушение укреплений, борьбу с танками, маневр, форсирование водных преград и выполнять свое жизнеобеспечение продовольствием, боеприпасами, горючим, медицинским обслуживанием.

Полки и дивизии — наоборот — в полной мере несут на себе функции жизнеобеспечения. Например, дивизии немецкого вермахта (танковые и пехотные) имели в своих передвижных складах запасы жизнеобеспечения (боеприпасы, горючее, фураж, продукты, одежду, медицинские средства) на двое суток боя, включали дорожные и ремонтно-эвакуационные службы, могли собственными силами осуществлять сбор раненых. Таким образом, обеспечивалась полная автономность дивизии даже в условиях окружения.

Деление войск на подразделения проводится с целью лучшего управления в бою. Более мелкие подразделения быстрее совершают повороты на местности, не ломая строя или боевого порядка.

В военной литературе трудно найти описания тактической сущности подразделений, четкое указание их численности. Более-менее подробно упомянуты лишь задачи подразделений и территориальные масштабы их действий.

Учебник тактики [7] дает, например, следующие определения:

«Мотострелковый (танковый) батальон (мсб) — основное общевойсковое подразделение. Он организационно входит в состав мотострелковой (танковой) бригады (полка).

Мотострелковая (танковая) рота (мср) — тактическое подразделение, входящее в состав батальона».

Разработчикам оружия требуются более информативные формулировки. В частности, необходимы знания не только задач, численности и масштабов действия подразделений, но и ограничений, которые способствуют обособлению подразделения. Общим критерием обособления является результативность боя. Факторы деления могут быть пространственными, бытовыми, интеллектуально-физическими, техническими и т. д.

Деление войска на сравнительно автономные части происходило задолго до появления уставов и учебников. Носило оно примитивный бытовой характер. Наиболее древней, неделимой и самостоятельной по боевой задаче группой вооруженных людей была банда — подразделение пешего или конного строя численностью 100 — 200 человек. Объединение проводилось на добровольной основе.

В соответствии с [8] глава банды — это военачальник, который управляет боем из рядов своего войска, находясь в бою и полагаясь на свое видение боя. Прохождение команд должно быть мгновенным, поэтому инструментом идентификации служил стяг, инструментами управления — собственные голос и действие. Управляющий сигнал доходил до каждого воина непосредственно и выполнялся им самостоятельно.

Более крупные регулярные войска формировались путем объединения подобных банд, неделимых на более мелкие подразделения. В римском легионе подобным подразделением стала центурия (80 — 180 чел.). Боевым порядком центурии являлось построение в три шеренги. Начальником центурии был центурион, располагавшийся на правом фланге первой шеренги (рис. 2).

Для управления в бою центурион нес на шлеме поперечный гребень, на который в бою равнялась первая шеренга центурии, повторявшая маневр своего начальника.

Через столетия эволюции центурии превратились в роты (от нем. *Rotte* — толпа) в составе более крупных регулярных формирований. Во главе роты стоял сотник, позднее капитан (от нем. *Hauptmann* — голова, главный) [8]. Роты унаследовали от банд и центурий главную физическую сущность формирования.

а *б*

Рис. 2. Центурион римского легиона:

а — поясная фигура; *б* — шлем с поперечным гребнем — инструмент управления подчиненным войском непосредственно из боевых порядков

Ротой называется подразделение максимальной численности, которым в бою можно эффективно командовать голосом, свистком, жестом или собственным действием.

По функциям в бою командир роты — это один из солдат, способный одновременно вести бой наравне с другими и управлять подразделением. К понятию рота очень близко по масштабу и тактическому смыслу понятие *отряд*.

Эскадроном называли кавалерийскую роту. Командовал эскадроном ротмистр (от нем. *Rittmeister* — командир конного отряда).

До середины XIX в. бои проходили на ровных слабопересеченных открытых участках местности — полях боя. При этом противники выстраивались в шеренгу друг перед другом и шли навстречу сомкнутым строем — линией. Практиковалась линейная тактика. При линейной тактике наибольшее число солдат воздействует на противника. Из-за протяженности по фронту в случае единоначалия линия оказывалась плохо управляемой. Для быстроты маневров (поворотов) линия делилась на более мелкие боевые группы.

В середине роты шел командир, слева первый взвод, справа второй. Взвод делился на два отделения по тому же принципу. Подобная схема деления существовала вплоть до уровня дивизии (рис. 3).

Две роты образовывали батальон, два батальона — полк, два полка — бригаду, две бригады — дивизию.

Строевой пехотный устав русской армии 1916 г. [9] утверждал следующее (с. 34): «74. В рассыпном строю 4–6 человек составляют звено, 2–4 звена входят в состав отделения, 2–4 отделения составляют взвод, 2–4 взвода — роту».

Взводом командовал лейтенант (от фр. *lieutenant* — заместитель командира отряда, роты), полком — полковник, батальоном — подполковник. Принципиальным отличием боевых функций командиров является то, что командиры полка и дивизии руководят подразделениями, не находясь на поле боя. Задача командира

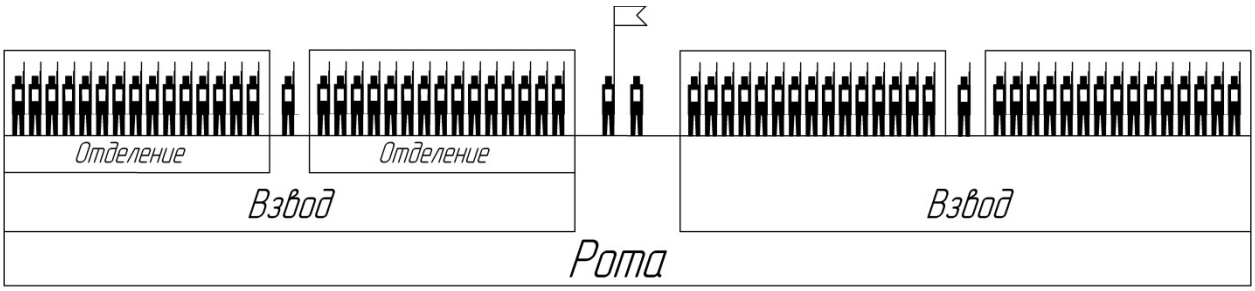


Рис. 3. Деление роты на подразделения при линейной тактике

батальона — маневр и организация подразделения для боя в соответствии с планом командования. Командир батальона в бою не участвует. Командиры роты и взвода участвуют в бою, находятся под воздействием противника.

На рис. 4 представлен боевой порядок пехотного батальона периода Отечественной войны 1812 года. Батальонные и ротные знамена служили для направления и равнения в бою. Барабан задавал темп движения.

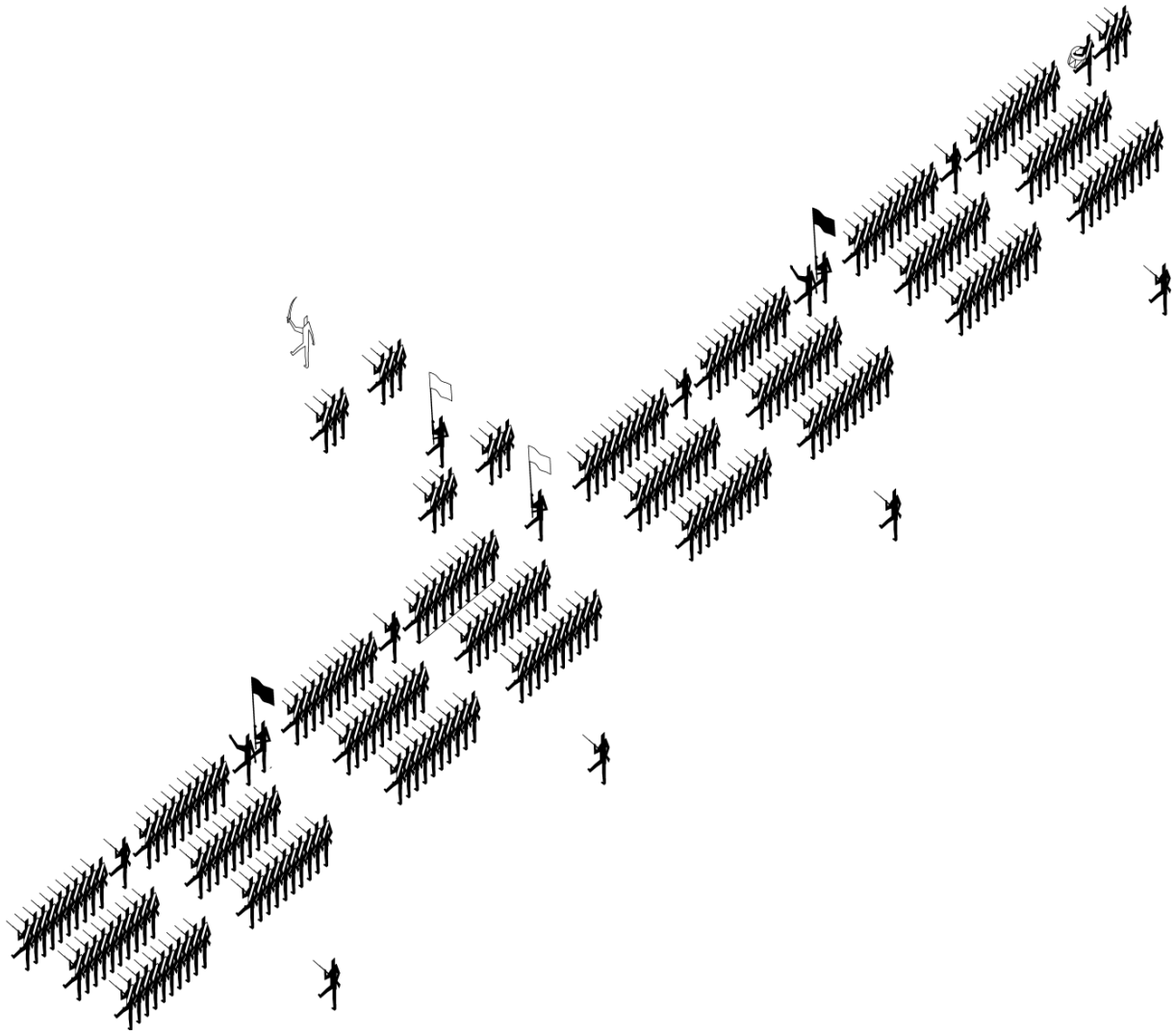


Рис. 4. Боевой порядок пехотного батальона XIX в.

Технический прогресс начала XX в. стимулировал следующие изменения в тактике и построении войск.

1. Использование более совершенного оружия (пулеметов) привело к отказу от плотных порядков в построениях. Появилась цепь, в которой солдаты размещались на расстоянии 6–8 шагов друг от друга [2, с. 112].

2. Огонь скорострельных винтовок изменил характер локализации боев. Бои стали носить более ожесточенный и повсеместный характер. Огневой контакт возникал в любых местах, где удавалось настичь противника, включая леса, овраги, горы, любую сильнопересеченную местность. Поле боя перестало быть физическим полем, а стало театром боевых действий.

Разнообразие условий местности потребовало изменить боевой порядок подразделений. Возникла необходимость делить подразделения более чем на две части.

3. Новые средства борьбы и разнообразие вооружения потребовали специализации групп солдат и расчетов: например, саперная группа по разрушению инженерных сооружений, группа поддержки с тяжелым оружием, штурмовая группа с легким оружием, группа истребителей танков и т. д. Стали образовываться пулеметные взводы и роты, минометные группы, отделения, противотанковые взводы.

4. Из опыта боевых действий выяснилось, что бесконечно мелко дробить подразделения неэффективно. Один командир способен качественно управлять в бою не более чем тремя-четырьмя подразделениями общей численностью 100–150 чел.

В таком виде (деление на три-четыре подразделения) системы организации войск существуют и по настоящее время.

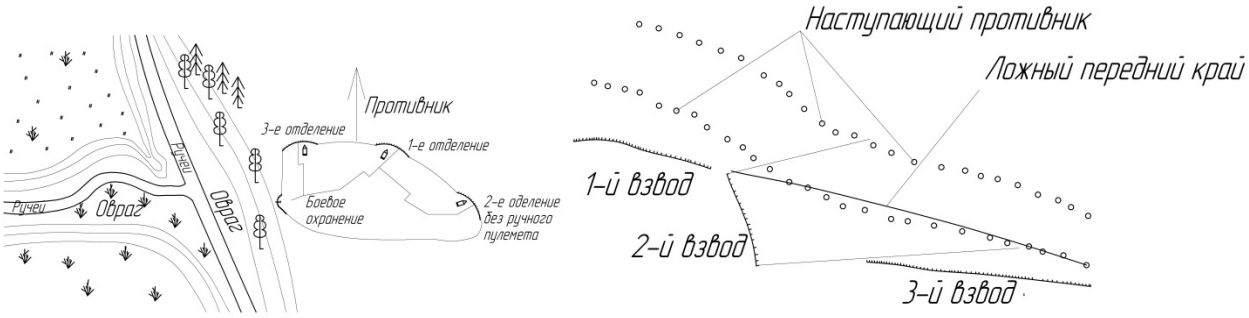
В работе [10], например, описана тактика батальона 1943–1945 гг.: «В зависимости от наличия средств усиления и сопротивления противника стрелковый батальон атаковал на фронте до 700 м.

Боевой порядок батальона в наступлении обычно строился в один эшелон с выделением резерва в составе взвода автоматчиков или стрелков, взвода противотанковых ружей, нескольких станковых пулеметов и противотанковых орудий. Роты в батальоне развертывались и действовали в зависимости от обстановки в линию, углом вперед, углом назад, уступом вправо, уступом влево».

Из примера понятно деление батальона на взводы и роты по видам их вооружения и месту в бою. Противотанковые ружья при отсутствии танков не имеют целей на поле боя. Взвод автоматчиков выведен в резерв для быстрой переброски на интересующие направления, в том числе и по сильнопересеченной местности. Противотанковые орудия не успевают оказывать поддержку ротам, их целесообразно использовать для удержания опасных направлений на случай контратаки.

На рис. 5, *а* представлен возможный боевой порядок мотострелкового взвода в обороне уступом вправо и опорой фланга на объекты местности.

В связи с прикрытием левого фланга взвода труднопроходимой местностью удается расширить его возможности на других направлениях и прикрыть правый фланг наравне с фронтом. При этом опорный пункт взвода оказывается защищенным с трех сторон. Построение обороны с ложным передним краем (рис. 5, *б*) менее чем из трех подразделений невозможно.



а *б*

Рис. 5. Построение подразделений в обороне:

а — порядок взвода в обороне с использованием объектов местности; *б* — построение роты уступом с образованием ложного переднего края. Наступающий противник попадает под фланговый огонь 2-го взвода

Деление подразделения на три части позволяет создать глубину боевого порядка (рис. 6) и вписать роту в рельеф. В глубине построения размещают батальонные средства усиления — станковые пулеметы и противотанковые пушки. Район сосредоточения прикрыт с флангов холмами, с фронта — первым эшелоном. Оружие усиления контролирует огнем всю полосу ответственности роты [11].

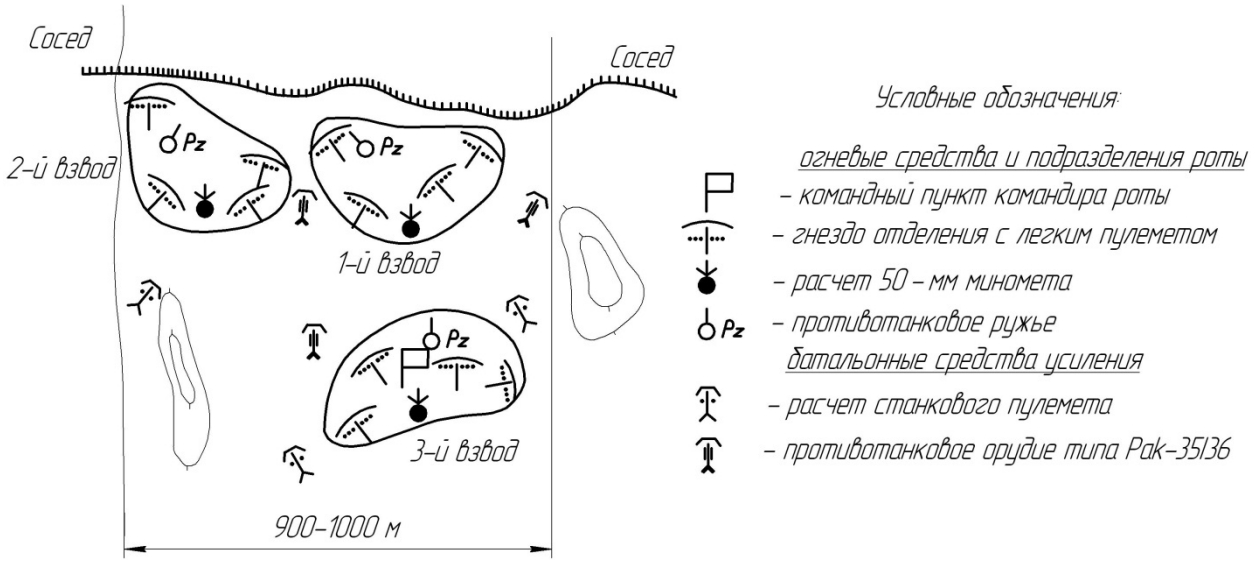


Рис. 6. Боевой порядок пехотной роты вермахта в обороне 1941–1942 гг.

При высоком уровне управления войсками и выучки войск возможно дробление подразделения на 5–6 групп как в соответствии со штатным делением, так и по специализации в бою (см. рис. 7). При наступлении роты в условиях маневренного боя с марша и неразведанном очертании переднего края существует опасность попасть под удары неустановленных частей противника [11].

Фронт атаки сужается до 150…200 м — ширины наступления одного взвода *1* в направлении наиболее вероятного расположения противника в населенном пункте. Взводы строят в два или три эшелона с задачей наступления на внезапно по-

явившегося противника (*2* и *3*). Направление ожидаемого расположения противника атакуется небольшой группой *4*, лес прочесывается сводной группой автоматчиков *5*. Направление, на котором сопротивление маловероятно (это может быть проходимое болото, речная пойма), атакуется разведывательной группой *6* с задачей проконтролировать отсутствие противника. Взводы *1*, *2*, *3* атакуют при поддержке средств усиления, группа *4* — отделением в полном составе, группы *5* и *6* — легким оружием без пулеметов.

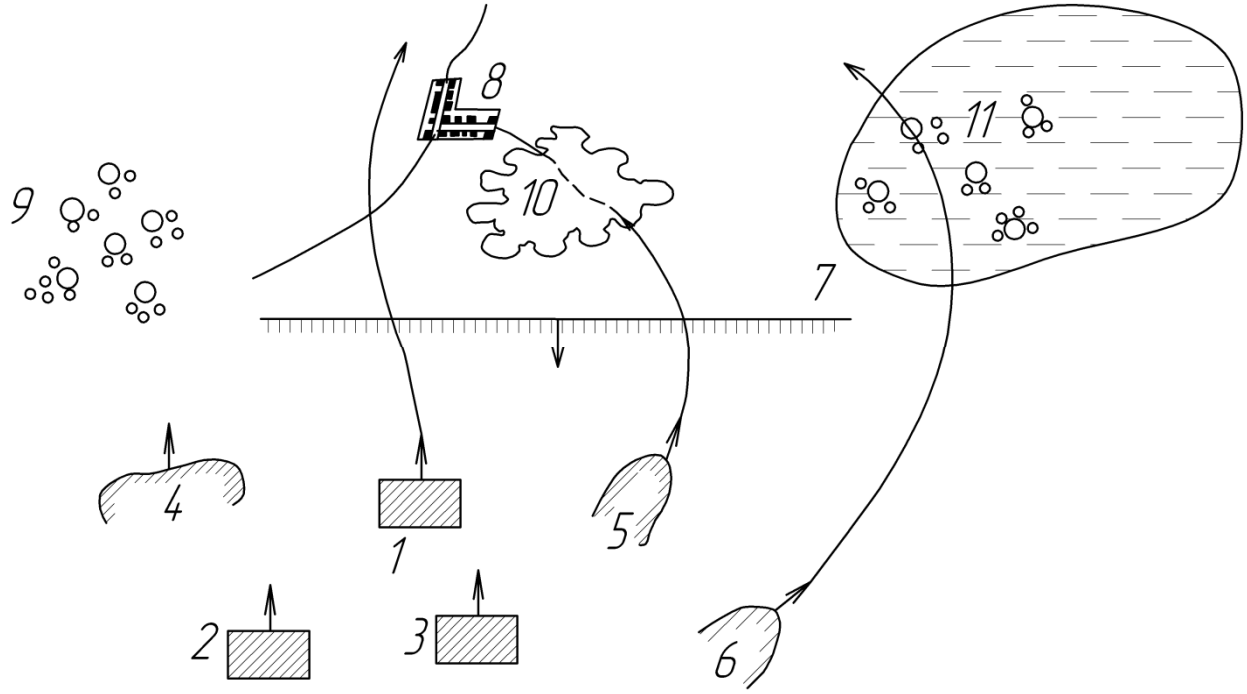


Рис. 7. Вариант наступления роты раздробленным боевым порядком:

1 — направление главного удара на населенный пункт (1-й взвод); *2* и *3* — эшелон маневра наступления (2-й и 3-й взводы); *4* — направление наступления небольших сил для выявления противника на фланге; *5* — наступление группы автоматчиков через лес; *6* — занятие территории разведгруппой; *7* — ожидаемый рубеж обороны противника; *8* — населенный пункт; *9* — кустарник; *10* — лесной массив; *11* — болото

Деление подразделения более чем на три части оправдано только в войсках с высокой боевой слаженностью. Под слаженностью понимается уровень выучки, при котором все солдаты подразделения самостоятельно выполняют боевую работу, подчиняясь общей воле командира.

Кроме рот существуют и другие подразделения.

Взвод — часть роты, но не более ее половины, выделенная для улучшения управления в бою. Взвод является подразделением максимальной численности, в котором один человек (командир) может доводить до каждого подчиненного логически связанные построения — вести учебный процесс и ставить боевую задачу.

Взвод наименьшее по тактической иерархии подразделение, солдаты которого могут выполнять в бою разные задачи. По масштабам взвод эквивалентен учебному классу (30–40 человек).

Отделение — часть взвода, но не более его половины, все солдаты которой в бою выполняют одну и ту же задачу. В отделении все солдаты понимают друг друга на уровне жестов, образа мыслей и действий. Численность отделения ограничена единообразием задачи на поле боя.

Батальон — подразделение, состоящее не менее чем из двух рот и предназначенное для ведения отдельных боев (баталий). Численность батальона ограничена масштабами и локализацией боев. Обычно мотострелковый батальон содержит четыре роты: три мотострелковых и одну минометную (пулеметную) и взводы специального назначения.

Полк — в равной степени тактическая и административно-хозяйственная единица, предназначенная для ведения боевых действий и обеспечения жизненного цикла войск. Это наименьшее подразделение, которому присваивается статус войсковой части и право административно-хозяйственной деятельности — строительства, закупок продовольствия, найма граждан на работу. Полк — наивысшее в тактической иерархии подразделение, все военнослужащие которого принадлежат одному роду войск.

Обычно мотострелковый полк состоит из трех мотострелковых батальонов, артиллерийского дивизиона полковой артиллерии и специальных рот.

Бригада — подразделение промежуточного уровня между полком и дивизией.

В годы Первой мировой войны бригада включала два полка и являлась половиной дивизии.

В годы Великой Отечественной войны бригада — это подразделение больше полка — боевое ядро дивизии, лишенное тыловых подразделений и состоящее из нескольких батальонов. Стрелковые и танковые бригады обладали повышенной по сравнению с дивизиями подвижностью и маневренностью, поэтому имели высокую способность к захвату слабозащищенных участков местности. Из-за малого количества артиллерии (артполк не входил в состав бригады) и отсутствия тыловых подразделений бригады обладали чрезвычайно низкими возможностями по прорыву обороны противника и удержанию участков местности. В связи с этим бригады формируют реже полков и дивизий.

Существуют и более крупные формирования — дивизии, корпуса, армии и округа (фронты).

В соответствии с численностью и маневренностью подразделений им назначают задачи на поле боя, выделяют полосы и площади ответственности [1, 2].

В обороне полку назначается участок обороны, батальону — район обороны, а роте и взводу — опорный пункт.

Батальон по фронту занимает 3…5 км, в глубину — 2…2,5 км.

Рота по фронту — 1…1,5 км, в глубину — до 1 км.

Взвод по фронту — до 400 м, в глубину — до 300 м.

Отделение по фронту — до 100 м.

В наступлении подразделениям назначаются более узкие полосы ответственности.

Батальон занимает 2 км по фронту (на участке прорыва 1 км).

Рота — 1 км (на участке прорыва 500 м).

Взвод — до 300 м.

Отделение в пешем порядке — по фронту до 50 м.

Ближайшая задача батальона первого эшелона — уничтожение противника в опорных пунктах рот первого эшелона и овладение ими, роты первого эшелона — уничтожение противника в опорных пунктах взводов первого эшелона и овладение ими.

Мотострелковым подразделением малого масштаба будем называть такое подразделение, максимальная уставная глубина боевого порядка которого находится в прямой видимости наблюдателей противника и полностью простреливается огнем оружия его пехоты.

При этом в полосе подразделения малого масштаба неизменными остаются ландшафтные условия театра боевых действий. Малочисленное подразделение обычно имеет одноэшелонное построение, соседей справа и слева, воздействует на противника огнем и совершает маневр без выхода из полосы ответственности. В современных условиях это подразделения уровня взвод — рота.

Организационно-штатная структура подразделения — совокупность квалификационных групп специалистов, разных по количеству, но в пределах его уставной численности, оснащенных оборудованием, вооружением и техникой, обеспечивающими решение боевых задач в соответствии с назначением подразделения.

ОРГАНИЗАЦИЯ И ВООРУЖЕНИЕ МОТОСТРЕЛКОВЫХ ВОЙСК

1. Совершенствование организации и оружия подразделений

Изменения организации пехотных подразделений, а также их вооружения и тактики происходили в результате технического переоснащения либо опыта прошедших войн.

В большой степени революционным событием стала Первая мировая война. Усилившаяся мощь огня (пехоты и артиллерии) заставила отказаться от плотных порядков пехоты и кавалерийских атак в конном строю. Тактическим построением в атаке стала цепь. Строевой устав [9] так характеризует тактику цепи: «73. Рассыпной строй (стрелковую цепь) употреблять для лучшего поражения неприятеля огнем, для доставления стрелкам наибольших удобств при стрельбе и для уменьшения потерь в людях от огня противника». Возросшая мощь артиллерии при стрельбе с закрытых позиций привела к применению траншейной тактики и новых видов траншейного оружия — пистолетов-пулеметов. Возведение инженерных заграждений на поле боя повлекло выделение групп разграждения в ущерб огневой мощи подразделений. Применение средств связи определило появление квалификационных групп связистов.

В условиях позиционного кризиса Первой мировой войны ротные опорные пункты представляли собой маленькие крепости-форты, отгороженные от противника рвами, эскарпами и проволочными заграждениями. Для их преодоления и разрушения из состава взводов выделялись инженерно-штурмовые группы численностью 10–12 человек (рис. 8), вооруженные пистолетами, дымовыми шашками и толовыми зарядами. Позднее в немецкой армии формирование инженерно-штурмовых групп стало неукоснительным правилом, внесенным в инструкции по ведению боя [12] (рис. 8), в частности в инструкцию немецкого генштаба 1939 г.

[11]. По критерию результативности боя стало выгодно иметь в составе взвода группу (отделение), занимающуюся не стрельбой, а разрушением препятствий [12].

Рис. 8. Инженерно-штурмовая группа (отделение) германской армии (1940-е гг.) Солдаты вооружены толовыми зарядами, ножницами для резки проволоки, дымовыми шашками и гранатами

В войсках появились новые виды оружия (пулеметы, минометы). В организационно-штатные структуры немецкой пехоты были введены специальные пулеметные подразделения. О применении пулеметов сказано [13]: «В то время как тяжелые соединены в строевые соединения (роты. — *Прим. авт.*), легкие распределены между стрелками для боевого применения взамен обыкновенных магазинных винтовок…». Однако и распределение пулеметов между стрелками потребовало изменения структуры взводов и рот. Легкопулеметная группа (отделение) выделялась из состава взвода и состояла из девяти человек, вооруженных пятью винтовками и пулеметом MG.08/15 (MG.08/18) — облегченными аналогами станкового пулемета. В бою эти девять человек (четверо стрелков, три подносчика, пулеметчик и командир) были заняты только обслуживанием пулемета, его транспортировкой, охраной и обеспечением бесперебойной работы (рис. 9) [13].

В каждом пехотном батальоне формировалась пулеметная рота (четвертая), вооруженная 12 станковыми пулеметами MG-08 с расчетами из шести человек.

Рис. 9. Германская легкопулеметная группа в наступлении (1916–1918 г.)

«Легкопулеметные группы <…> являются главными агентами огневого боя. Они образуют остов пехотного наступления (закрепляют рубежи. — *Прим. авт.*), тогда как главная ударная сила рот (воздействие войсками. — *Прим. авт.*) сосредотачивается в стрелковых группах» [13].

В дальнейшем каждое пехотное отделение германской армии получило пулемет. По тактике и боевым возможностям каждое отделение стало эквивалентно пулеметной группе (рис. 9). Опираясь на накопленный опыт, традиции, немцы упорно и результативно строили пехотное отделение вокруг пулемета.

Пулеметы пехотного отделения германской армии традиционно являлись сложным дорогостоящим оборудованием и представляли собой аналоги станковых пулеметов, используемые без станка.

В целом взвод кайзеровской армии 1916 –1917 г. состоял из одного-двух стрелковых отделений, пулеметной и инженерно-штурмовой групп (рис. 10). В состав инженерной группы входили расчеты задымления, подрывников, резчиков проволоки и огневого прикрытия [12].

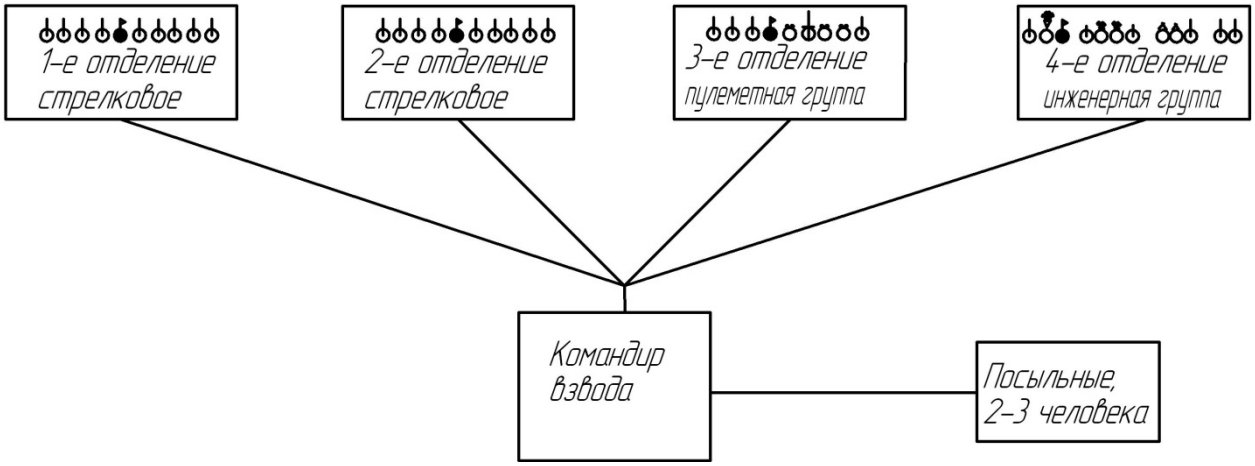


Рис. 10. Примерная структура пехотного взвода кайзеровской армии (1916–1918 гг.)

Рота состояла из группы управления, трех-четырех стрелковых взводов, ротного обоза, а в батальоне формировалась четвертая рота — тяжелых пулеметов (рис. 11).

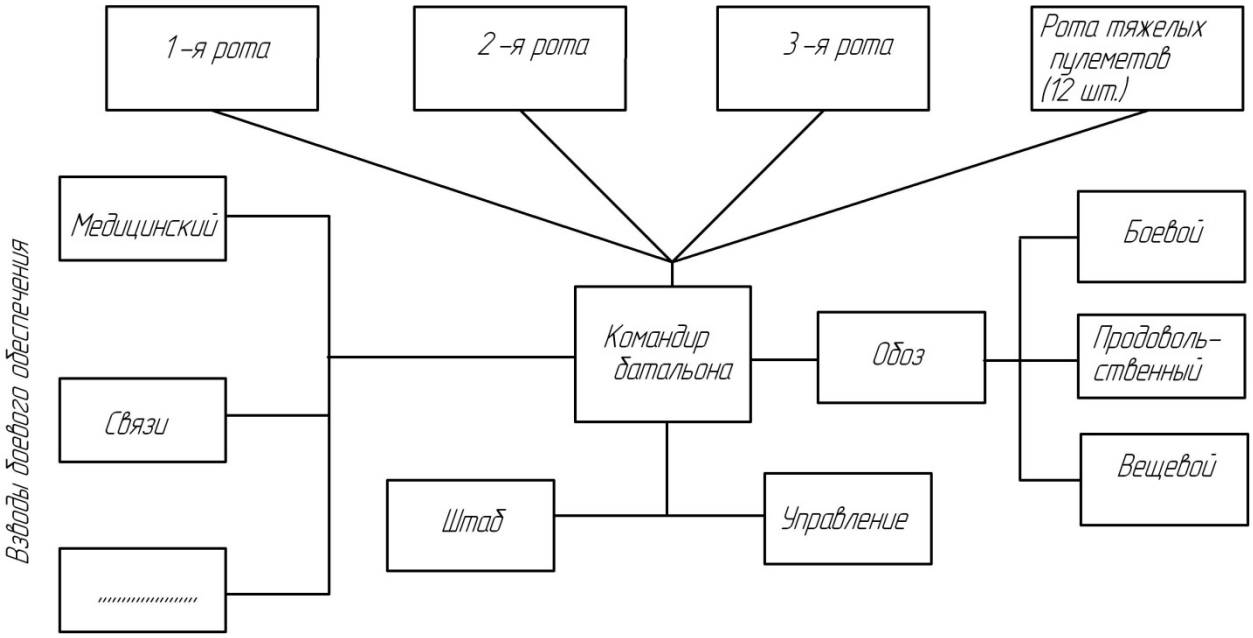


Рис. 11. Примерная структура пехотного батальона кайзеровской армии (1916–1918 гг.)

К 1941 г. стрелковое отделение германской армии [11, 14] состояло из 10 человек (штат K.St.N.131 от 01.02.41): командира отделения (унтер-офицера), вооруженного пистолетом-пулеметом, заместителя командира и пяти стрелков, вооруженных винтовками 98к (рис. 12). Пулеметный расчет включал наводчика, вооруженного пулеметом MG.34 и пистолетом, и двух пулеметчиков (винтовка и пистолет соответственно).

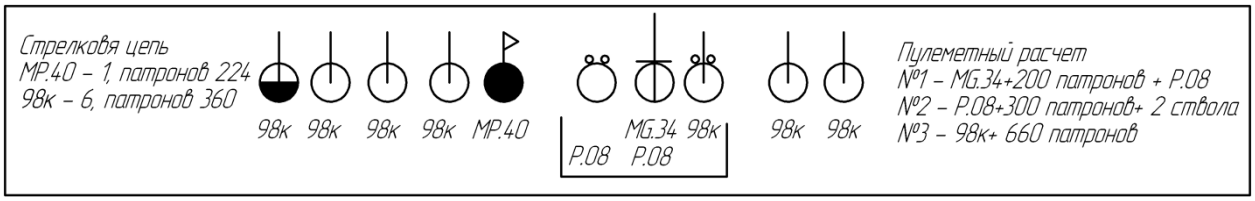


Рис. 12. Численный состав и вооружение стрелкового отделения вермахта 1941 г. (норма боекомплекта устанавливалась на сутки боя)

Стрелковый взвод и стрелковая рота имели структуру, представленную на рис. 13 и в табл. 1. Одна винтовка во взводе могла иметь оптический прицел.

Положительные качества немецкой организации опирались на качества солдата — ответственность и образованность. Эти качества позволяли эксплуатировать сложную и мощную технику в первой линии, разделять боевую работу по группам профессионального, а не структурного деления.

Таблица 1

Состав и вооружение пехоты вермахта (отделение, рота) по штатам 1941 г.

Подразделение	Людской состав				Конский состав			Вооружение						Повозки на конной тяге и ручные	Велосипеды
	Офицеры	Унтер-офицеры	Рядовые	Всего	Легко-артиллерийские	Обозные и верхо-вые	Всего	Винтовки (кара-бины)	Противотанковые ружья	Пистолеты	Пистолеты-пулеметы	Ручные пулеметы	50-мм минометы		
Стрелковое отде-ление	—	1	9	10	—	—	—	7	—	2	1	1	—	—	—
Стрелковая рота															
Группа управ-ления	1	4	15	20	2	3	5	16	3	4	1	—	—	1	4
Три стрелковых взвода	3	18	126	147	3	—	3	99	—	36	15	12	3	6	—
Боевой обоз	—	4	13	17	2	6	8	10	—	7	—	—	—	3	4
Продоволь-ственный обоз	—	—	2	2	2	—	2	2	—	—	—	—	—	1	—
Вещевой обоз (конный)	—	1	4	5	4	—	4	5	—	—	—	—	—	2	1
Всего в роте	4	27	160	191	13	9	22	132	3	47	16	12	3	13	9

Примечания:

1. Из состава роты выделяются: а) санитары-носильщики; б) звено противохимической разведки, состоящее из одного унтер-офицера и трех рядовых.
2. Одному из унтер-офицеров поручается наблюдение за имуществом ПВО и ПХЗ.
3. Две повозки взвода везет одна лошадь (цугом).

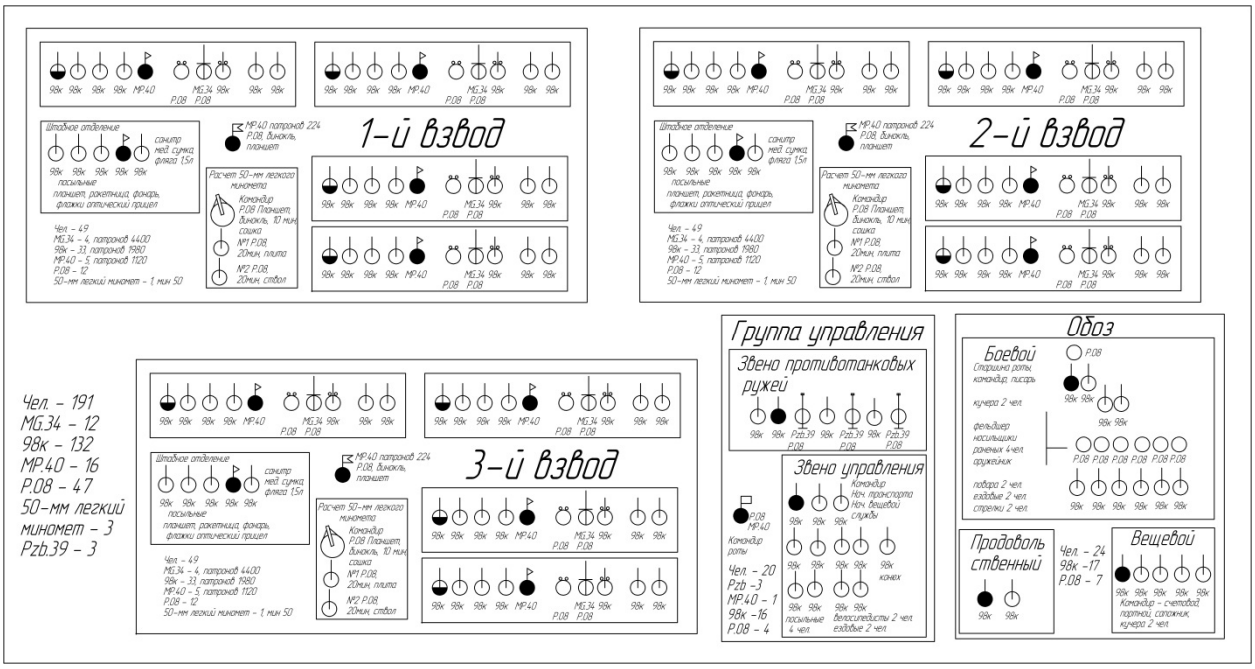


Рис. 13. Численный состав и вооружение стрелкового взвода и стрелковой роты вермахта, штат 1941 г. (норма боекомплекта устанавливалась на сутки боя)

В армии Российской империи слабость управления, безответственность и техническая отсталость сочетались с высокими моральными качествами и неприхотливостью солдат. Эти факторы определили иной принцип построения системы вооружения отделения — роты. В России большее внимание уделялось маневренности и силе стрелковой цепи при контакте с неприятелем.

Первый ручной пулемет, появившийся в русской армии, — ружье-пулемет Мадсена — представлял собой тяжелую скорострельную винтовку. В 1917 г. его начали выпускать в России (г. Ковров) для нужд русской армии. Технический и тактический облик «Мадсена» унаследовали все советские ручные пулеметы, начиная с пулемета Дегтярева (ДП).

До появления самозарядных винтовок (штат 1930-х годов) отделение Красной армии, состоявшее из 12 человек, выглядело несколько легковесным по огневым возможностям. В этот период правительством предпринимались колоссальные усилия по перевооружению войск самозарядными винтовками. Различие в боевых свойствах пулемета и винтовок сглаживалось. Ставка в бою делалась на маневренную атаку отделения и силу стрелковой цепи применительно к задачам наступления. При потере ручного пулемета боеспособность отделения сохранялась.

В соответствии с изложенными принципами был сформирован штат № 04/400 от 05.04.1941 г. (рис. 14) [15]. Отделение состояло из 11 человек. В бою все солдаты вели огонь по противнику. Пулеметчик вооружался пулеметом ДП, еще два солдата — пистолетом-пулеметом, остальные стрелки — самозарядной винтовкой СВТ.

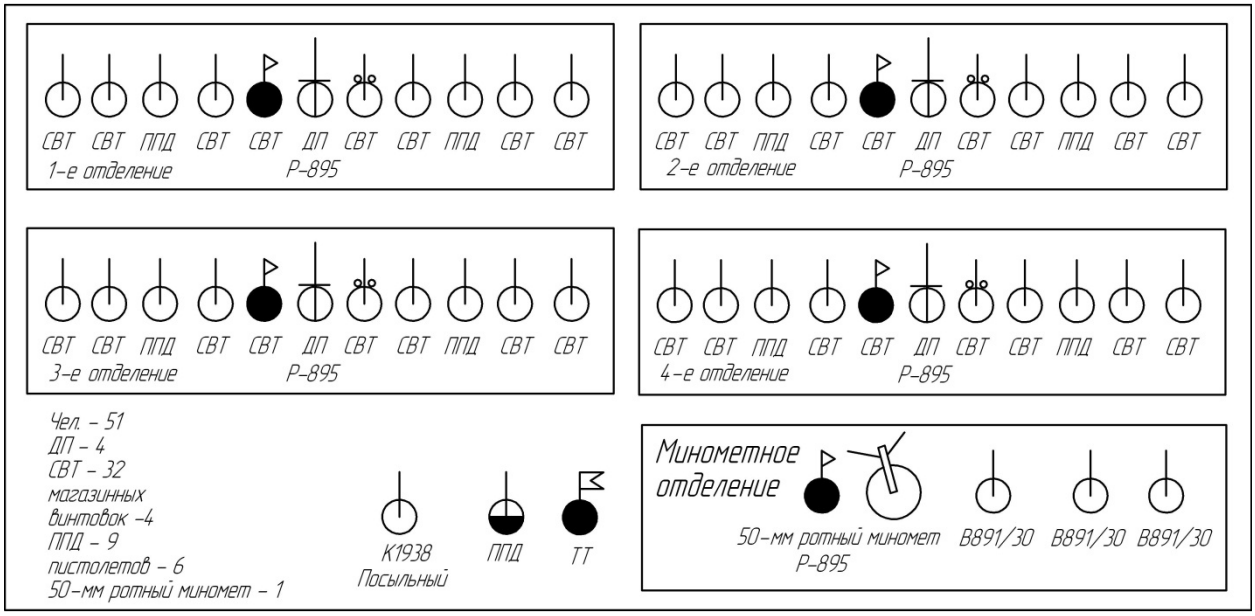


Рис. 14. Численный состав и вооружение стрелкового отделения и взвода Красной армии в 1941 г.

За счет одиннадцатого человека и скорострельности винтовок плотность огня советского и немецкого отделений были примерно равны. На практике при переходе на новый штат часть стрелков вооружалась магазинной винтовкой.

Организация подразделений Красной армии, согласно штату № 04/400, представлена на рис. 14, 15.

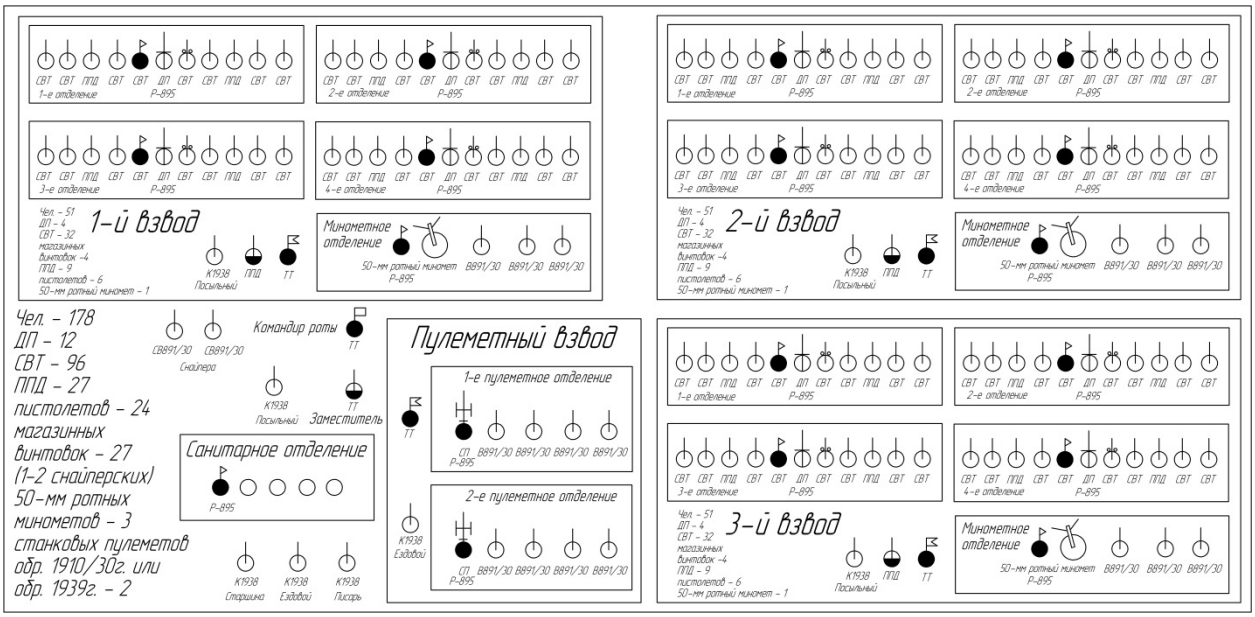


Рис. 15. Численный состав и вооружение стрелковой роты Красной армии по штату № 04/400

Анализ штатов 1941 г. позволяет выявить следующие недостатки:

– в немецкой роте отсутствие у командира роты средств качественного усиления;

– в советской роте средством качественного усиления является пулеметный взвод, вооруженный двумя станковыми пулеметами Максима, которые используют и в пулеметной роте стрелкового батальона [15] (рис. 16). Ротные «Максимы» в данной структуре использовались нерационально, что было вызвано отсутствием представления о характере будущих боев и подходящей конструкции пулемета;

– и советская и немецкая роты имели избыток личного состава, что отрицательно сказывалось на управляемости и вело к излишним потерям.

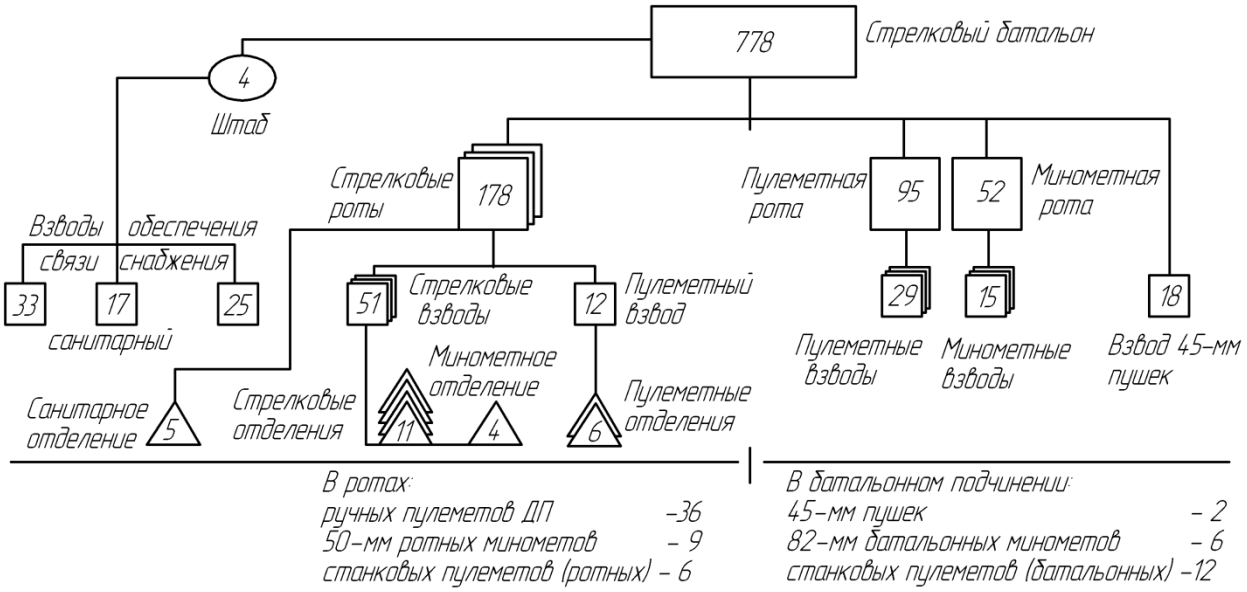


Рис. 16. Организация группового оружия стрелкового батальона Красной армии 1941 г.

К 1942 г. по штату № 04/750 от декабря 1941 г. [16] все винтовки в отделении оставались самозарядными, однако на практике структура вооружения приобрела вид, представленный на рис. 17, *а*.

Изменение штатов стрелковых подразделений Красной армии в годы войны приведено в табл. 2 [15].

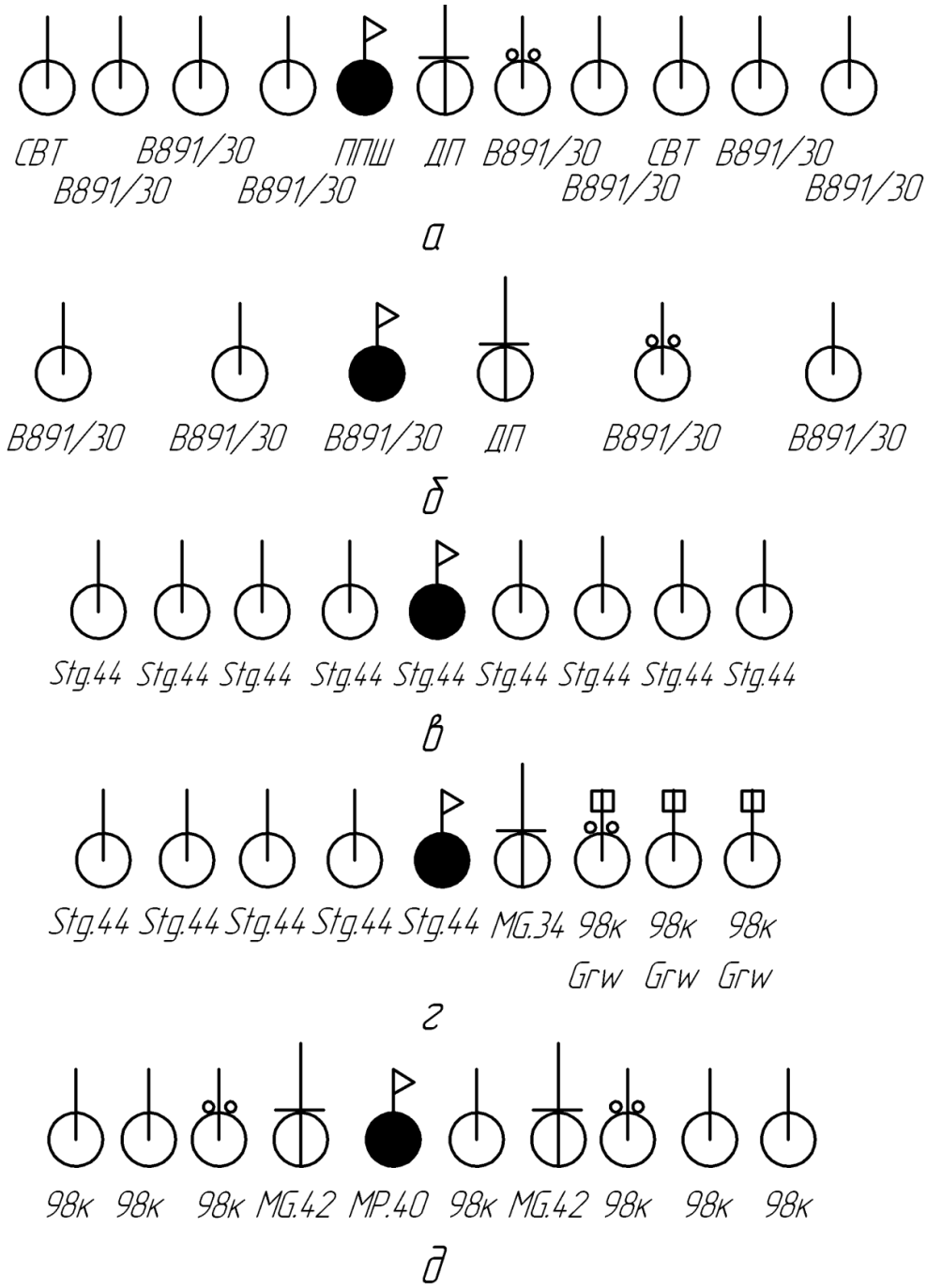


Рис. 17. Состав и вооружение стрелкового отделения в период 1942–1945 гг.:

а — отделение Красной армии по штату 1942 г.; *б* — отделение Красной армии по штату № 05/40 от 18 декабря 1944 г.; *в* — MP-отделение MP взвода гренадерской роты вермахта 1944 г. (штат K.St.N.131V); *г* — отделение MP-взвода гренадерской роты вермахта 1944 г. (штат K.St.N.131V); *д* — отделение стрелкового взвода мотопехотной роты вермахта 1944 г. (штат K.St.N.1114a)

Таблица 2

Изменение в организации и вооружении стрелковых подразделений в 1941–1945 гг. [15]

Численность	Подразделения																							
	Штат № 04/400, апрель 1941 г.				Штат № 04/600, июль 1941 г.				Штат № 04/750, декабрь 1941 г.				Штат № 04/300, июль 1942 г.				Штат № 04/550, декабрь 1942 г.				Штат № 05/40, декабрь 1944 г.			
	СО	СВ	СР	СБ	СО	СВ	СР	СБ	СО	СВ	СР	СБ	СО	СВ	СР	СБ	СО	СВ	СР	СБ	СО	СВ	СР	СБ
Личный состав, чел.	11	51	178	778	11	51	162	655	11	47	154	607	9	41	145	609	9	40	148	619	6	28	104	555
45-мм противотанковые пушки				2																2				4
82-мм минометы				6				2								9				9				9
50-мм минометы		1	3	9			2	6							3	9			2	6				
14,5-мм ПТР																16				9				9
Станковые пулеметы			2	18				12				12				9			1	12			2	18
Ручные пулеметы	1	4	12	36	0-1	2	6	18	1	3	9	27	1	4	12	36	1-2	6	18	54	1	4	12	36
Пистолеты-пулеметы	2	8	24	72		2	6	18	1	3	9	27	1	4	12	36	1	4	12	36			41	164
Винтовки	8	38	126	662	10	46	141	525	9	43	126	489	7	33	107	443	7	30	103	22	5	24	47	267

Примечание. СО — стрелковое отделение, СВ — стрелковый взвод, СР — стрелковая рота, СБ — стрелковый батальон.

К 1945 г. в связи с серьезными демографическими трудностями [15] был введен новый штат стрелковых дивизий № 05/40 от 18 декабря 1944 г. Численность отделений уменьшилась до шести человек (рис. 17, *б*). Взвод состоял из 28 человек, вооруженных четырьмя пулеметами ДП и магазинными винтовками (см. табл. 2). Сильной стрелковой цепи получить не удалось.

Война заставила армию встать на путь повышения профессионального уровня, специализации подразделений, выработки собственных тактических приемов и оружия.

В Красной армии из-за меньшей маневренности огнем и менее гибкого использования артиллерии подразделения старались навязывать противнику столкновения на коротких дистанциях (до 200 м), используя плотность огня пистолетов-пулеметов. Для быстрой концентрации пистолетов-пулеметов на участке атаки они были сведены во взвод ротного подчинения (штат № 05/40, см. табл. 2). Командиры полков получили в штат роты автоматчиков, вооруженных пистолетом-пулеметом образца 1941 г. [17]. Следует отметить большее количество тяжелого вооружения в батальоне, возросшие возможности противодействия танкам.

Организация 1944 г. (см. табл. 2) в большей степени отвечает реалиям боевых действий и свидетельствует о возросшем уровне тактической осмысленности штатов.

Противник применил для повышения огневых возможностей пехоты одновременно и техническую и структурную новинку. Вместо магазинной винтовки стали вводиться штурмовые ружья (Stg.44) под патрон уменьшенной мощности. Формировались взводы автоматчиков. Появились штаты с двумя пулеметами в отделении. Численность отделений во взводе уменьшилась с четырех до трех [18].

В гренадерской роте (наподобие роты автоматчиков стрелковых полков Советской армии) по штату K.St.N.131V от 1.09.1944 г. [18] было два МР-взвода (от нем. *maschinenpistolen* — автоматных) и один стрелковый.

В МР-взводе два МР-отделения автоматчиков вооружались штурмовым ружьем Stg.44 (рис. 17, *в*). Третье имело структуру рис. 17, *г*. Стрелки с винтовками оснащались винтовочными гранатометами. Третий (стрелковый) взвод гренадерской роты состоял из отделений штата 1941 г. (см. рис. 12). Одно из отделений этого взвода усиливалось четырьмя гранатометами.

Более интересны штаты линейных рот мотопехотных дивизий как прообраза послевоенных мотострелковых войск. По штату K.St.N.1114a от 1.11.1944 г. [18] в мотострелковой роте появился один взвод, полностью состоящий из МР-отделений (см. рис. 17, *в*). Два взвода комплектовались из отделений с двумя пулеметами (рис. 17, *д*).

Просматривается намерение немцев превзойти советскую пехоту по плотности и эффективности огня на средних дистанциях (до 400 м), одновременно сократив численность личного состава. Все более резко выявляется специализация пехоты на собственно пехотную и мотострелковую организацию.

Появление штурмового ружья Stg.44 стало успешным решением задачи эффективности стрельбы подразделения. На дистанциях до 400 м штурмовое ружье уступало по кучности боя очередями пистолету-пулемету образца 1941 г., по кучности боя одиночным огнем и меткости — винтовке образца 1891/30 г. Однако по

поражающему потенциалу — произведению вероятности попадания на скорострельность — штурмовое ружье в разы превосходило на указанных дистанциях отечественное оружие. Причиной этого было применение нового патрона более рациональной баллистики (стрельба очередями, увеличенный боекомплект) и переосмысленная в результате боевых действий техническая концепция индивидуального оружия пехоты (снижение дальнобойности при повышении плотности огня).

Незаменимой осталась роль ручного пулемета в стрелковом отделении. Эффективность его стрельбы обеспечивалась сочетанием меткости винтовки и кучности пистолета-пулемета. Широкое распространение в частях вермахта получили противотанковые гранатометы, поступавшие на вооружение в противотанковые отделения рот мотопехоты [18].

2. Опыт Великой Отечественной войны

Советский Союз унаследовал опыт пехотных боев 1941—1945 гг. и создал самую сильную в мире систему вооружения сухопутных войск. В полной мере это касается и оружия пехоты.

По сравнению со штатами 1941 г. утвердились следующие изменения:

– численность рот сократилась до 100 человек без заметной потери боеспособности. Для уменьшения потерь в боевых порядках из штата рот были выведены все, не занятые боем;

– в качестве боеприпаса стрелковой цепи утвердился промежуточный патрон образца 1943 г., а как индивидуальное оружие — автомат АК (аналог штурмового ружья, называемый обычно АК-47);

– в штат каждого отделения введено противотанковое средство ближнего боя — реактивное противотанковое ружье (гранатомет) РПГ-2;

– оружие навесного огня (50-мм минометы) из роты изъято вследствие низкой эффективности стрельбы в условиях прямой видимости;

– в целях повышения маневренности и снижения уязвимости станковые пулеметы в ротах были заменены на пулеметы без станка.

В Советской армии отделение послевоенной структуры по качеству и номенклатуре вооружения напоминало отделение гренадерской роты вермахта (см. рис. 17, *в*). Один солдат в отделении вооружался гранатометом РПГ-2, еще семь человек отечественными штурмовыми ружьями — автоматами АК-47 (рис. 18), пулеметчик – усиленным штурмовым ружьем с увеличенной кучностью боя и скорострельностью — пулеметом РПД (по баллистике и меткости РПД мало отличался от автомата). Снайперских винтовок осталось в среднем по одной на роту.

Пулеметный взвод оснащался ротными пулеметами образца 1946 г., сочетавшими скорострельность станкового пулемета с маневренностью ручного (см. рис. 18). Расчеты ротных пулеметов располагались в 200 м за атакующей цепью, быстро меняли позицию и обеспечивали роте непрерывную огневую поддержку. Применение ротных пулеметов на сошке является отечественным структурно-тактическим приемом, утвердившимся в ходе множества бесплодных атак и кровопролитных боев 1941—1945 гг. Создание образца с нужными свойствами трудностей уже не представляло.

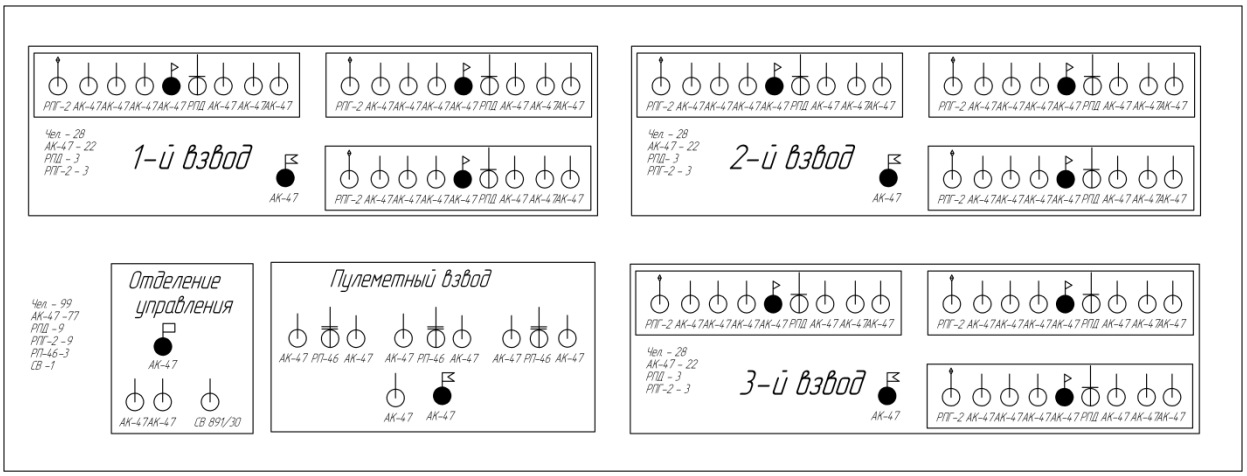


Рис. 18. Численный состав и вооружение стрелкового отделения, взвода и роты мотострелковых войск Советской армии 1946—1960 гг.

Введение в войска промежуточного патрона, соответствующего оружия и реактивных гранатометов было заимствованно в вермахте.

При кажущейся простоте послевоенная система вооружения (см. рис. 18) обладала исключительной эффективностью стрельбы, плотностью и гибкостью огня, особенно на дальностях до 400 м.

Передвигалось отделение в пешем строю либо на грузовиках типа БТР-40, БТР-152. Водитель БТР, по аналогии с конницей, в бою выполнял функцию коновода — отгонял транспорт в безопасное место. Пулемет Горюнова СГМБ, установленный на БТР, готовый к бою и направленный вперед, служил средством борьбы с внезапно появлявшимся по ходу движения противником.

Дальнейшее перевооружение и моторизация привели к появлению штата 1962 г., в котором численность отделений уменьшилась за счет экипажей БТР (рис. 19).

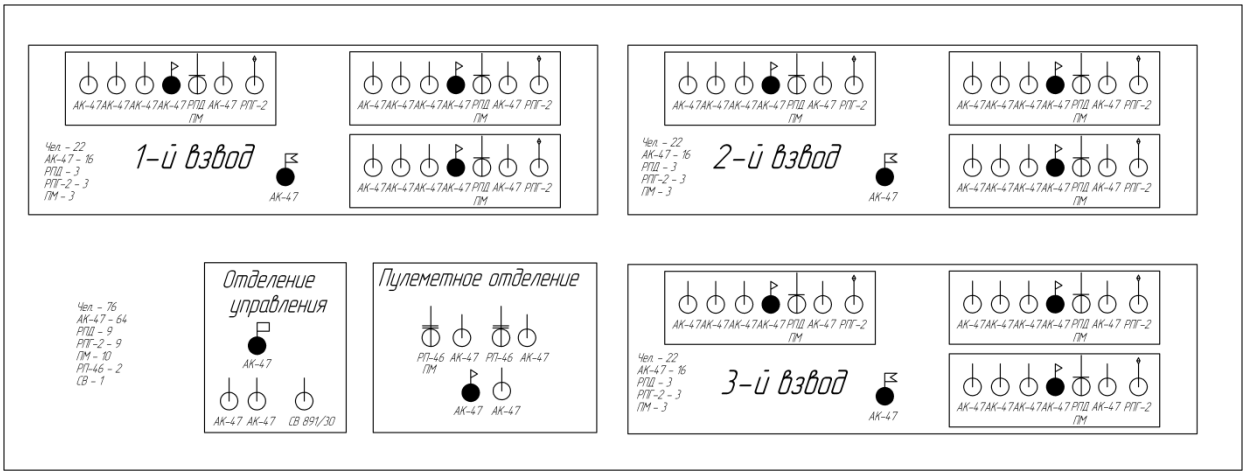


Рис. 19. Численный состав и вооружение стрелкового отделения, взвода и роты мотострелковых войск Советской армии в 1962 г.

К концу 1960-х годов мотострелковое отделение Вооруженных сил СССР имело структуру, показанную на рис. 20. Транспортным средством стал бронетранспортер БТР-60ПБ, вооруженный 14,5-мм пулеметом КПВ.

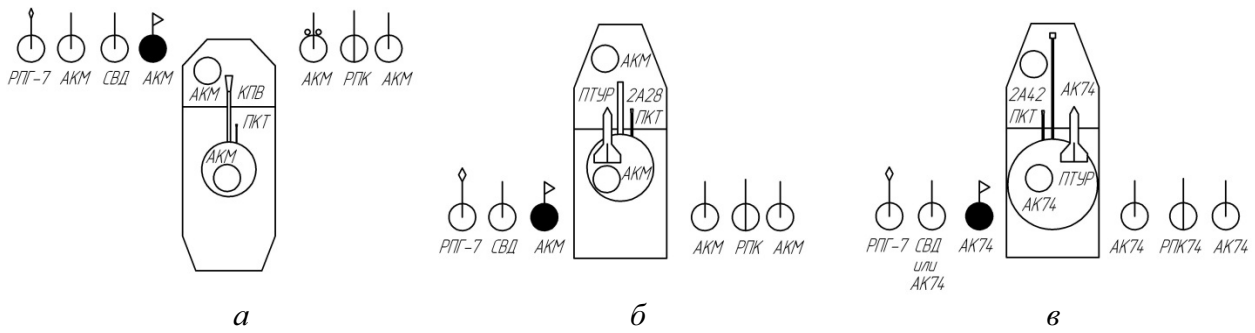


Рис. 20. Численный состав и вооружение мотострелкового отделения мотострелковых войск 1960–1980 гг:

а — отделение на БТР; *б* — отделение на БМП-1; *в* — отделение на БМП-2

Гранатомет и пулемет были заменены образцами следующего поколения, эквивалентными по назначению (но не по свойствам). Один из автоматчиков выполнял функции помощника пулеметчика, но вторым номером штатно не был. В отделении появился снайпер в качестве помощника командира, действующий по его указаниям.

Преимуществом этого штата была высокая мобильность в пределах дорожной сети. Более ценной стала считаться способность пехоты появляться неожиданно на слабозащищенных противником участках местности и занимать их почти без боя. В несколько измененном виде этот штат существует до сих пор.

За мобильность пришлось заплатить огневой мощью и численностью: ручной пулемет РПК практически перестал отличаться от автомата по боевым свойствам; снайпер, находясь в передней линии, не мог обеспечить меткий огонь из-за больших ошибок наводки и невозможности подготовить данные для стрельбы; снайперская винтовка в бою превращалась в обычную самозарядную винтовку тип СВТ или FN/FAL; экипаж БТР (два человека) был исключен из стрелковой цепи и боя на местности.

Бронетранспортер БТР-60ПБ (и БТР-70, БТР-80) представлял собой грузовик, обшитый тонкой броней, и служил транспортным средством, а не боевой машиной. БТР мог поддерживать отделение только с дистанций, где он оставался неуязвимым для пулеметного огня противника (1000…1500 м), для чего использовался крупнокалиберный пулемет 14,5-мм КПВТ. Неустранимым недостатком штата 1960–1970 гг. оказалась невозможность БТР наступать в цепи своего отделения. При более близком контакте с противником бронетранспортеры поражались в колеса стрелками и огнем гранатометов. Об этом свидетельствует опыт боев на полуострове Даманский [19]. В работе подробно описаны бои 2-го и 15-го марта 1969 г., в ходе которых выявилась неприспособленность БТР-60 для боя, даже при отсутствии у противника артиллерии.

В 1960-е годы на вооружение мотострелковых войск поступили боевые машины пехоты (БМП-1). Ввиду вероятного применения тактического ядерного оружия появился прием наступления за танками без спешивания с боевых машин (рис. 21, *а*). Тактический прием наступления в пешем порядке в уставе [2] сохранился тоже (рис. 21, *б*).

Штат стрелкового отделения на БМП-1 включал восемь человек (см. рис. 20, *б*). Мотострелковые подразделения на БМП-1 по специализации еще более направлены на сопровождение танков и в основном полагаются на мощь 73-мм орудия 2А28 (гранатомета) БМП-1 и боевую выучку наводчика-оператора.

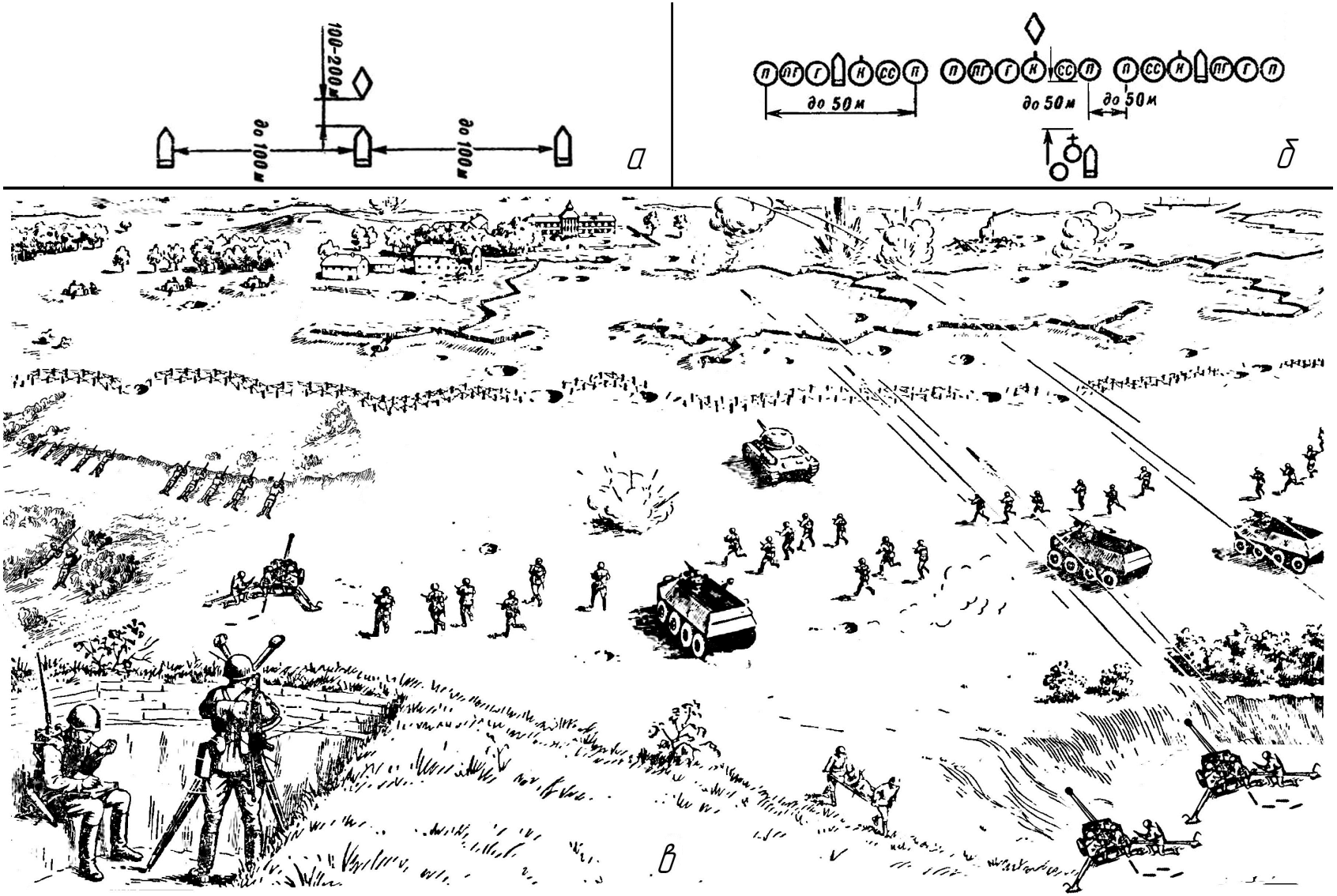


Рис. 21. Боевой порядок мотострелкового взвода при наступлении:

а — без спешивания; *б* — в пешем порядке; *в* – панорама боя

Боевые действия на Ближнем Востоке в 1970–1980 гг. показали слабость гранатометного вооружения БМП-1 (и кумулятивного и осколочного действия). Оказалось, что отделение противодействует в большинстве случаев рассредоточенной живой силе и огневым точкам противника. Требовалось более гибко использовать поражающий потенциал артиллерийского вооружения. БМП перевооружили автоматическим оружием.

Сильной стороной отделения на БМП-2 (см. рис. 20, *в*) стало новое артиллерийское оружие БМП — пушка 2А42 с боекомплектом в 500 выстрелов. Именно БМП стала решать подавляющее большинство задач на поле боя. Наличие большого боекомплекта и «пулеметный» способ ведения огня сделал БМП средством угрозы и сдерживания. Подобно станковому пулемету времен Второй мировой войны БМП-2 может воздействовать на противника, не производя стрельб, только присутствием. Другим положительным фактором принятой системы является потенциально бóльшая норма боекомплекта 5,45-мм патронов.

Недостатками новой системы вооружения стали общие недостатки калибра 5,45-мм — низкое пробивное и запреградное действие пуль. Пуля патрона 7Н6, 7Н10 из автомата АК74 не пробивает половину красного кирпича (120-мм) и 400-мм земляной преграды на дистанции 100 м [20]. Пулемет РПК74 еще меньше отличается от автомата по практической скорострельности, чем его предшественник РПК. Общим недостатком штата на рис. 20, *б*, *в* является малочисленность и слабость огня стрелковой цепи.

Из сказанного можно сделать несколько важных выводов.

1. БМП стала огневым средством стрелковой цепи наравне с линией пехоты. Проходимость ее сопоставима с проходимостью пешего человека, а скорость по шоссе равняется скорости автомобиля.

Формально отделение на БМП стало слабее, чем отделение на БТР ввиду малочисленности, но в действительности все наоборот, поскольку БМП не средство поддержки, а средство ведения боя, решающее большинство задач пехотной цепи и, кроме того, задачу борьбы с танками.

2. Мотострелковое отделение на БМП в большей степени следует групповой тактике, напоминая при этом пулеметную группу времен Первой мировой войны. «Пулемет» в группе стал самоходным и получил артиллерийский калибр. Расчет БМП — наводчик-оператор и водитель — оказался численно меньше пулеметного расчета.

3. Склонность отделения к групповой тактике ослабила стрелковую цепь. Стрелковая цепь выполняет в бою в большей степени функцию защиты БМП от поражения пехотой противника и в меньшей – занята огневым воздействием на противника. В случае потери БМП отделение становится неспособным решать уставные задачи.

4. В эволюции отделения и взвода прослеживается склонность к уменьшению человеческой составляющей. Пехотный бой постепенно сводится к борьбе оружия, бронемашин и других неодушевленных материальных средств поля боя [12].

3. Современные организационно-штатные структуры мотострелковых войск

Афганская война 1979–1989 гг. стала одной из войн нового времени. Ее отличали ограниченность задач, несоизмеримые возможности сторон и почти полное

отсутствие боев, как их определяет устав [1, 2]. В соответствии с задачами и особенностями ландшафта были утверждены штаты подразделений ограниченного контингента советских войск в Афганистане.

В ротах на БТР в каждом отделении (шесть человек, на БТР-70) состояли пулеметчик с РПК и снайпер с СВД. Наводчик пулемета КПВТ одновременно выполнял функции и гранатометчика (РПГ-7). Мотострелковый взвод насчитывал 20 чел., три БТР-70. Пулеметно-гранатометный взвод (20 человек, два БТР-70) был вооружен тремя пулеметами ПКМ на сошке и тремя гранатометами АГС. Всего рота состояла из 80 (81 — с августа 1985 г.) человек на 12 БТР. С мая 1985 г. один АГС заменили пулеметом НСВ-12,7, способным разрушать укрепления из скального грунта и горных пород.

В ротах на БМП каждое отделение (шесть человек на одну БМП-2Д) включило снайпера с СВД и гранатометчика с РПГ. Пулеметчик с РПК полагался на каждое третье отделение. Мотострелковый взвод насчитывал 20 человек (три БМП-2Д). Пулеметно-гранатометный взвод (15 человек, две БМП-2Д) вооружался тремя гранатометами АГС и двумя пулеметами НСВ-12,7. Пулеметы ПКМ передавались взводам. Всего в роте числились 82 человека и 12 БМП.

Положительные стороны подобных штатов очевидны: роты малочисленны, количество оружия превышает число солдат и офицеров. В условиях горного ландшафта артиллерия и минометы не могли оказывать полноценную поддержку пехоте, поэтому пулеметно-гранатометный взвод оказывался артиллерийским подразделением командира роты и отличался разнообразием огневых возможностей: навесной (АГС), проникающий (НСВ-12,7), плотный огонь (ПКМ).

На равнинном театре боевых действий роты имели более привычную структуру, не предусматривающую крупнокалиберное оружие, но включающую ПТУРы. В 1980—1990-е годы отделения на БТР и БМП-1 (2) состояли из девяти человек, но без снайпера.

Рота на БТР-80 (110 человек) состояла из группы управления (пяти человек), трех взводов (по 30 человек) и четвертого противотанково-пулеметного взвода (15 человек). На вооружении находилось 66 автоматов, 9 РПГ, 9 РПК, 3 СВД, 3 ПК, 3 ПТРК, 12 БТР.

Рота на БМП-1 (2) имела аналогичные структуру и численность. Четвертый взвод был полностью пулеметным. На вооружении находилось 63 автомата, 9 РПГ, 9 РПК, 3 СВД, 6 ПК, 12 БМП-1 (2).

В российских Вооруженных силах в 2005—2010 гг. параллельно существует нескольких штатных структур однотипных подразделений [7]. Отделения мотострелковых войск строятся по трем вариантам организации.

Отделение на БТР может содержать восемь или девять человек (рис. 22, *а*).

Отделение на БМП-2 состоит из восьми человек (рис. 22, *б*). При этом снайпер из отделения отчислен в более крупные подразделения.

Мотострелковый взвод на БТР содержит группу управления, два отделения по девять человек и одно отделение из 8 человек. Весь личный состав размещается в трех БТР (рис. 23).

Средством качественного усиления взвода является пулемет ПКМ с расчетом из двух бойцов и снайпер с винтовкой СВД в подчинении командира взвода.

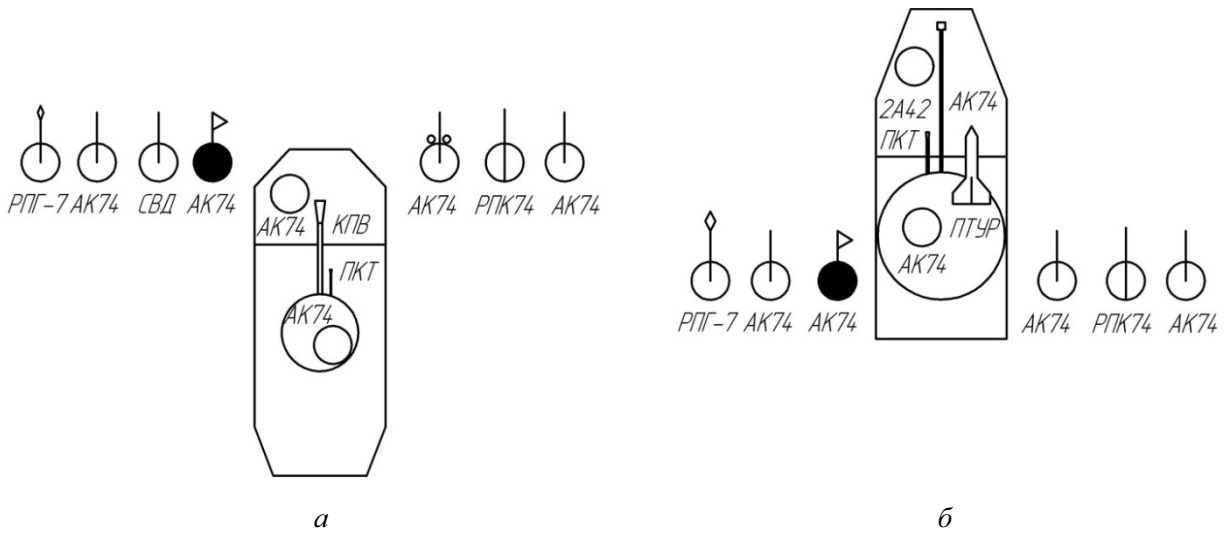


Рис. 22. Организация и вооружение отделений мотострелковых войск России в 2000–2010 гг.:

а — мотострелковое отделение в составе девяти человек на БТР (отделение из восьми человек меньше на одного автоматчика); *б* — мотострелковое отделение на БМП-2

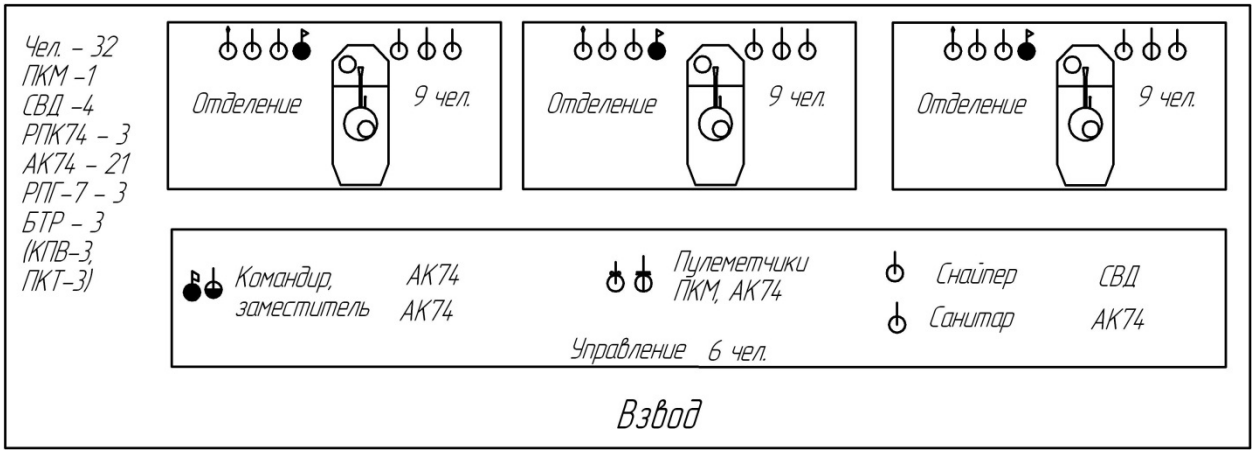


Рис. 23. Численный состав и вооружение мотострелкового взвода на БТР в 2000–2010 гг.

Взвод на БМП отличается от взвода на БТР только составом отделений (рис. 24).

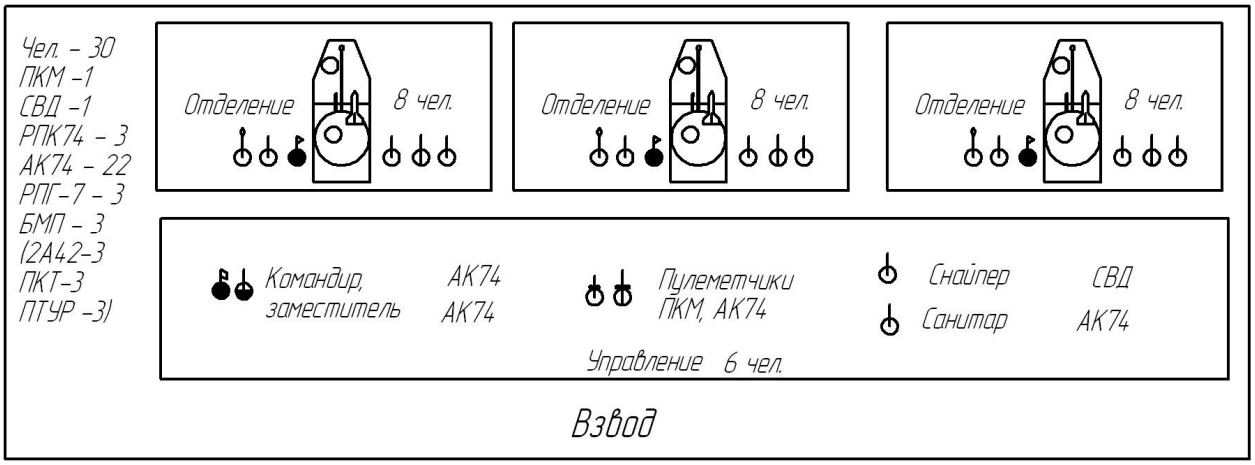


Рис. 24. Численный состав и вооружение мотострелкового взвода на БМП-2 в 2000–2010 гг.

Организационную структуру и вооружение взводов на БМП-3 не рассматриваем ввиду малого числа машин, поступивших в войска.

На уровне роты также существуют три штатные организации (рис. 25–27) [7].

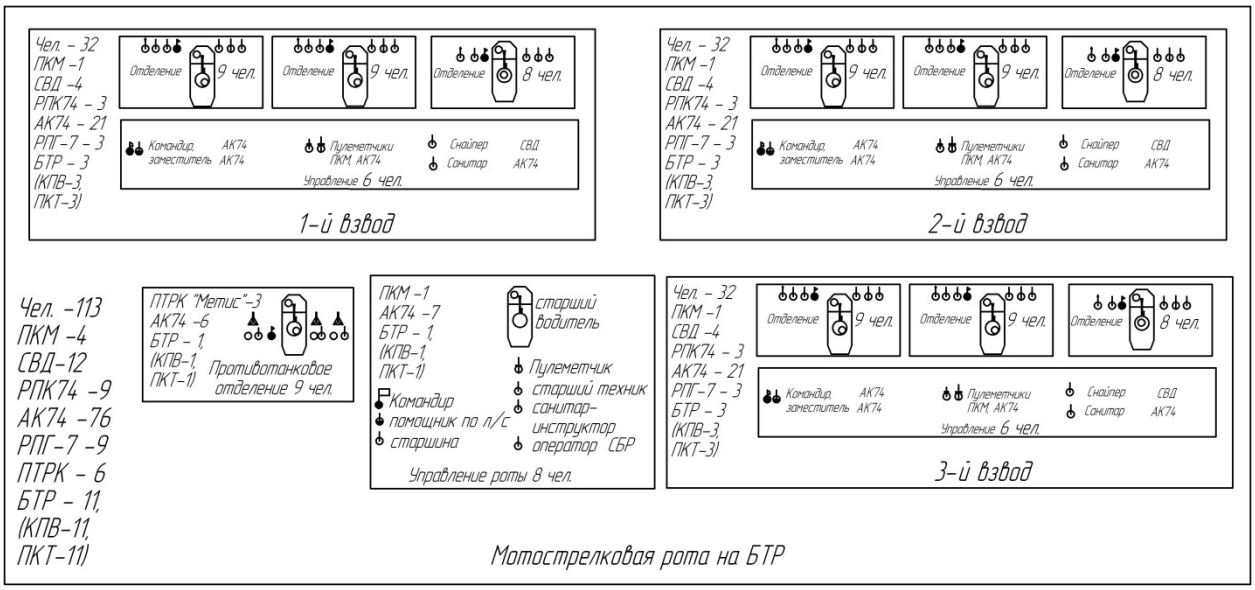


Рис. 25. Численный состав и вооружение мотострелковой роты на БТР в 2000–2010 гг.

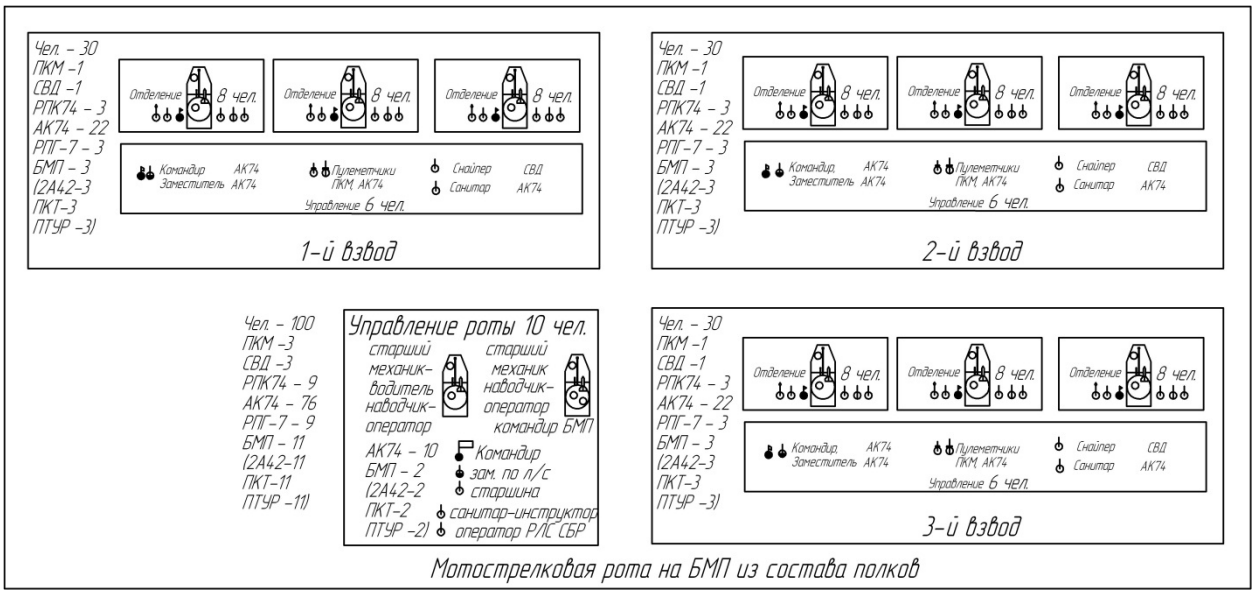


Рис. 26. Численный состав и вооружение мотострелковой роты на БМП из состава полков в 2000–2010 гг.

Рота на БМП может иметь две структуры в зависимости от подчинения. В полках стрелковых дивизий при поддержке артиллерийского полка роты на БМП имеют меньшую численность и акцент на стрелковое вооружение (рис. 26).

В бригадах с батальонным подчинением, бедных артиллерией, роты в большей степени обеспечивают себе огневую поддержку за счет собственного гранатометного взвода (рис. 27).

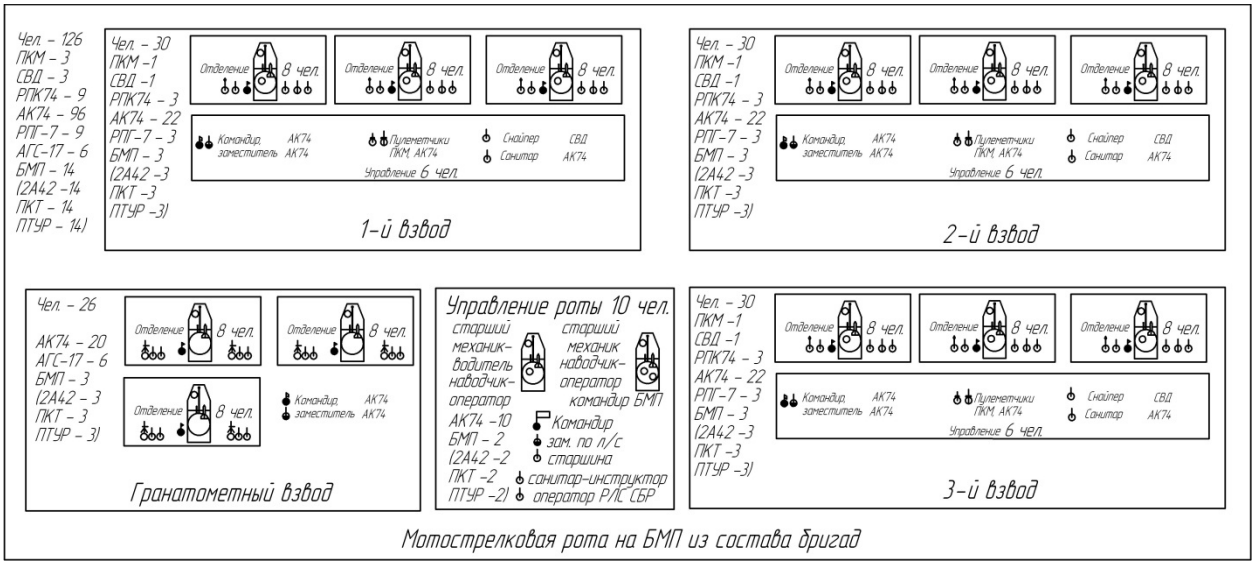


Рис. 27. Численный состав и вооружение мотострелковой роты на БМП из состава мотострелковых бригад в 2000–2010 гг.

Батальон имеет структуру, представленную на рис. 28 [7].

Рис. 28. Организация мотострелкового батальона на БТР в 2000–2010 гг.

Общие замечания по организации и вооружению подразделений в 2000–2010 гг. приведены ниже.

1. Командиры взводов имеют собственные средства качественного усиления пулеметы ПКМ (не вполне ротные по огневым возможностям) и снайперские винтовки.

2. В роте на БМП из состава полков для усиления существует полноценное отделение из состава управления роты.

3. В роте на БМП из состава бригад для усиления есть полноценный взвод, способный воевать без станковых гранатометов, как обычный пехотный. Он же при других условиях используется для поддержки средствами АГС как с закрытых позиций, так и прямой наводкой.

4. Оружие калибра 5,45 не обладает достаточным пробивным действием, а пулеметы этого калибра не способны поддерживать необходимый режим огня.

5. Оружие под винтовочный патрон утвердилось как средство усиления взвода (ПКМ, СВД). Пулеметы ПКТ на БМП в первой линии имеют недостаточные возможности по обнаружению целей.

6. Оружие калибра 12,7 не представлено ни в одном штате.

7. Оружие калибра 14,5 используется на БТР для стрельбы с безопасных дистанций (1000…1500 м).

8. Автоматические гранатометы используются редко и по сути являются аналогами ротных минометов и пулеметов более ранних организационных структур.

9. Гранатометы СПГ-9 на уровне роты не используются.

Недостатки современных штатов (2000–2010 гг.):

1) роты на БТР имеют более низкие боевые возможности, чем роты на БМП: из-за отсутствия в составе боевых машин они не могут выполнять те же задачи, что и роты на БМП;

2) снайпер в отделении на БТР в первой линии не способен полностью реализовать возможности своего оружия;

3) почти нет средств усиления, подчиненных командиру (пулемет и один БТР, не принадлежащий взводам); противотанковое отделение скорее закрывает брешь в скудной номенклатуре огневых средств, чем служит средством усиления даже в обороне;

4) мало количество оружия и беден его ассортимент.

Достоинства современных штатов (2000–2010 гг.):

1) отделения состоят из восьми–девяти человек — меньшее число людей вовлечено в боевые действия, что способствует снижению потерь;

2) из отделений на БМП исключен снайпер;

3) командир взвода имеет собственные средства усиления;

4) наличие четвертого взвода в роте из состава бригад значительно расширяет возможности командира роты по маневру силами и огнем.

4. Организационно-штатные способы повышения боевых возможностей отделений, взводов и рот

На уровне отделения усиление стрелковой цепи достигается путем повышения практической скорострельности ручного пулемета. Малое пробивное действие пуль калибра 5,45 и 7,62 образца 1943 г. требует оснащения отделения вторым пулеметом винтовочного калибра массой до 7,5 кг с рассеиванием на уровне РПД и скорострельностью на уровне ДП, с магазинным питанием. Кроме того, стрелковую цепь можно усилить введением многоканальных огневых средств, добавлением в цепь одного стрелка, хотя бы за счет оператора или водителя БМП, использованием в БМП дистанционного управления оружием, оснащением БМП оружием механика-водителя — курсовым пулеметом типа ПК.

На уровне взвода усиление возможно при использовании в штате четвертой машины с принципиально иным вооружением и бронированием, хотя бы и без увеличения численности взвода, введении сверхштатного оружия (минного, гранатометного) и закреплении за одним солдатом двух единиц.

На уровне роты усиление достигается введением полноценного четвертого взвода тяжелого оружия (управляемого интеллектуального оружия), который спо-

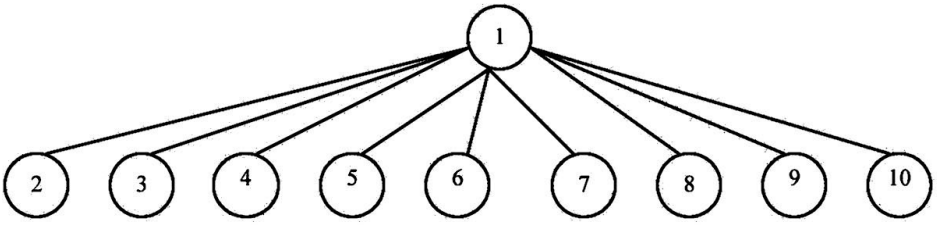
собен вести бой как четвертый пехотный, а при необходимости быть средством поддержки или штурмовым средством (наподобие гранатометного взвода бригадных структур). Одновременно взвод должен выполнять инженерное обеспечение боя, боевую работу с управляемым и интеллектуальным оружием.

Увеличивать численность личного состава подразделений нежелательно из-за возможного роста потерь. Рота численностью выше 100–115 чел. хуже управляется в бою. Возможно увеличение огневых возможностей подразделений за счет двойного вооружения некоторых специалистов, владеющих разными видами оружия.

Таким образом, увеличение количества единиц оружия, боевых машин, оборудования, даже при условии что не все эти средства будут использованы в бою одновременно, повышает эффективность действий подразделений.

5. Организация отделения и взвода мотострелковых войск армии США

В работе [21] приведены данные по современной организации и вооружению мотопехоты армии США (рис. 29, 30), а в табл. 3 — уставные нормы, назначаемые подразделениям в наступлении и обороне.



	Всего в отделении
1. Командир отделения 2. Заместитель командира отделения 3. Наводчик – оператор БМП 4. Механик – водитель БМП М2 «БРЕДЛИ» 5. Оператор ПТУР «ДРАКОН» 6. Пулеметчик 7. Автоматчик 8. Автоматчик 9. Стрелок-гранатометчик 10. Радиотелефонист	Личного состава /человек/……10 БМП М2 «БРЕДЛИ» ……..……..1 7,62-мм пулемет М60……..1 5,56-мм винтовка М16А1……7 ПТРК «ДРАКОН»……...1 5,56-мм ручной пулемет М249……2
На вооружении отделения имеется три 66-мм противотанковых гранаты М72А2 одноразового применения.	

Рис. 29. Организация и вооружение мотопехотного отделения армии США

Таблица 3

Уставные нормы полос ответственности мотопехотных подразделений армии США в бою

Расстояние, км	Отделение	Взвод	Рота	Батальон
В наступлении				
Ширина полосы	До 0,1	До 0,4	1–1,5	До 5
Участок прорыва	–	–	До 0,5	До 1
Глубина боевой задачи	–	До 1,5	2–3	5–8
Глубина боевого порядка	–	До 0,5	1,5–2	3–5

Окончание табл. 3

Расстояние, км	Отделение	Взвод	Рота	Батальон
В обороне				
Фронт обороны	До 0,12	До 0,4	До 2	5–8
Глубина боевого порядка	–	До 0,3	До 1,5	До 5
Удаление постов охранения	–	–	До 0,5	–
Удаление боевого охранения	–	–	–	1–2,5
Удаление командного пункта от переднего края	–	0,1–0,2	0,5–1	До 1,5

Секция управления /5 чел./		Мотопехотное отделение /10 чел./
1. Командир взвода 2. Заместитель командира взвода (сержант) 3. Радиотелефонист 4. Начальник – оператор БМП 5. Механик – водитель БМП		Командир отделения Заместитель командира отделения Начальник – оператор БМП Механик – водитель БМП Оператор ПТУР «ДРАКОН» Пулеметчик Автоматчик Автоматчик Стрелок – гранатометчик Радиотелефонист
Всего во взводе		
Личного состава……35 БМПМ2 «БРЕДЛИ»……4 7,62-мм единые пулеметы М60……4 5,56-мм автоматические винтовки М16А1..29	Радиостанции……8 5,56-мм пулеметы……6 ПТРК «ДРАКОН»……3	
Вооружение БМП М2 «БРЕДЛИ»: 25-мм автоматическая пушка М-242 стабилизированная в двух плоскостях /боекомплект-900 снарядов/, спаренный с пушкой 7,62-мм пулемет. На башне БМП смонтирована пусковая установка ПТУР «ТОУ» с двумя трубами-направляющими /боекомплект ПТУР 7 шт./, на БМП командира взвода пусковой установки ПТУР нет		

Рис. 30. Организация и вооружение мотопехотного взвода армии США

В [21] также описан боевой порядок и действия отделения в атаке. Тактический прием огневой и маневренной групп отделения показан на рис. 31.

Нетрудно заметить, что в подразделениях отсутствуют простые противотанковые средства (РПГ); это может сказываться как положительным, так и отрицательным образом. Других слабых сторон организация и вооружение отделения и взвода армия США не имеет. Малый калибр пушки БМП компенсируется большим боекомплектом (900 выстрелов). Избытка личного состава в штате взвода нет.

Положительным фактором является существенная насыщенность оружием и средствами связи — радиостанциями. На каждое отделение приходится три ручных

пулемета. Количество оружия превышает число солдат, что обеспечивает возможность его выбора и расширяет способность подразделений воздействовать на противника в атаке и обороне.

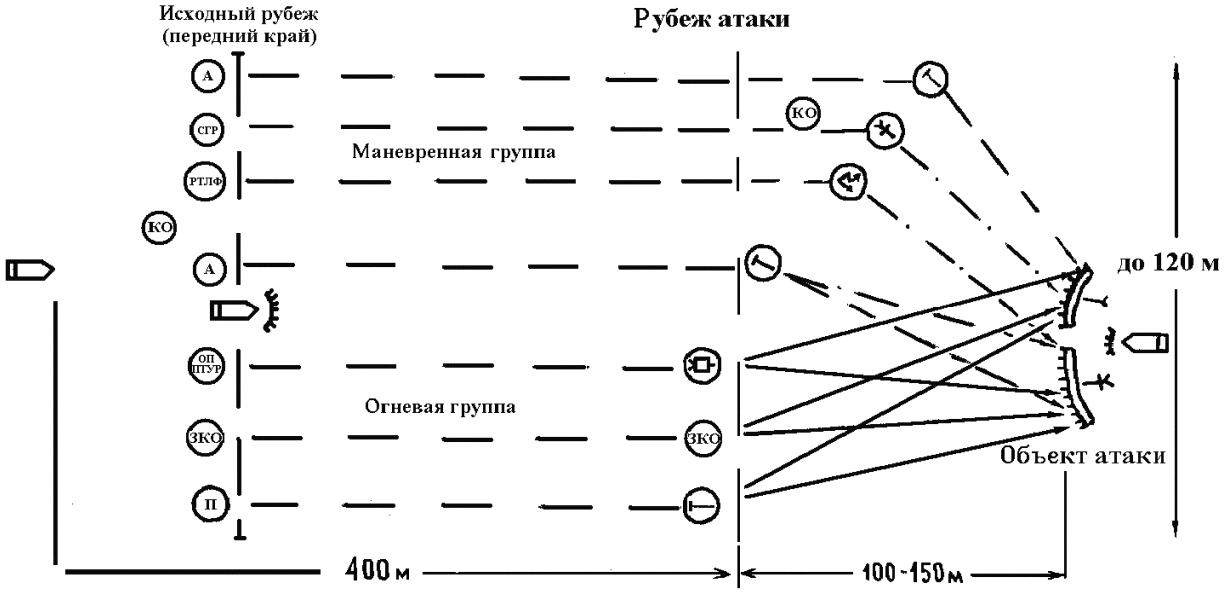


Рис. 31. Боевой порядок и действие мотострелкового отделения армии США в наступлении. Отделение разбито на огневую и маневренную группы

Уставные нормы полос ответственности подразделений выглядят завышенными.

Численность и вооружение мотопехотных рот армий США и ФРГ (1987 г.) представлены в табл. 4 [22].

Таблица 4

Численный состав и вооружение мотопехотных рот США и ФРГ (1987 г.)

Личный состав, основное оружие	Управление роты	Мотопехотный взвод	Взвод оружия (пулеметно-гранатометный)	Ремонтная служба	Всего
Мотопехота США					
Личный состав	11	38	35	11	171
5,56-мм винтовки М-16	9	38	21	11	155
7,62-мм пулеметы М-60	1	5	1	–	17
БТР М113А1	2	4	–	1	15
ПТУР «Дракон»	–	4	–	–	12
ПТУР «Тоу»	–	–	2	–	2
40-мм гранатомет М-203	2	6	–	1	21
81-мм самоходный миномет М125А1	–	–	3	–	3
Автомашина	2	–	2	2	6
Радиостанция	2	5	10	3	30

Окончание табл. 4

Личный состав, основное оружие	Управление роты	Мотопехотный взвод	Взвод оружия (пулеметно-гранатометный)	Ремонтная служба	Всего
Мотопехота ФРГ					
Личный состав	27	30	–	–	117
Пистолет «Вальтер» Р1	11	6	–	–	29
7,62-мм винтовка G3 и пистолет-пулемет	14	21	–	–	77
7,62-мм пулемет MG.3	–	3	–	–	9
44-мм РПГ «Панцерфауст» 44-1А1	3	3	–	–	12
ПТУР «Милан»	–	3	–	–	9
БМП «Мардер»	2	3	–	–	11
Автомашина	3	–	–	–	3
Радиостанция	3	–	–	–	3

По организации и насыщенности оружием мотопехотная рота армии США напоминает пехотную роту вермахта 1941 г. (см. рис. 13). Мотопехотная рота армии ФРГ имеет структуру, аналогичную роте на БМП из состава полков Вооруженных сил Российской Федерации (см. рис. 26).

6. Сравнение организационно-штатных структур

1. Мотопехота США на уровне отделения, взвода, роты имеет большие количество и номенклатуру оружия при соизмеримой численности личного состава. Особенно следует отметить американскую практику, где существует избыток единиц оружия по сравнению с численностью личного состава. Такое допустимо при перемещении на БМП и БТР.

2. Американские и немецкие роты в большей степени заняты собственным обеспечением.

3. Рота США в отличие от взвода перенасыщена личным составом и тяжелым оружием.

4. Отечественные образцы оружия имеют более высокие тактико-технические характеристики (ТТХ), в частности, эффективность стрельбы, но при этом объединяются в довольно скудные по огневым возможностям подразделения.

5. Метод количественного повышения огневых способностей подразделений продолжает играть существенную роль.

6. Отделение и взвод армии США вооружены значительно лучше и разнообразней, чем любые отечественные аналогичные структуры. Армия США на уровне отделение — взвод имеет большие огневые возможности и более широкую номенклатуру оружия.

7. Классификация стрелкового оружия и средств ближнего боя по тактическим признакам

Оружием пехотных и мотострелковых подразделений называется совокупность технических средств, применяемых для поражения живой силы и техники

противника, переносимых на поле боя в пешем боевом порядке или на транспортных средствах из состава пешего боевого порядка.

Мотострелковые подразделения вооружены оружием различных физических принципов поражения — стрелковым, артиллерийским, ракетным, холодным и минным, ручными гранатами.

Огневым средством называется совокупность оружия, людей и устройств, работающих в бою совместно. Без любого из компонентов этой совокупности ведение огня невозможно.

Основным видом оружия пехоты является стрелковое. Артиллерия представлена пушками БМП и минометами, ракетное оружие — реактивными гранатометами и ПТУРами. Минное оружие используется как инженерные средства заграждения, а не направленные средства поражения.

Общей функцией оружия пехоты является стрельба по целям в условиях визуального контакта с противником и ответного противодействия огнем и маневром.

Для решения задач пехотного боя могут привлекаться и огневые средства подразделений большего масштаба, принадлежащие старшим командирам. Например, командир батальона может выделить пулеметный взвод или 45-мм орудие с расчетом в распоряжение командира одной из своих рот, действующей на наиболее ответственном направлении. То же может сделать и командир полка, но в большем масштабе — назначить для поддержки 76-мм полковое орудие и роту автоматчиков (по штатам 1943–1945 гг.). Он же может обязать командира артдивизиона 76-мм орудий работать по заявкам командира этой роты, т. е. выполнять его приказы в сфере управления огнем.

Огневыми средствами тактической принадлежности (*ротными, батальонными*, *полковыми*) называют огневые средства, которые подчинены командиру только данного подразделения (роты, батальона, полка) и качественно отличаются от основного вооружения этого подразделения. Качественное отличие вооружения подразумевает отличия по огневым возможностям и другим ТТХ.

Приданными называют огневые средства, выделенные старшим командиром временно в распоряжение младшего.

Поддерживающими называют огневые средства, на определенный период работающие по заявкам не своего командира, но не передаваемые ему в подчинение.

Средствами усиления называют приданные и поддерживающие огневые средства.

Артиллерийское орудие есть ствольное оружие калибра 20-мм и выше, предназначенное для преобразования потенциальной энергии заряда в кинетическую энергию метаемого артиллерийского снаряда. Артиллерийское орудие стреляет, как правило, снарядом — метаемым элементом, имеющим отдельной сборкой стоящий взрыватель и отдельной деталью — ведущий (обтюрирующий) поясок.

Стрелковое оружие — ствольное оружие, стреляющее пулей, дробью или картечью.

Средства ближнего боя — часть оружия пехоты, воздействующая на противника стрельбой, но не относящаяся ни к стрелковому оружию, ни к артиллерии.

Обычно это гранатометы — артиллерийские орудия с низкой баллистикой и малым воздействием на стрелка.

Боевые свойства оружия определяются энергией выстрела, которая в свою очередь зависит от массы сгоревшего пороха. Масса заряжаемого пороха является характеристикой патрона.

Примем следующую классификацию патронов по энергетике.

Винтовочные (винтовочно-пулеметные) имеют импульс отдачи не менее 12 Н·с и дульную энергию пули не менее 3500 Дж.

Конструктивные характеристики и энергетика винтовочных патронов утвердились как наилучшие для стрельбы одиночным огнем по неукрытой живой силе в пределах видимости невооруженным глазом. При этом пули винтовочных патронов имеют высокое пробивное действие по преградам естественного происхождения: природным и рукотворным.

Пистолетные — патроны с импульсом отдачи не более 4 Н·с. Конструктивные характеристики и энергетика пистолетных патронов ограничены назначением пистолета — поражение целей одиночным огнем при удержании оружия одной рукой.

Промежуточные — патроны средней энергетики между винтовочными и пистолетными. Конструктивные характеристики и энергетика промежуточных патронов утвердились как наилучшие для стрельбы очередями из индивидуального оружия по неукрытой живой силе на дальности до 400 м. Импульс отдачи промежуточных патронов составляет около 8 Н·с, дульная энергия — около 1800 Дж.

Малоимпульсные — патроны с импульсом отдачи 5…6 Н·с и дульной энергией не менее 1200 Дж. Конструктивные характеристики и энергетика малоимпульсных патронов утвердились исходя из максимума вероятности попадания по человеческим фигурам при стрельбе очередями из носимого оружия на всех дистанциях боя. Малоимпульсные патроны сочетают внешнюю баллистику винтовочных пуль и воздействие на стрелка на уровне пистолетных патронов.

На основании материалов [23] и данных определений классифицируем основные виды стрелкового оружия.

Винтовка — нарезное стрелковое оружие, стреляющее любым патроном, кроме пистолетного, и конструктивно предназначенное для удержания и управления при стрельбе двумя руками с упором приклада в плечо. В более узком понимании, винтовка — индивидуальное оружие под винтовочный патрон, конструктивно не предназначенное для длительной стрельбы очередями. В отечественной практике все армейские винтовки использовали винтовочный патрон (рис. 32).

Карабин — укороченная винтовка, при проектировании которой баллистикой пожертвовали ради удобства эксплуатации (рис. 33).

Автомат — автоматический карабин — укороченная винтовка с возможностью стрельбы очередями (рис. 33).

Пистолет-пулемет — автомат, приспособленный для стрельбы пистолетными патронами.

Пулемет — стрелковое оружие непрерывного огня, приспособленное для стрельбы любыми патронами, кроме пистолетного, используемое на поле боя в интересах подразделения (группы).

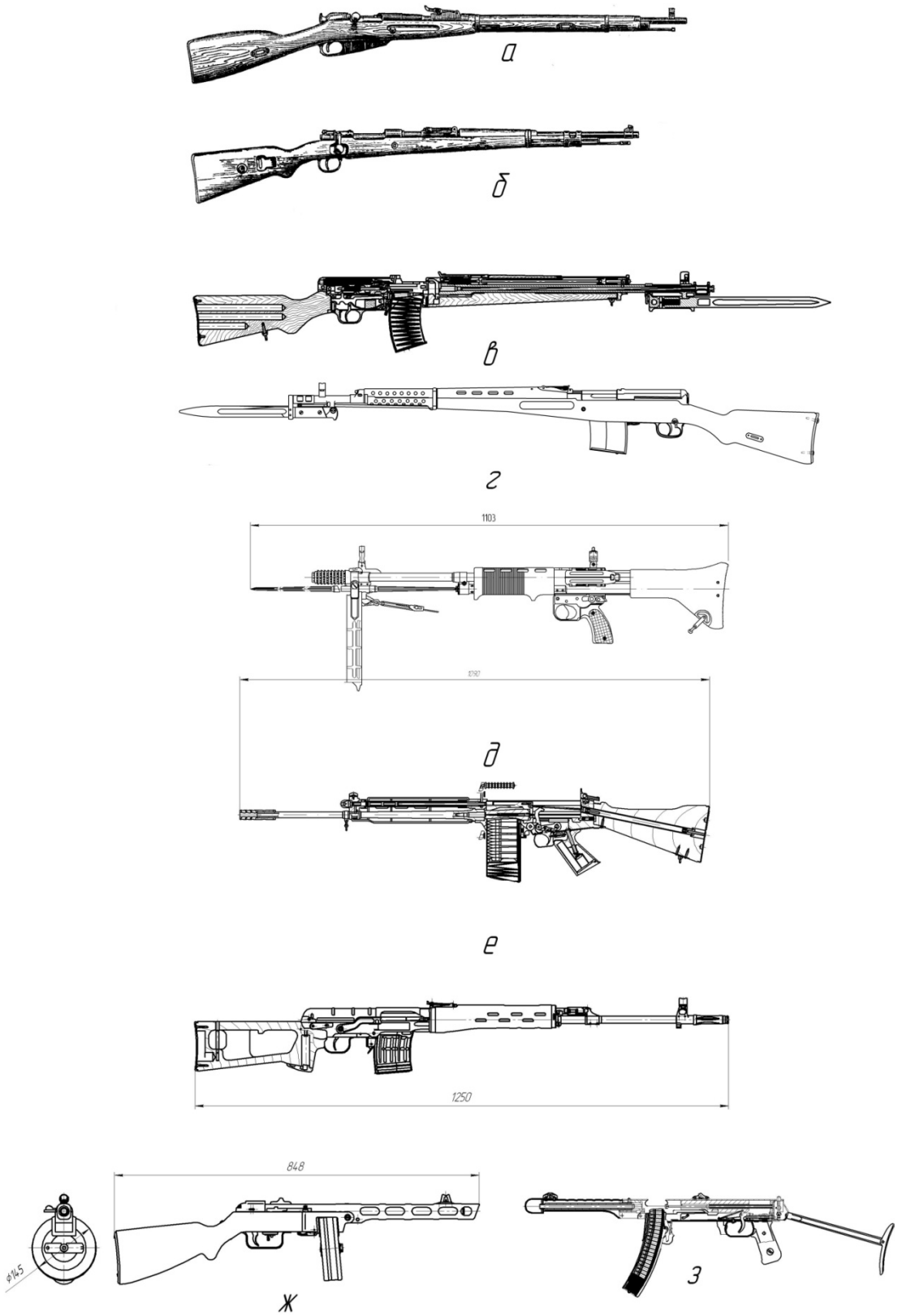


Рис. 32. Винтовки и пистолеты-пулеметы:

а — 7,62-мм винтовка образца 1891/30 г.; *б* — 7,92-мм винтовка «Маузер» 98*k*; *в* — 7,62-мм автоматическая винтовка АВС-36; *г* — 7,62-мм самозарядная винтовка образца 1940 г. (СВТ); *д* — 7,92-мм парашютная винтовка FG.42; 7,62-мм самозарядная винтовка FN/FAL (Бельгия); *е* — 7,62-мм снайперская винтовка (СВД); *ж* — пистолет-пулемет образца 1941 г.; *з* — пистолет-пулемет образца 1943 г.

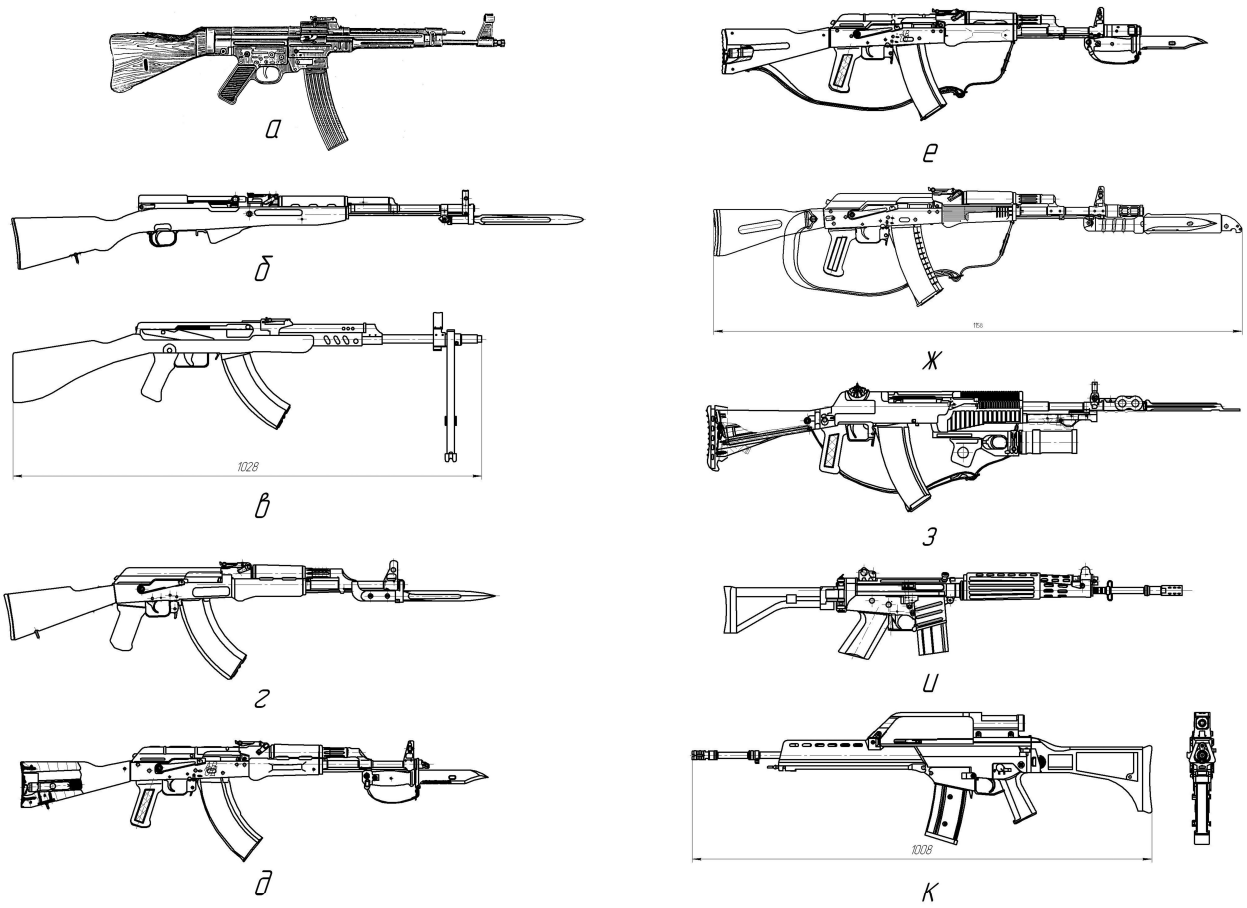


Рис. 33. Оружие под промежуточный и малоимпульсный патрон:

а — 7,92-мм штурмовое ружье Stg.44 (MP.44); *б* — карабин СКС; *в* — автомат Судаева образца 1944 г.; *г* — 7,62-мм автомат Калашникова АК (обычно его называют АК-47); *д* — 7,62-мм автомат АКМ (образца 1959 г.); *е* — 5,45-мм автомат АК74; *ж* — 5,45-мм автомат АК74М; *з* — 5,45-мм автомат Никонова АН-94; *и* — 5,56-мм штурмовая винтовка FN/CAL (Бельгия); *к* — 5,56-мм винтовка G.36 (Германия)

Ручной пулемет — пулемет стрелкового отделения. Технический облик ручного пулемета определяется его использованием в стрелковой цепи отделения. В отечественной оружейной практике ручные пулеметы представляют собой усиленные по огневым способностям винтовки (рис. 34). В западной оружейной практике ручные пулеметы представляют собой станковые пулеметы без станка (рис. 35). Ручные пулеметы предназначены для стрельбы на дистанции до 600 м очередями по 5–7 выстрелов. При практической скорострельности не менее 100 выстр./мин и отстреливаемом боекомплекте без перегрева 200–300 выстрелов.

Ротный пулемет — пулемет, используемый в качестве средства огневой поддержки подразделений не менее роты. Пулеметы ротного уровня (рис. 36) предназначены для стрельбы на дальности до 1000 м [24] очередями 10–15 выстрелов, при практической скорострельности не менее 250 выстр./мин. Носимое оборудование должно позволять отстреливать 1000 выстрелов без порчи материальной части. Расчеты ротных пулеметов располагаются в глубине построения роты (200 м от передней линии). В качестве ротного может использоваться станковый пулемет (см. рис. 15, табл. 2) или пулемет на сошке (см. рис. 18).

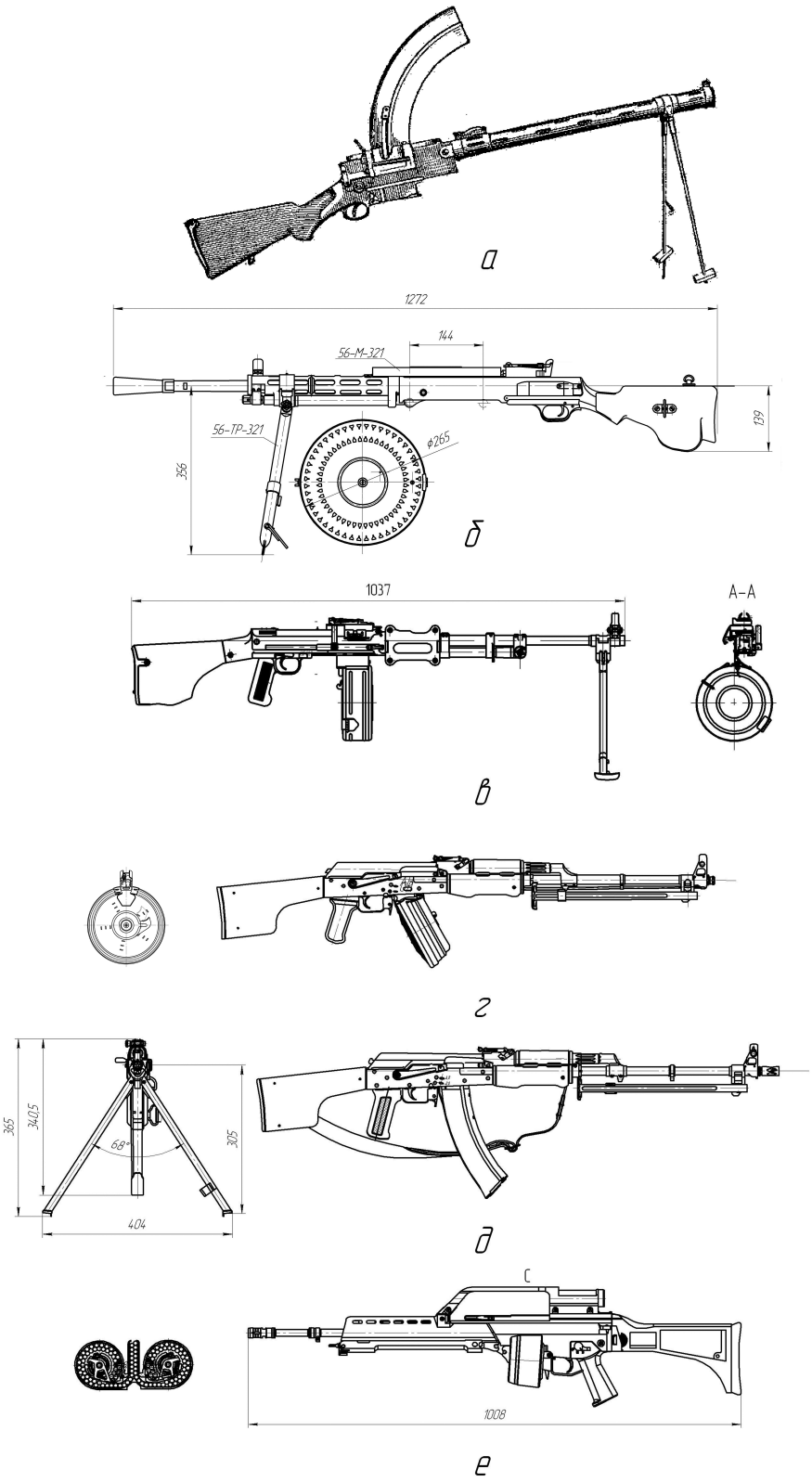


Рис. 34. Ручные пулеметы, спроектированные по принципам советской оружейной практики:

а — пулемет Мадсена образца 1903 г.; *б* — 7,62-мм ручной пулемет ДП; *в* — 7,62-мм ручной пулемет РПД; *г* — 7,62-мм ручной пулемет РПК; *д* — 5,45-мм ручной пулемет РПК74; *е* — 5,56-мм ручной пулемет MG.36 (Германия)

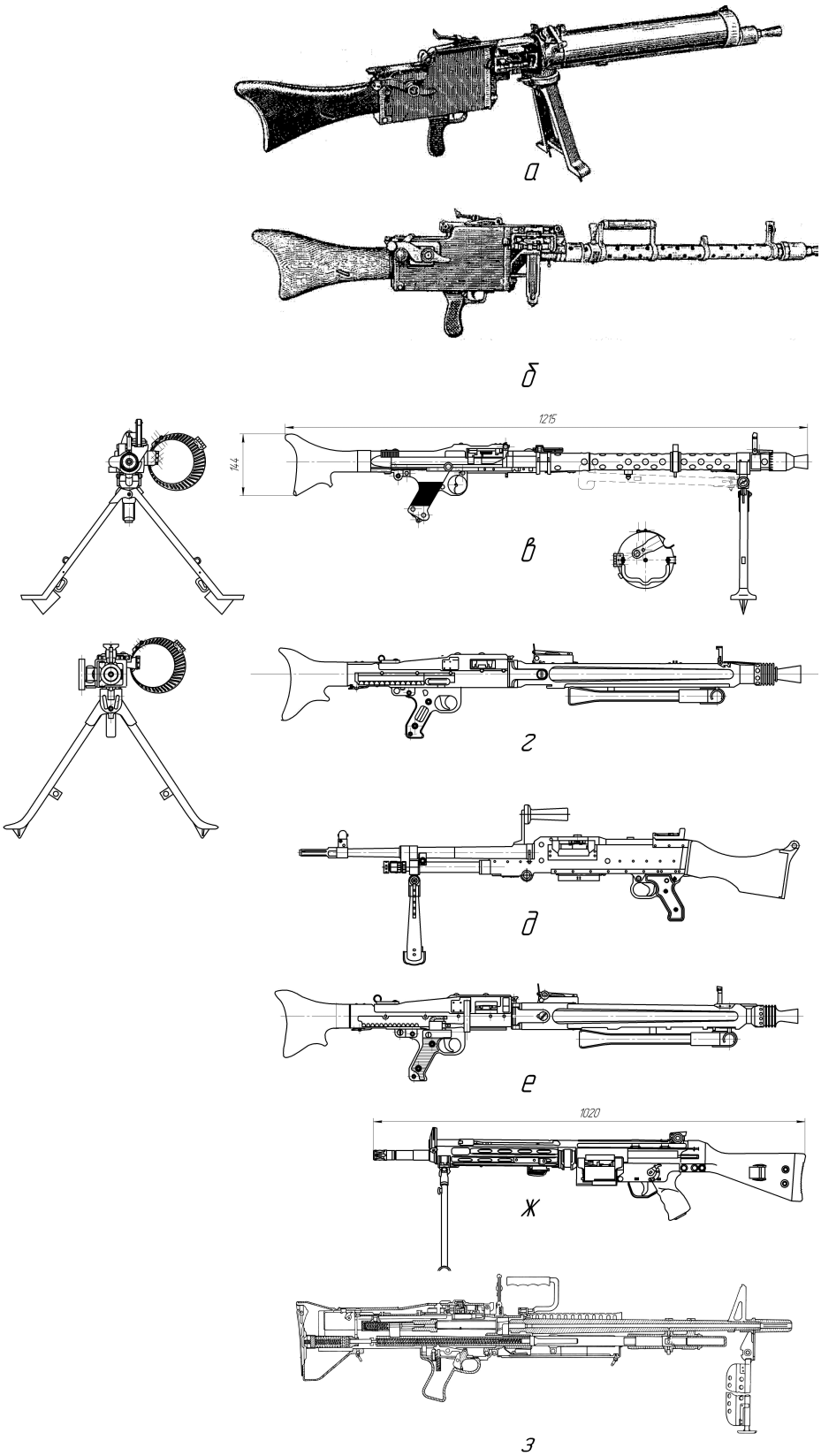


Рис. 35. Ручные пулеметы западной оружейной практики:

а — MG.08/15; *б* — MG.08/18; *в* — MG.34; *г* — MG.42; *д* — FN MAG (Бельгия); *е* — MG.3; *ж* — НК-21; *з* — М-60 (США)

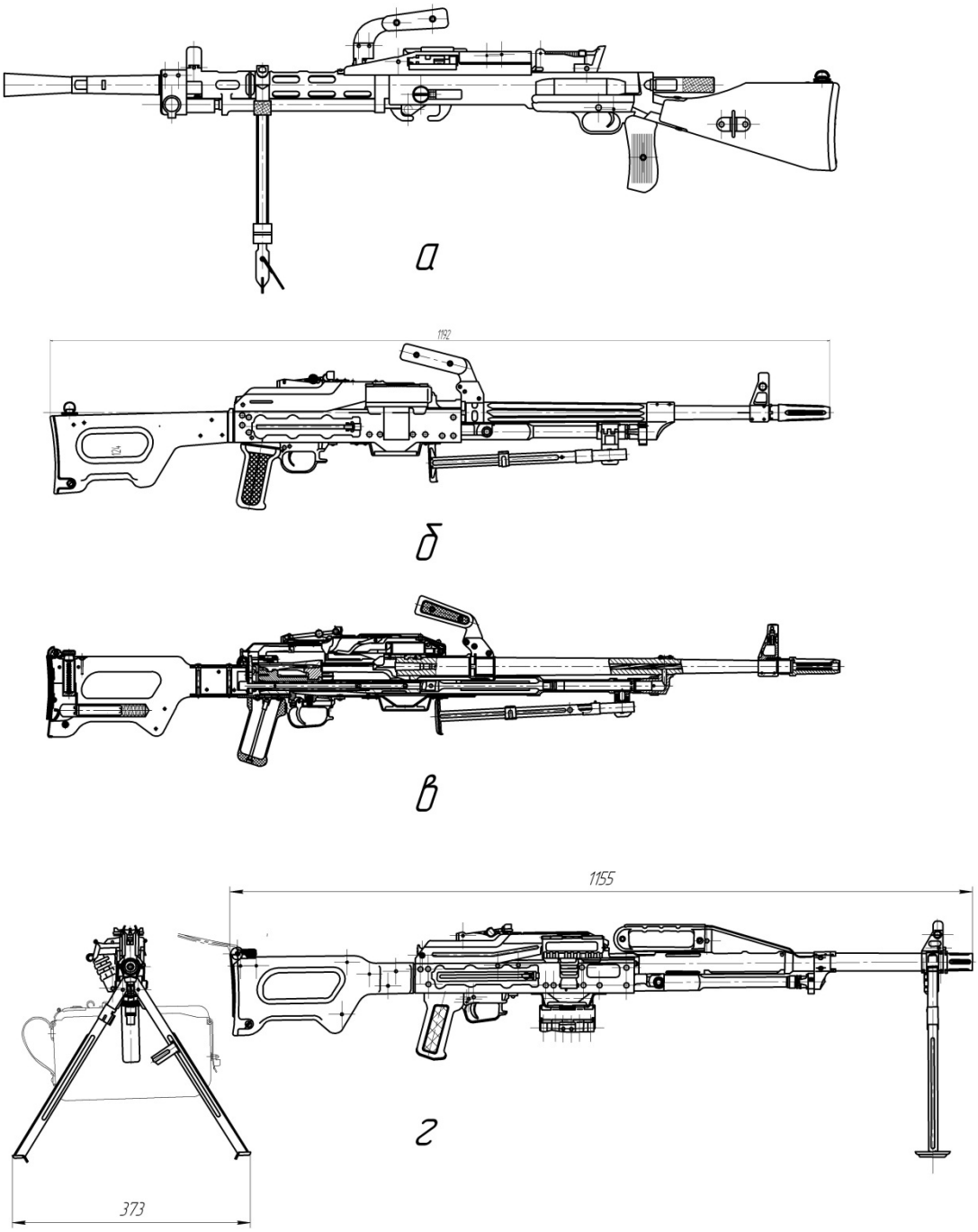


Рис. 36. Пулеметы ротного уровня:

а — 7,62-мм ротный пулемет образца 1946 г.; *б* — ПК (образца 1961 г.); *в* — ПКМ (образца 1967 г.); *г* — ПКП (образца 2000 г.)

Станковый пулемет — пулемет, используемый в качестве средства огневой поддержки батальона. Решение огневых задач в масштабах батальона стрелковым оружием невозможно без установки его на станок (кучность боя, маневренность огня). Станковые пулеметы (рис. 37) предназначены для стрельбы на дальности до 1000 м [25] очередями до 30 выстрелов и непрерывным огнем при практической скорострельности не менее 250 выстр./мин. Носимое оборудование должно позволять отстреливать 1000 выстрелов без порчи материальной части.

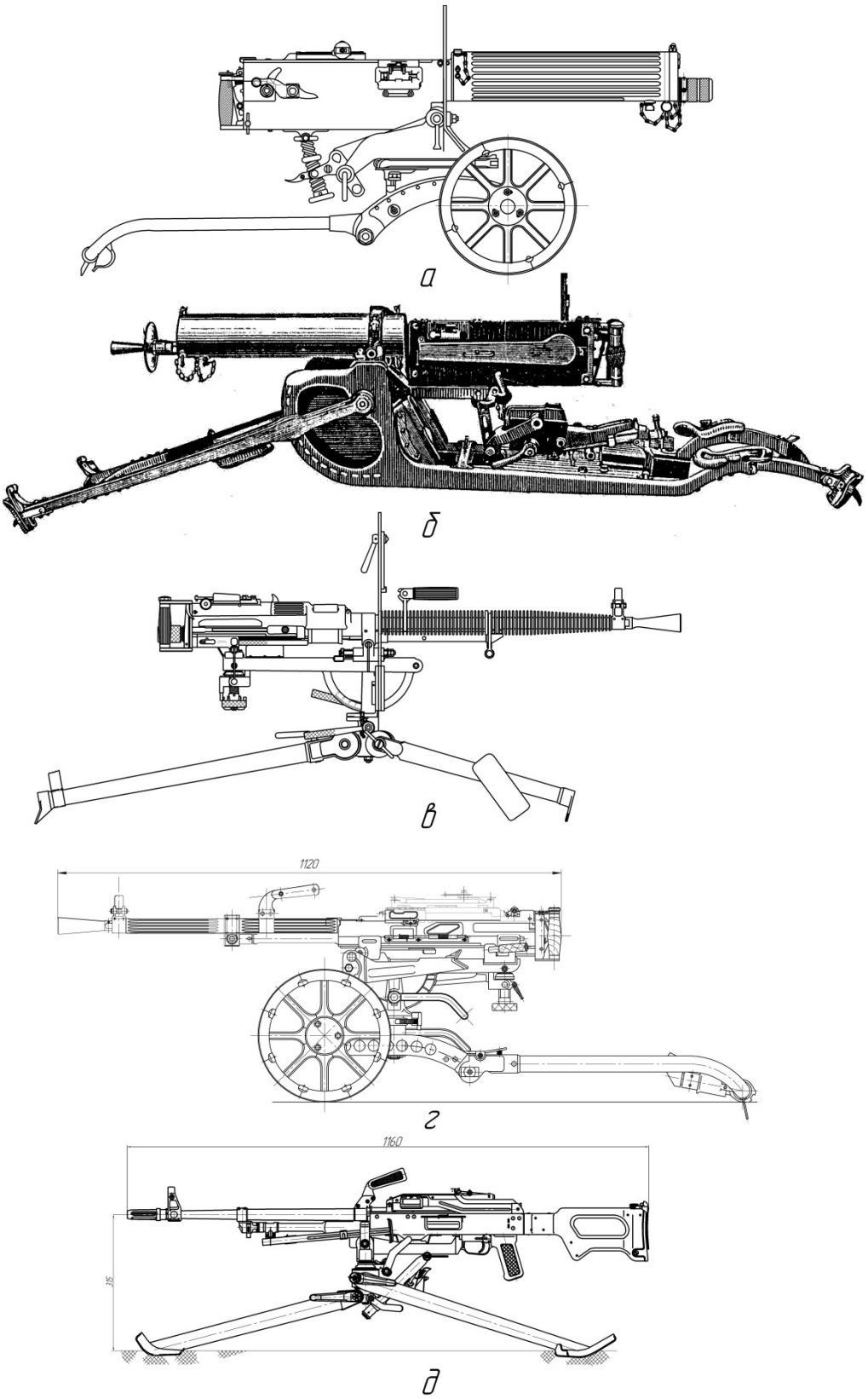


Рис. 37. Станковые пулеметы:
а — станковый пулемет образца 1910/30г. («Максим»); *б* — станковый пулемет MG.08 на салазочном станке; *в* — станковый пулемет образца 1939 г.; *г* — станковый пулемет СГМ на колесном станке послевоенной конструкции; *д* — пулемет ПКМС на станке Степанова

Крупнокалиберные пулеметы и автоматические пушки (рис. 38) являются оружием бронемашин и без бронемашин используются редко.

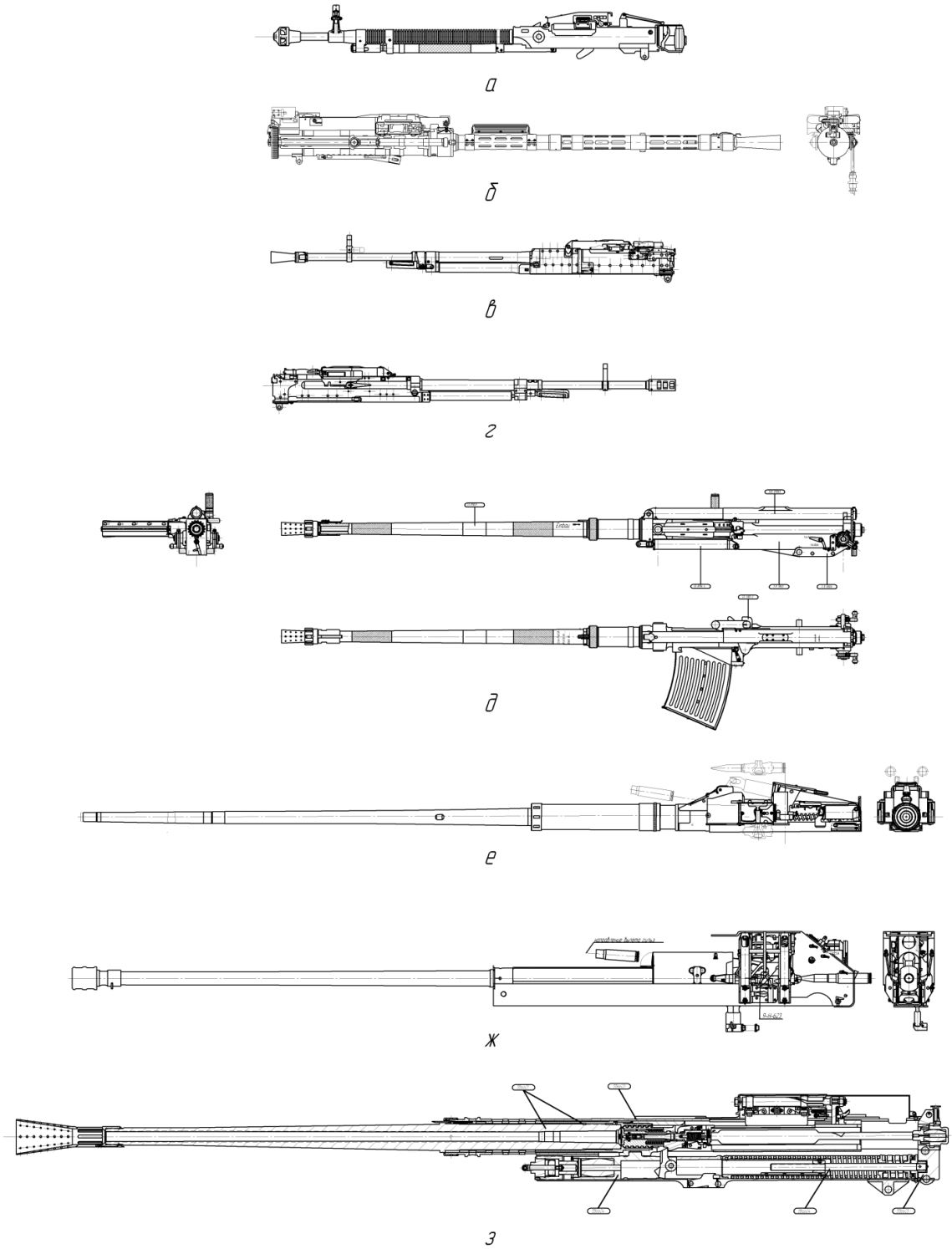


Рис. 38. Крупнокалиберное оружие и автоматические пушки мотострелковых войск:

а — 12,7-мм пулемет ДШКМ образца 1938/46 г.; *б* — 14,5-мм пулемет КПВТ (вооружение БТР); *в* — 12,7-мм пулемет НСВ; *г* — 12,7-мм пулемет КОРД; *д* — 20-мм зенитная автоматическая пушка Flak-30 (Германия); *е* — 30-мм автоматическая пушка 2А72 (вооружение БМП-3); *ж* — 30-мм автоматическая пушка 2А42 (вооружение БМП-2); *з* — 37-мм зенитная пушка Flak-18 (Германия)

Тяжелое носимое оружие пехоты (рис. 39) представлено противотанковыми гранатометами, ротной и батальонной артиллерией, противотанковыми ружьями, ранцевыми и реактивными огнеметами.

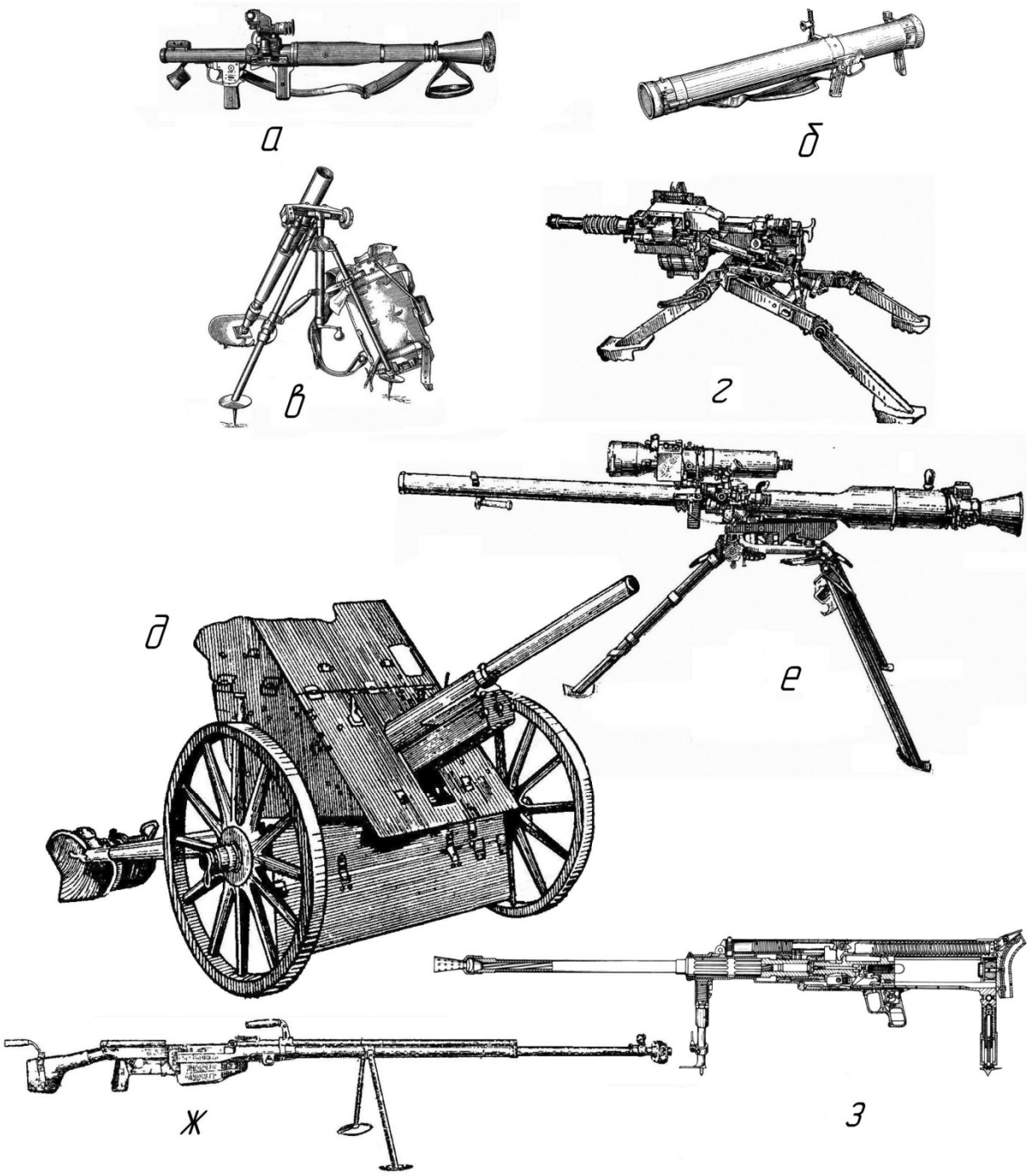


Рис. 39. Тяжелое вооружение пехоты:

а — 40-мм противотанковый гранатомет РПГ-7; *б* — реактивный пехотный огнемет РПО-А; *в* — 50-мм ротный миномет образца 1938 г.; *г* — 30-мм автоматический гранатомет АГС-17; *д* — 37-мм противотанковая пушка PAK-35/36 (Германия); *е* — 73-мм станковый гранатомет СПГ-9 (орудием 2А28 аналогичной баллистики вооружались БМП-1); *ж* — 14,5-мм противотанковое ружье ПТРС; *з* — 20-мм противотанковое ружье S1-1000 (Германия)

8. Оценка огневых возможностей подразделений

В начале XX в., когда математический аппарат теории вероятности и теории стрельбы был развит слабо, подразделения сравнивали по плотности огня.

Считалось, что баллистика и рассеивание выстрелов с обеих сторон одинаковы, и все пули остаются в полосе подразделения. Размеры и защищенность целей на поле боя тоже считались одинаковыми. Математическое ожидание пораженных с обеих сторон целей предполагалось пропорциональным выпущенному по ним числу пуль. Поскольку бой ведется сторонами одновременно, математическое ожидание за время боя пропорционально числу сделанных за это время выстрелов всем оружием подразделения.

Таким образом, в качестве критерия огневых возможностей подразделения было принято число пуль на погонный метр в минуту.

В соответствии с этой методикой сравнивались расчеты огневых способностей подразделений [16]. Результаты расчетов приведены в табл. 5–7.

Таблица 5

Мощь огня стрелкового взвода и стрелковой роты Красной армии в обороне (штат 04/750 декабря 1941 г.)

Зона действительного огня оружия взвода в обороне	Образцы оружия	Количество единиц оружия, шт.	Боевая скорострельность образцов, выстр./мин	Мощь огня подразделения, выстр./мин	Плотность огня на погонный метр в минуту при фронте обороны отделения 100 м, взвода — 250 м, роты — 500 м
		Отделение			
На расстоянии 250 м	ДП СВТ ППШ	1 9 1	80 25 70	80 225 70	3,75
		Взвод			
На расстоянии 400 м	ДП СВТ СВ	3 37 2	80 25 10	240 925 20	1185 : 250 = 5
	ИТОГО	**42**	**–**	**1185**	
На расстоянии 250 м	ДП СВТ ППШ СВ	3 37 3 2	80 25 70 10	240 925 210 20	1395 : 250 = 6
	ИТОГО	**45**	**–**	**1395**	
Момент броска противника в атаку	ДП СВТ ППШ СВ Ручная граната	3 27 3 2 90	80 25 70 10 90×100	240 675 210 20 9000	10145 : 250 = 40
	ИТОГО	**125**	**–**	**10145**	

Окончание табл. 5

Зона действительного огня оружия взвода в обороне	Образцы оружия	Количество единиц оружия, шт.	Боевая скорострельность образцов, выстр./мин	Мощь огня подразделения, выстр./мин	Плотность огня на погонный метр в минуту при фронте обороны отделения 100 м, взвода — 250 м, роты — 500 м
Рота (штат 04/750 декабря 1941 г.)					
На расстоянии 400 м	ДП СВТ СВ	9 113 7	80 25 10	720 2825 70	3615 : 500 = 7,2
	ИТОГО	**129**	**–**	**3615**	
На расстоянии 250 м	ДП СВТ ППШ СВ	9 113 9 7	80 25 70 10	720 2825 630 70	4245 : 500 = 8,5
	ИТОГО	**138**	**–**	**4245**	
Момент броска противника в атаку	ДП СВТ ППШ СВ Ручная граната	9 81 9 7 180	80 25 70 10 180×100 = 18000	720 2025 630 70 18000	21445 : 500 = 43
	ИТОГО	**286**	**–**	**21445**	

Примечания:

1. Ввиду глубины боевого порядка взвода для расчета можно допустить в момент броска в атаку участие только 2/3 винтовок.
2. В момент отражения атаки плотность огня взвода увеличивается за счет ручных гранат, которые дают около 100 убойных осколков.
3. На момент начала 1942 г. ротные минометы были исключены из состава рот [15].

Таблица 6

Мощь огня пехотного отделения, взвода и роты вермахта (штат K.St.N.131 от 01.02.1941 г.) на дистанции 100–250 м

Подразделение	Образцы оружия	Количество единиц оружия, шт.	Боевая скорострельность образца, выстр./мин	Мощь огня подразделения, выстр./мин	Плотность огня пуль на погонный метр в минуту при фронте обороны отделения 100 м, взвода — 250 м, роты — 500 м
Отделение	MG.34 98*k* MP.40	1 7 1	100 10 80	100 70 80	250 : 100 = 2,5
Взвод	MG.34 98*k* MP.40 50-мм миномет	4 33 5 1	100 10 80 20×90	400 330 400 1800	1130:250 = 11,72 (4,52 без миномета)

Окончание табл. 6

Подразделение	Образцы оружия	Количество единиц оружия, шт.	Боевая скорострельность образца, выстр./мин	Мощь огня подразделения, выстр./мин	Плотность огня пуль на погонный метр в минуту при фронте обороны отделения 100 м, взвода — 250 м, роты — 500 м
Рота	MG.34 98*k* (кроме обоза) MP.40 Pzb.39 50-мм миномет	12 115 12 3 3	100 10 80 10 20×90	1200 1150 960 30 5400	8740 : 500 = 17,5 (6,7 без минометов)

Из табл. 5 и 6 видно, что в начальный период войны пехота Красной армии обеспечивала несколько большую плотность огня даже без учета двух ротных «Максимов», изъятых из штатов в июле 1941 г. С их учетом плотность огня роты возросла бы еще на 1 пулю на погонный метр в минуту.

Таблица 7

Мощь огня пехотного отделения, взвода и роты Советской армии (штат 1946 г.) на дистанции 100–400 м

Подразделение	Образцы оружия	Количество единиц оружия в подразделении, шт.	Боевая скорострельность образца, выстр./мин	Мощь огня подразделения, выстр./мин	Плотность огня пуль на погонный метр в минуту при фронте обороны отделения 100 м; взвода — 250 м, роты — 500 м
Отделение	РПД АК-47 РПГ-2	1 7 1	150 100 3	150 700 3	850 : 100 = 8,53
Взвод	РПД АК-47 РПГ-2	3 22 3	150 100 3	450 2200 9	2659 : 250 = 10,6
Рота	РПД АК-47 РПГ-2 РП-46 СВ	9 77 9 3 1	150 100 3 250 10	1350 7700 27 750 10	9837 : 500 = 19,7

Существуют и более сложные аналитические модели оценки огневых возможностей подразделений [26].

По анализу табл. 5–7 можно сделать следующие выводы.

1. Плотность огня обеспечивает оружие стрелковой цепи.

2. Рота без оружия навесного огня может достигать высокой плотности за счет пулеметов. При этом вероятность попадания из пулемета несравнимо выше.

3. Метод оценки по плотности огня не учитывает вероятность попадания.

4. Оценка подразделения только через вероятность попадания и поражения тоже неправильна.

5. Для грубых оценок можно пользоваться средним поражающим потенциалом подразделения — произведением вероятности поражения на практическую скорострельность, рассчитанную на дистанциях боя.

6. Критерием оценки эффективности подразделения может стать относительный темп убыли сторон в ходе их сближения в бою. Он учитывает и плотность огня, и вероятность поражения, и стрельбу с разных дистанций, и неравенство сторон.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СТРЕЛЬБЫ

1. Критерии эффективности стрельбы и их выбор

Под эффективностью действия какой-либо системы понимают меру соответствия результатов работы системы поставленным задачам. Эффективность удобно выражать в процентах от объемов поставленной задачи.

Под эффективностью стрельбы понимается степень приспособленности конкретной стрельбы к достижению желаемого результата. В зависимости от желаемого результата выбирается и критерий эффективности стрельбы. В соответствии с [27] критерий эффективности действия оружия должен удовлетворять следующим требованиям:

– представительности, т. е. должен оценивать эффективность решения основной задачи, а не второстепенных, связанных с применением оружия;

– чувствительности к исследуемым параметрам;

– простоте математического аппарата;

– правильному учету случайности рассматриваемого процесса;

– сочетанию всех основных элементов исследуемой задачи.

Например, применительно к эффективности стрельбы представительным критерием является вероятность попадания, а непредставительным — характеристики рассеивания. Даже при худшей кучности можно иметь более высокую вероятность попадания, чем при хорошей кучности [28]. Непредставительным критерием в этой ситуации также считается расход боеприпасов на одно поражение.

Чувствительным критерием эффективности стрельбы является вероятность попадания, а нечувствительным, например, израсходованный ресурс оружия на одно попадание.

Если говорить об эффективности действия подразделений, то простым критерием будет плотность огня, выраженная в выстрелах, производимых на погонный метр фронта подразделения в минуту [16], более сложным — обобщенная эффективность стрельбы, еще более сложным — результаты моделирования боевых действий. Плотность огня может подсчитать школьник, расчет вероятности попадания — длительная работа человека с инженерным образованием, моделирование боевых действий — многолетний труд коллектива специалистов.

Почти все критерии эффективности стрельбы носят вероятностный характер [27, 29, 30].

Сочетание основных элементов исследуемой задачи можно показать на следующем примере. Если речь идет о попадании в фанерные щиты на полигоне, то вполне объединяющим критерием является вероятность попадания, учитывающая и кучность боя, и особенности рассеивания, и размеры цели, и дальность стрельбы. Но если говорить о стрельбе по живой силе и технике, необходимо пользоваться более объединяющим критерием — вероятностью поражения. Этот критерий учитывает убойное действие пуль по живой силе и пробивное действие при поражении забронeвого объема техники.

При оценке эффективности жизненного цикла оружия целесообразно пользоваться критерием качества — математическим выражением разнородных показателей [30, 31].

Для оценки эффективности действия оружия применяют критерии, перечисленные ниже.

1. *Вероятность попадания*. Критерий применим для таких видов вооружения, когда поражающая способность боеприпаса у цели много выше, чем защитные свойства цели (стрелковое оружие по живой силе, не защищенной средствами индивидуальной бронезащиты (СИБ), артиллерия, гранатометы по автомобилям, БМП, ядерные удары, полигонные стрельбы по мишеням).

2. *Вероятность поражения*. Используется при относительно слабой поражающей способности боеприпаса у цели (стрельбы зенитными управляемыми ракетами по самолету, стрелковое оружие в условиях применения СИБ, противотанковый бой).

3. *Соотношение эффективность — стоимость*. Используется при разработке ТТЗ на сложные комплексы и системы вооружений, основанные на ряде принципиально новых технических решений и иных физических принципах,

$$K = \frac{P}{C},$$

где P — вероятность выполнения задачи поражения; C — стоимость затрат на создание нового сложного военного комплекса и его эксплуатацию в течение мирного и военного времени.

Критерий применим при оценке целесообразности разработки сложных комплексов ПВО, систем автономного управления войсками, связи, создании новых моделей танков и самолетов. При этом эффективность может содержать вероятность уничтожения цели и победного исхода боя многочисленных группировок. В стоимость включают затраты на ведение боевых действий, возможные потери техники и личного состава.

4. *Стоимостной критерий*. Отношение ущерба, нанесенного противнику в ходе применения новой техники, к затратам на ее создание и применение при условии победного исхода. Критерий используют при планировании войсковых операций с учетом внедрения новой техники.

К наносимому ущербу относят потери личного состава, невосполнимые потери боевой техники, ремонт техники и сооружений.

В затраты входят стоимость ведения боевых действий, вероятная стоимость собственных потерь, а также стоимость жизненного цикла оружия.

Понятно, что стоимость, в том числе и человеческой жизни, исчисляется не в банальном денежном выражении, а в затратных показателях этногенеза, совокупно исчисляемых временем коллективных трудозатрат территориального образования.

5. *Качество* — мера соответствия изделия поставленным задачам. Применяется при затруднениях в обосновании достоверного критерия оценки. Например, оценка эргономичности, удобства, неприятных ощущений отдачи, звука в сочетании с вероятностью поражения, скорострельностью и т. п.

6. *Результаты моделирования боевых действий*. Используются редко из-за отсутствия теоретической базы и трудностей проверки достоверности модели. В основном применяют два вида моделей: вероятностно-аналитические (танково-противотанковый бой, малочисленные группировки, противовоздушный бой) и динамики средних (борьба многочисленных однородно вооруженных группировок, биологические задачи истребления-воспроизводства). Критерием может служить факт полного истребления или более представительные величины — темп гибели, отвоеванная глубина поля боя, материальные затраты на единицу отвоеванной площади.

2. Основные понятия теории вероятности

В теории вероятности рассматриваются дискретные и непрерывные случайные величины, обладающие характеристиками и свойствами, приведенными в [27, 32] (рис. 40).

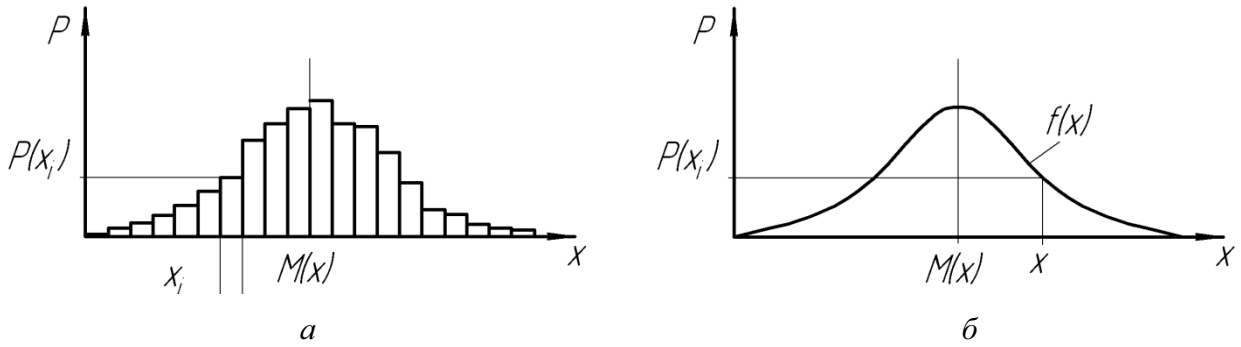


Рис. 40. Распределение плотности вероятности случайной величины:

а — дискретной; *б* — непрерывной

Характеристики положения случайной величины

1. Математическое ожидание $M(x)$ — указывает положение центра рассеивания случайной величины. Для дискретных случайных величин

$$M(x)=\frac{x_1P_1+x_2P_2+...+x_nP_n}{P_1+P_2+...+P_n}=\frac{\sum\limits_{i=1}x_iP_i}{\sum\limits_{i=1}P_i}=\sum_{i=1}x_iP_i,$$

где $P_i=P(x_i)$;

для непрерывных случайных величин

$$M(x)=\int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx;$$

где $f(x)$ — функция плотности вероятности; dp/dx — вероятность на единице интервала.

Математическое ожидание обладает следующими свойствами:

$$M(C)=C;\ M(XY)=M(X)M(Y);\ M(CX)=CM(X);\ M(X+Y)=M(X)+M(Y).$$

2. Мода случайной величины $Mo(x)$ — наиболее вероятное значение или значение наибольшей плотности вероятности.

3. Медиана случайной величины $Me(x)$ — такое возможное значение величины x, относительно которого равновероятно получение большего или меньшего значения случайной величины:

для дискретных случайных величин

$$P\left(\sum x_i P_i < Me\right)=P\left(\sum x_i P_i > Me\right);$$

для непрерывных случайных величин

$$P(x<Me)=P(x>Me)$$

Характеристики рассеивания случайной величины

1. Дисперсия $D(x)$ — математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины x_i от ее математического ожидания m_x:

для дискретных случайных величин

$$D(x)=\sum (x_i-m_x)^2\cdot P_i;$$

для непрерывных случайных величин

$$D(x)=M[(x-m_x)^2] \text{ или } D(x)=\int_{-\infty}^{\infty}(x-m_x)^2 f(x)dx.$$

Дисперсия обладает следующими свойствами:

$$D(CX)=C^2D(X),\ D(X)=M(X^2)-M^2(X).$$

2. Среднее квадратичное отклонение («стандарт» случайной величины) $\sigma(x)=\sqrt{D(x)}$.

3. Срединное отклонение $B(x)$ — такое возможное значение величины x, при котором половина отклонений больше $B(x)$, а половина — меньше $B(x)$. Срединные отклонения используют для вероятностных расчетов в артиллерийской практике:

для дискретных случайных величин

$$P(m_x - B_x < x < m_x + B_x) = P(|x - m_x| < B_x) = 0{,}5;$$

для непрерывных случайных величин

$$P(|x - m_x| < B_x) = \int_{m_x - B_x}^{m_x + B_x} f(x)dx = 0{,}5.$$

Распределения случайной величины

1. Биноминальное распределение. Рассмотрим случайную величину x — число появления события A при n независимых испытаниях, проводимых в одинаковых условиях. Вероятность появления события A в каждом испытании $P(A)=p=\text{const}$. Возможными значениями числа появлений события A при n испытаниях являются целые числа $m=(0,\ 1,\ 2,\ ...,\ n)$. Вероятности возможных значений появления случайной величины A определяют по зависимости

$$P(x=m)=C_n^m p^m (1-p)^{n-m};$$

$$M(x)=np;$$

$$D(x)=npq, \quad \text{где} \quad q=1-p;$$

$$\sigma(x)=\sqrt{npq}.$$

Биноминальное распределение характерно для процессов многократного повторения независимых событий.

2. Распределение Пуассона. В ряду целых положительных чисел 0, 1, 2, ..., m вероятность того, что случайная величина x примет значение m, рассчитывают по формуле

$$P(x=m)=\frac{\lambda^m}{m!}e^{-\lambda},$$

где $\lambda>0$ — параметр распределения Пуассона. При этом $m_x=D(x)=\lambda$.

Распределение Пуассона характерно для процессов теории массового обслуживания.

3. Равномерное распределение. Если величина x равномерно распределена на интервале ab, то плотность вероятности имеет вид

$$f(x)=\begin{cases}0 & \text{при} \quad x<a,\\ c & \text{при} \quad a\le x\le b,\\ 0 & \text{при} \quad x>b,\end{cases}$$

причем $(b-a)c=1$.

Вероятность попадания случайной величины x на интервал $\alpha\beta$ внутри интервала ab

$$P(\alpha\le x\le\beta)=\frac{\beta-\alpha}{b-a}$$

при $m_x=\dfrac{a+b}{2}$; $D(x)=\dfrac{(b-a)^2}{12}$.

Равномерное распределение возможно в технике и природе, когда процессы проходят с равномерной скоростью.

4. Нормальное распределение. Нормальный закон является самым распространенным законом распределения (рис. 41). Нормальный закон характерен для сложных процессов, являющихся результатом наложения множества других независимых, по-разному распределенных случайных факторов.

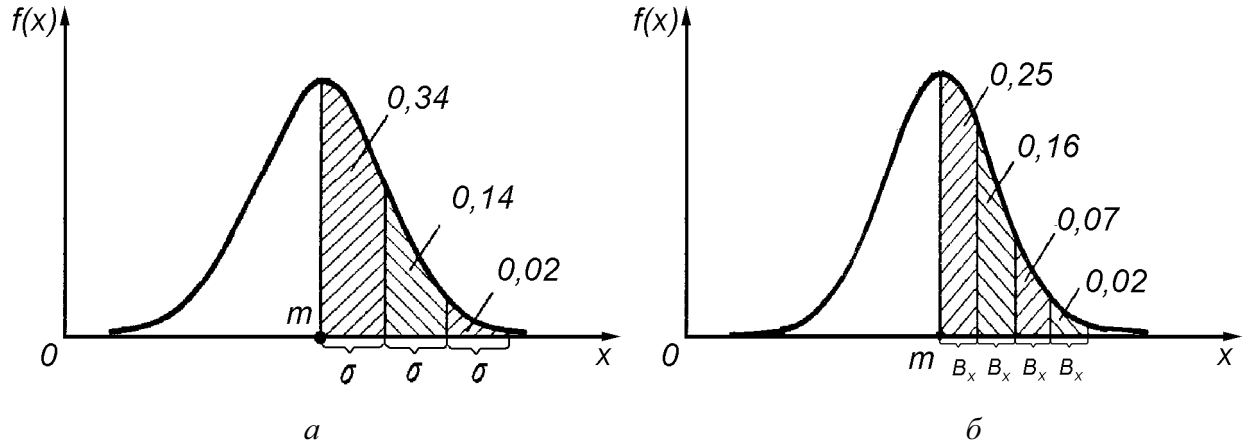


Рис. 41. Конфигурация нормального закона распределения:

а — в масштабе среднеквадратичных отклонений; *б* — в масштабе срединных отклонений

Сумма случайных величин, распределенных по нормальному закону, есть величина, распределенная по нормальному закону, но с другой дисперсией [32]. О сумме случайных величин, распределенных по другим законам, говорит теорема

Ляпунова [32]: пусть $X_1, X_2, ..., X_n$ — независимые случайные величины с математическими ожиданиями $m_1, m_2, ..., m_n$, дисперсиями $D_1, D_2, ..., D_n$ и третьими абсолютными центральными моментами $b_k = M\left[\left|\overset{0}{X}_k\right|^3\right]$ ($k = 1, 2, ..., n$); рассмотрим сумму этих величин $X = \sum_{k=1}^{n} X_k$. Теорема Ляпунова утверждает, что если выполнено условие $\lim_{n\to\infty} \frac{\sum_{k=1}^{n} b_k}{\sigma_x^3} = 0$, где $\sigma_x = \sqrt{\sum_{k=1}^{n} D_k}$ — среднее квадратичное отклонение величины X, то при $n \to \infty$ закон распределения величины X неограниченно приближается к нормальному; другими словами, для суммы бесконечного числа равномерно малых случайных величин, распределенных по различным законам распределения, предельным является нормальный закон распределения.

На практике бесконечного числа случайных величин для выполнения теоремы Ляпунова не требуется. Обычно при суммировании восьми-десяти случайных величин закон распределения становится достаточно близким к нормальному.

При этом оговаривается, что характеристики рассеивания случайных величин из суммы не должны отличаться одна от другой слишком резко.

Смысл условия $\lim_{n\to\infty} \frac{\sum_{k=1}^{n} b_k}{\sigma_x^3} = 0$ заключается в том, чтобы величины $X_1, X_2, ..., X_n$ с разными характеристиками рассеивания не отличались одна от другой слишком резко по влиянию на характер закона распределения суммы.

Из сказанного следует важный вывод, основополагающий для теории стрельбы и методов оценки эффективности стрельбы. Большинство событий в сфере теории стрельбы (рассеивание точек попадания пуль, снарядов, управляемых ракет) подчиняется нормальному закону распределения.

Плотность вероятности нормального закона распределения выражается формулой (см. рис. 41)

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m_x)^2}{2\sigma^2}},$$

где m_x, σ — математическое ожидание и дисперсия — параметры нормального закона распределения. Площадь под кривой равна единице. Для нормального закона $m_x = Mo(x) = Me(x)$, а наибольшая вероятность нормального закона

$$Mo(x) = f(m_x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-(m_x-m_x)^2}{2\sigma^2}} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}.$$

Для удобства артиллерийских вероятностных расчетов нормальный закон выражают через срединные отклонения:

$$f(x)=\frac{\rho}{B_x\sqrt{\pi}}e^{\frac{-\rho^2}{B_x^2}(x-m_x)^2},$$

где $B_x=\rho\sqrt{2}\sigma_x=0{,}6745\sigma_x$ ($\rho=0{,}4769$ — постоянная нормального закона).

При расчетах вероятностей необходимо интегрирование функции $f(x)$ с конечными или бесконечными пределами. Вероятность попадания случайной величины x на участок ab

$$P(a\le x\le b)=\int_a^b\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{\frac{-(x-m_x)^2}{2\sigma^2}}dx.$$

Введем новую переменную $t=\frac{x-m_x}{\sigma}$, тогда

$$P(a\le x\le b)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{\frac{a-m_x}{\sigma}}^{\frac{b-m_x}{\sigma}}e^{\frac{-t^2}{2}}dt.$$

Для вычисления интеграла используют численные методы либо специальную функцию — Лапласа [27]:

$$\Phi(y)=\frac{2}{\sqrt{2\pi}}\int_0^y e^{-\frac{t^2}{2}}dt.$$

Для расчета вероятности попадания по таблицам [27] используем

$$P(a\le x\le b)=\frac{1}{2}(\Phi(y_2)-\Phi(y_1)),$$

где $y_1=\frac{a-m_x}{\sigma}$; $y_2=\frac{b-m_x}{\sigma}$.

Функция Лапласа обладает двумя свойствами: во-первых, $\Phi(\infty)=1$, так как $\int_0^\infty e^{-t^2}dt=\frac{\sqrt{\pi}}{2}$; во вторых, свойство нечетности $\Phi(-y)=-\Phi(y)$.

Рассмотрим теперь случай, когда участок ab симметричен относительно центра рассеивания m_x, т. е. $b-m_x=|a-m_x|=\alpha$. Тогда

$$y_1=\frac{a-m_x}{\sigma};\ y_2=\frac{b-m_x}{\sigma};\ \ P(m_x-\alpha\le x\le m_x+\alpha)=\frac{1}{2}\left(\Phi\left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)-\Phi\left(\frac{-\alpha}{\sigma}\right)\right)=\Phi\left(\frac{\alpha}{\sigma}\right).$$

В исследовательских целях целесообразно использовать численное интегрирование или статистические методы расчета вероятностей.

3. Основы теории стрельбы

Определения параметров стрельбы

Выстрелом называют явление выбрасывания снаряда из канала ствола под действием раскаленных газов. Ниже приведены параметры выстрела.

Точка вылета — начало траектории *О* (положение центра масс снаряда в момент вылета из канала ствола) (рис. 42, 43).

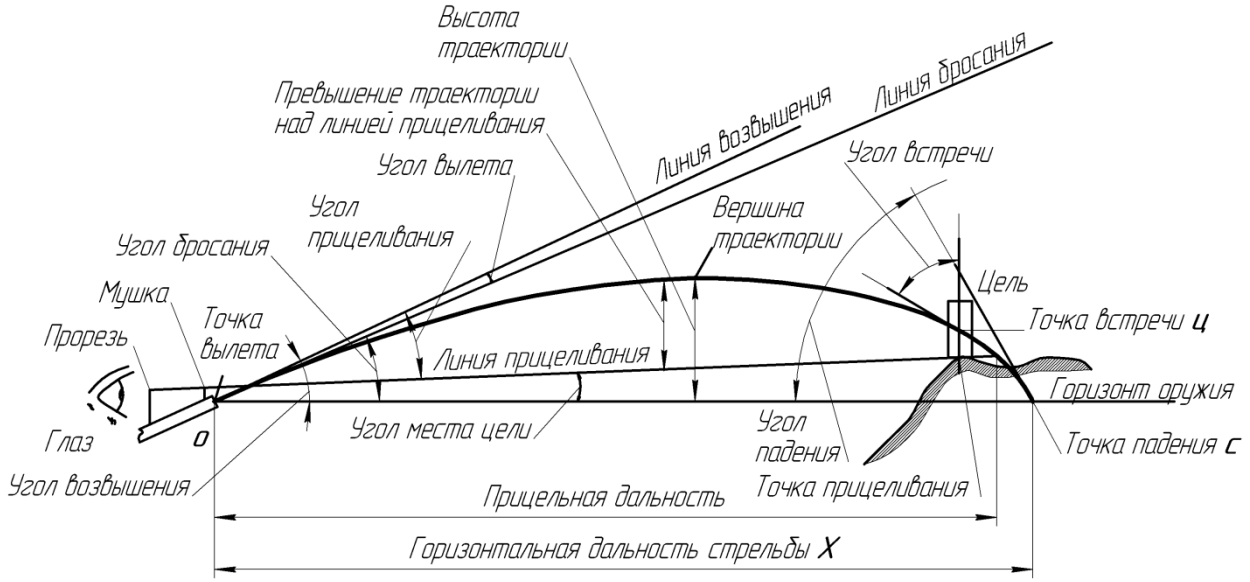


Рис. 42. Элементы траектории

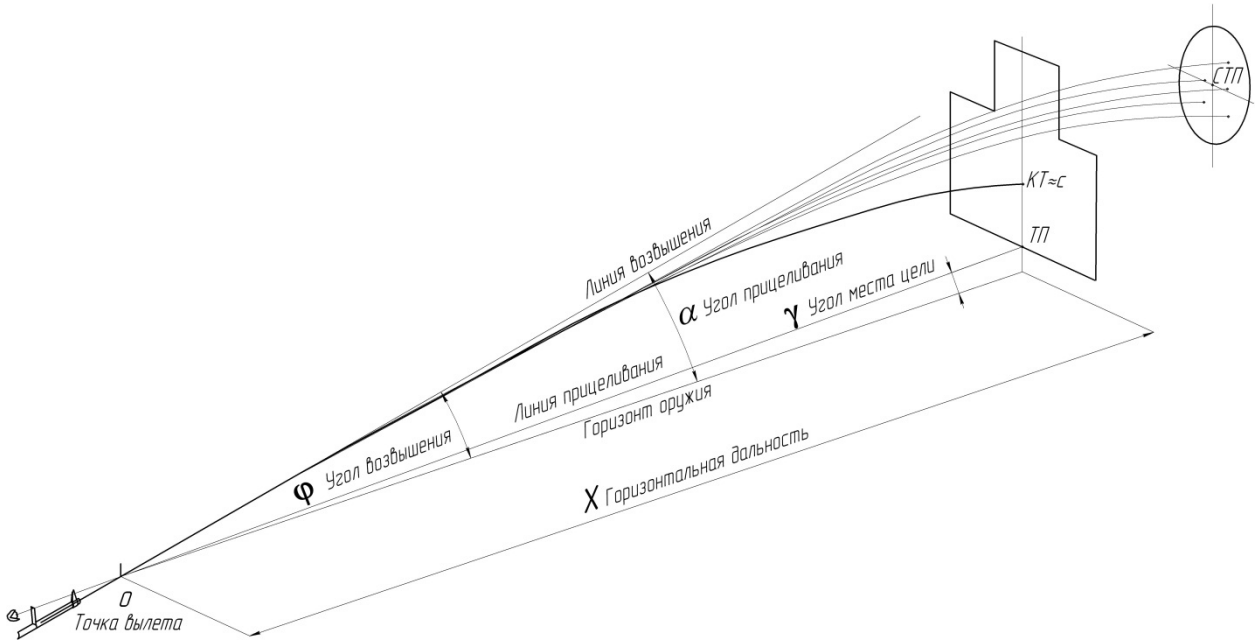


Рис. 43. Идеализированное представление траектории. Точка прицеливания, контрольная точка и средняя точка попадания

Траектория — кривая, которую описывает центр масс снаряда после вылета из канала ствола.

Горизонт оружия — горизонтальная плоскость, проходящая через точку вылета.

Линия возвышения — продолжение оси канала ствола наведенного оружия.

Горизонтальная дальность — расстояние между точками вылета и падения.

Плоскость стрельбы — вертикальная плоскость, проходящая через линию возвышения.

Угол возвышения φ — угол между линией возвышения и горизонтом оружия (угол бросания).

Угол места цели γ — угол между горизонтом оружия и линией прицеливания.

Точка падения c — точка пересечения траектории с горизонтом оружия.

Угол падения θ_c — угол между касательной траекторией в точке падения и горизонтом оружия.

Угол встречи ε — угол, образованный касательной к траектории и нормалью к цели.

Точка встречи ц — точка пересечения траектории с преградой.

Вершина траектории — точка траектории, наиболее удаленная от горизонта оружия.

Высота траектории — расстояние от вершины траектории до горизонта оружия.

Горизонтальная дальность стрельбы X — расстояние между точкой вылета и точкой падения.

Скорость пули у цели $v_{\text{ц}}$ — скорость пули в точке встречи, а v_c — скорость пули в точке падения. Как правило, точки *c* и ц принимают совпадающими, $v_c = v_{\text{ц}}$.

Текущую скорость пули в произвольной точке траектории обозначают v, горизонтальную дальность до этой точки — x.

Точка прицеливания ТП — точка, в которую наводят оружие.

Линия прицеливания — линия, проходящая через глаз стрелка, прицельное приспособление и точку прицеливания.

Угол прицеливания α — угол между линиями прицеливания и возвышения (при $\gamma = 0$, $\varphi = \alpha$).

Прицельная дальность — расстояние между точкой вылета и пересечением линии прицеливания с траекторией. В задачах оценки эффективности прицельная дальность принимается равной X.

Дальностью прямого выстрела (по цели определенной высоты) называется предельная прицельная дальность, на всем протяжении которой высота траектории не превышает высоты цели. Без конкретизации высоты цели (фигуры) понятие дальности прямого выстрела не имеет смысла.

Контрольная точка КТ — ожидаемая точка встречи снаряда с целью. С точки зрения траектории КТ $\approx c$.

Точка попадания — точка пересечения траектории с плоскостью цели.

Средней точкой попадания СТП называется центр рассеивания пуль в плоскости цели.

Очередью выстрелов называется последовательная стрельба из одного и того же оружия, производимая без участия человека.

Внешняя баллистика

В данной работе не представляется возможным качественно осветить данный раздел. Элементы траектории для стандартных боеприпасов будем принимать в соответствии с таблицами стрельбы [20, 33]. При расчетах траекторий следует пользоваться отраслевыми стандартами для патронов стрелкового оружия.

Характеристики целей

Большинство задач теории стрельбы имеет смысл только при наличии характеристики цели (размеры конфигурации, защищенность, физическая сущность).

Первичная задача оценок эффективности — расчет вероятности попадания — требует знания размеров и конфигурации цели в плоскостях, перпендикулярных плоскости стрельбы (рис. 44, табл. 8).

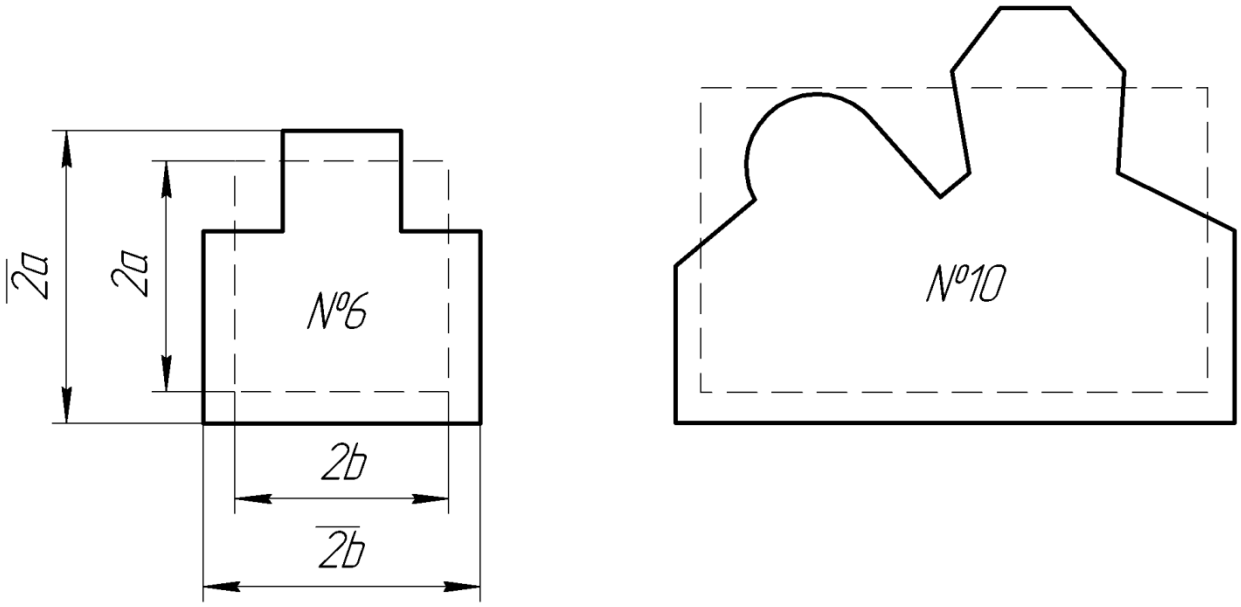


Рис. 44. Размеры фигур

Таблица 8

Размеры фигур стандартных мишеней

Наименование мишеней	$2\bar{a}$, м	$2\bar{b}$, м	Площадь цели, м^2	$2a$, м	$2b$, м
Головная фигура № 5	0,3	0,5	0,1	0,25	0,41
Грудная фигура № 6	0,5	0,5	0,2	0,45	0,45
Поясная фигура № 7	1	0,5	0,45	0,95	0,47
Бегущая фигура № 8	1,5	0,5	0,64	1,4	0,46
Пулемет ручной № 10	0,75	0,55	0,31	0,48	0,65
Пулемет единый № 10, *а*	1	0,75	0,56	0,65	0,86
БТР № 13, *а*	2	4	6,74	3,67	1,83

4. Классификация ошибок стрельбы

Ошибками стрельбы называют составляющие несовпадения средней точки попадания с контрольной точкой.

В целях создания математического аппарата вероятностных расчетов, ошибки стрельбы группируют по принципу их повторяемости для каждого выстрела. Для решения вероятностных задач теории стрельбы используют системы одной, двух, трех групп ошибок. Стрельба в системе одной группы ошибок — это достаточно редкий случай, характерный для технических систем (зенитные управляемые ракеты, противокорабельные ракеты).

Мерой воздействия на противника в пехотном бою считается очередь (и ее частный случай — одиночный выстрел). Целью вероятностных расчетов является вычисление вероятности попадания при стрельбе очередью, группой очередей, одним выстрелом.

При стрельбе очередями имеем достаточно сложный случай (рис. 45). Ошибки стрельбы подразделяются на три группы:

– ошибки, повторяющиеся для всех очередей и всех выстрелов;

– ошибки, повторяющиеся для выстрелов данной очереди;

– индивидуальные ошибки каждого выстрела (рис. 45).

К первой группе относят технические и метеорологические составляющие суммарной ошибки подготовки $\overline{E}_{\text{тмп}}$ (рис. 45, *а*). При стрельбе одной очередью к первой группе относят и ошибку наводки. При стрельбе несколькими очередями ошибка наводки меняется от очереди к очереди незначительно и может считаться ошибкой первой группы.

Вектор суммарной ошибки подготовки не меняет значения и направления для всех очередей. Наличие ошибок первой группы приводит к гарантированному систематическому несовпадению средней точки попадания очередей с контрольной. Например, стрелок случайно занизил мушку под гривку целика, на пулю воздействует боковой и попутный ветер, цель находится ниже стрелка, а прицел установлен на большую дальность. В результате средняя точка попадания всех очередей отклонилась от контрольной на 90 см вправо и 50 см вверх. Именно при этих средних значениях ошибок будут проводиться дальнейшие вероятностные расчеты.

Ко второй группе относят ошибки нестабильности, случайно повторяющиеся в каждой очереди $\overline{B}_{\text{СТП}}$. Причины их появления разнообразны, например, искривление стволов при прогреве стрельбой, различия в удержании оружия.

К третьей группе относят характеристики рассеивания (срединные отклонения) пуль в очереди $\overline{B}$.

В результате требуется вести расчеты в системе трех групп ошибок (см. рис. 45, *б*).

Для облегчения вычислений принимают допущение о постоянстве ошибок наводки и нестабильности боя. В силу симметричности геометрии вероятностных расчетов и однообразии значений ошибок это позволительно. Срединную ошибку технической и метеорологической подготовки $\overline{E}_{\text{тмп}}$ складывают с ошибками

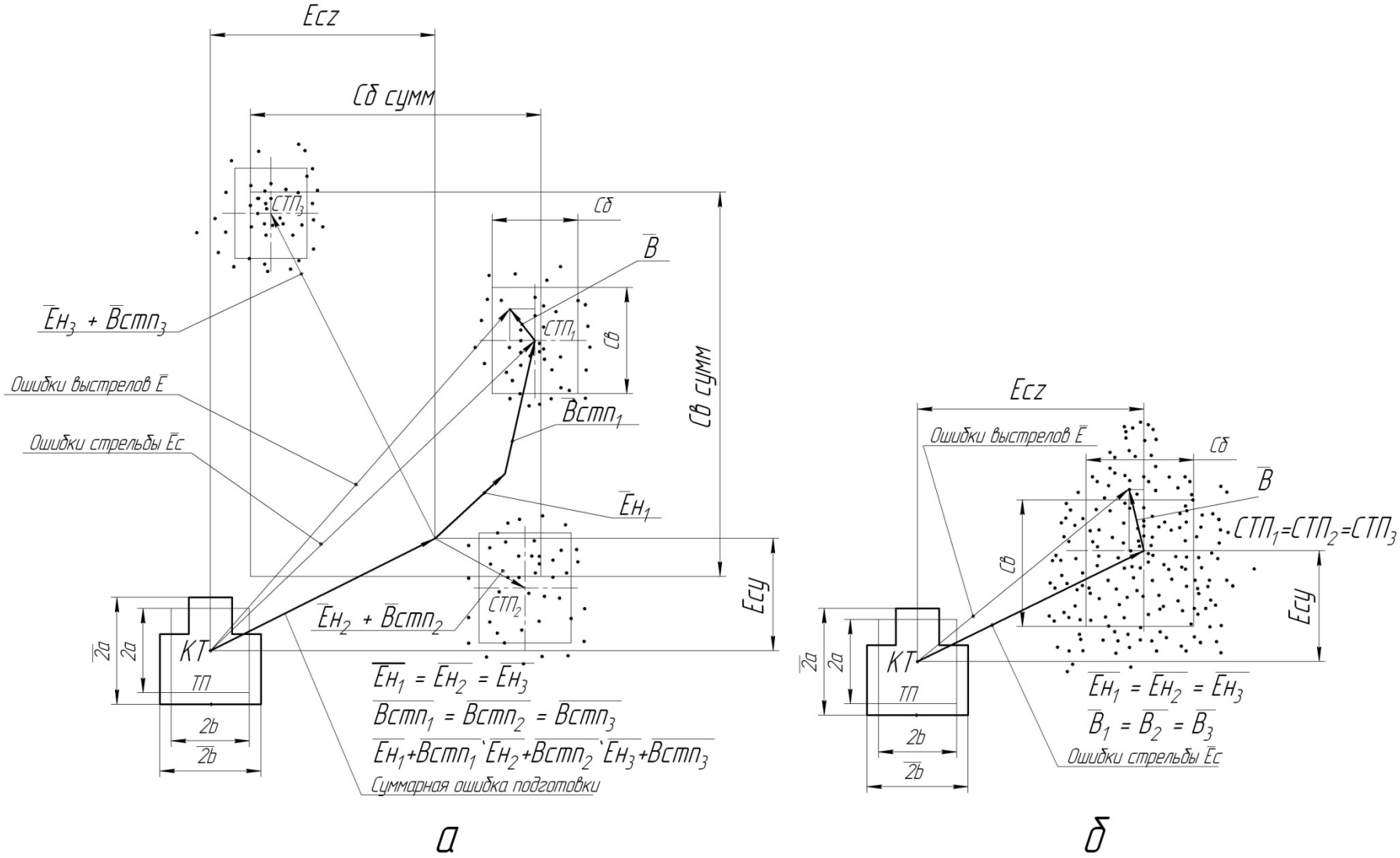


Рис. 45. Стрельба из пулемета:

а — физическая модель (три группы ошибок); *б* — упрощенное представление (две группы ошибок)

наводки $\overline{E}_{\text{н}}$ и нестабильности $\overline{B}_{\text{СТП}}$ векторным способом, получая суммарную срединную ошибку стрельбы

$$E_{\text{с}y} = \sqrt{E^2{}_{\text{тмп}y} + E^2_{\text{н}y} + B^2_{\text{вСТП}}}; \quad E_{\text{с}z} = \sqrt{E^2{}_{\text{тмп}z} + E^2_{\text{н}z} + B^2_{\text{бСТП}}},$$

где $E_{\text{тмп}y}$, $E_{\text{н}y}$, $B_{\text{вСТП}}$, $E_{\text{тмп}z}$, $E_{\text{н}z}$, $B_{\text{бСТП}}$ — вертикальные и горизонтальные составляющие ошибок технической и метеорологической подготовки, наводки, и нестабильности боя.

При таком допущении расчет вероятности попадания проводится в системе двух групп ошибок (рис. 45, *б*).

5. Анализ ошибок стрельбы

При допущении о постоянстве ошибок наводки и нестабильности боя от выстрела к выстрелу суммарные срединные ошибки стрельбы $E_{\text{с}y}$, $E_{\text{с}z}$ — это составляющие несовпадения средней точки попадания очередей с контрольной (рис. 45, *б*).

Суммарные срединные ошибки стрельбы $E_{\text{с}y}$, $E_{\text{с}z}$ в свою очередь вычисляют суммированием срединных ошибок попадания. Речь идет именно о срединных (средних или средневероятных) значениях, которые в дальнейшем будут использованы в вероятностных расчетах. Всего известно 18 типов ошибок попадания.

Для систематизации срединных ошибок попадания примем следующий способ индексации. Номера индексов 1—10 обозначают ошибки попадания по высоте, 11—20 ошибки попадания в боковом направлении. Поскольку ошибок попадания по высоте больше, при нумерации ошибок в боковом направлении существуют пропуски (номера 18 и 19). Для удобства работы буквенная часть индекса обозначает природу появления ошибки.

Теория стрельбы использует следующий набор ошибок попадания:

$E_{1\text{пр}y}$, $E_{11\text{пр}z}$ — ошибки попадания по высоте и в боковом направлении, вызванные неправильным приведением оружия к нормальному бою;

$E_{2\text{окр}y}$, $E_{2\text{дц}y}$ — ошибки попадания по высоте, вызванные неправильным определением дальности и неправильной установкой прицела;

E_{3wy}, E_{13wz} — ошибки попадания по высоте и в боковом направлении, вызванные неправильным учетом скорости ветра;

E_{4ty} — ошибка попадания по высоте, вызванная неправильным учетом температуры;

$E_{5\text{н}y}$, $E_{15\text{н}y}$ — ошибка попадания по высоте и в боковом направлении, вызванные неправильной наводкой оружия;

E_{6vy}, E_{16vz} — ошибки попадания по высоте и в боковом направлении, вызванные неправильным учетом скорости движения цели;

$E_{7\gamma y}$ — ошибка попадания по высоте вызванная неправильным учетом угла места цели;

E_{8hy} — ошибка попадания по высоте, вызванная неправильным учетом барометрического давления;

$E_{9\text{влу}}$ — ошибка попадания по высоте, вызванная неправильным учетом влажности воздуха;

$E_{14\text{кр}z}$ — ошибка попадания в боковом направлении, вызванная креном оружия;

$E_{17\text{дер}z}$ — ошибка попадания в боковом направлении, вызванная деривацией;

$B_{\text{вСТП}}$, $B_{\text{бСТП}}$ — ошибки попадания по высоте и в боковом направлении, вызванные нестабильностью боя оружия.

Исходные данные для расчета могут иметь любые размерности (м/с, °С, мм рт. ст., град, рад). Ошибки стрельбы обычно измеряются в метрах.

Ошибки попадания по высоте (1–10).

1. Вследствие ошибки приведения оружия к нормальному бою

$$E_{1\text{пр}y} = k_1 X/1000,$$

где k_1 — срединная ошибка приведения оружия к нормальному бою. При приведении оружия к нормальному бою четырьмя выстрелами [29] и последующей бережной эксплуатации k_1 принимают равной 0,3. При приведении через оптический прицел $k_1 = 0{,}1$.

2а. Вследствие дискретности прицела и округления его установки

$$E_{2\text{ок}y} = 0{,}25 l \text{tg}(|\theta_c|),$$

где l — половина цены деления прицела, м. Обычно $l = 50$ м.

2б. Вследствие ошибки определения дальности до цели

$$E_{2\text{д.ц}} = k_2 X \text{tg}(|\theta_c|),$$

где k_2 — ошибка определения дальности, доля дальности. При определении дальности глазомерным способом $k_2 = 0{,}08...0{,}1$ — для опытных стрелков, $k_2 = 0{,}15...0{,}16$ — для неопытных. В обороне, полигонных условиях, после замеров или по карте [27, 29] $k_2 = 0{,}04...0{,}05$, при использовании лазерного дальномера $k_2 \approx 0{,}002...0{,}02$.

3. Вследствие ошибки учета скорости продольного ветра

$$E_{3wy} = k_3 \Delta Y_w,$$

где ΔY_w — табличная поправка изменения высоты попадания при изменении скорости продольного ветра на 1 м/с, с; k_3 — техническая ошибка определения скорости ветра, м/с. Обычно $k_3 = 1{,}5$ м/с.

4. Вследствие ошибки учета температуры воздуха и заряда, рассчитывается методом Шерешевского [27]:

$$E_{4ty} = k_4 \Delta Y_t,$$

где k_4 — техническая ошибка определения температуры воздуха и заряда, °С; обычно k_4= 5 °С; ΔY_t — табличная поправка зависимости высоты попадания от изменения температуры на 1 °С, м/°С. ΔY_t устанавливается по таблицам стрельбы [20] или рассчитывается.

5. Вследствие неправильной наводки оружия на цель

$$E_{5\text{ну}} = k_5 X/1000,$$

где k_5 — ошибка наводки в угловом исчислении, k_5= 0,5 в полигонных условиях, k_5=2…4 в боевой обстановке.

6. Вследствие движения цели в продольном направлении (на стрелка)

$$E_{6vy} = T\left(\sqrt{k_6^2 \cos^2\varphi + k_{16}^2 v_{\text{ц}}^2 \sin^2\varphi}\right)\text{tg}(|\theta_c|),$$

где T — полетное время, находят по таблицам стрельбы [20]; k_6 — ошибка определения скорости цели, доля скорости, обычно $k_6 = (0{,}1...0{,}2)v_{\text{ц}}$; φ — курсовой угол цели (острый угол между вектором скорости цели и плоскостью стрельбы); k_{16} — ошибка определения курсового угла (рад) k_{16}= 0,1.

7. Вследствие неправильного учета угла места цели; для ее расчета формул не найдено. Известна формула Лендера [34], позволяющая грубо определить поправку прицела на угол места цели, поэтому проводится численное интегрирование исследуемой траектории с теми же исходными баллистическими характеристиками (масса пули, начальная скорость, баллистический коэффициент, угол бросания) q, v_0, C, θ_0 на ту же дальность X, но в обращенной системе координат с учетом угла места γ. Система уравнений построена на основе материалов [35]. Наклон горизонта учитывается за счет слагаемого $g\sin(\gamma)$ и множителя $\cos(\gamma)$:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -CH(y)F(v)\cos(\theta) \pm g\sin(\gamma);$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -CH(y)F(v)\sin(\theta) - g\cos(\gamma);$$

$$E_{7\gamma y} = \frac{|\Delta y^+| + |\Delta y^-|}{2},$$

где Δy^{+} и Δy^{-} — высота попадания в цель относительно контрольной точки для вариантов расчета $\pm g\sin(\gamma)$.

8. Вследствие погрешности определения барометрического давления

$$E_{8hy} = k_8 \Delta Y_h,$$

где k_8 — техническая ошибка измерения барометрического давления, обычно $k_8 = 5$ мм рт. ст.; если во время боя давление не учитывают, то $k_8 = 10...15$ мм рт. ст.; ΔY_h — единичная поправка высоты попадания при изменении барометрического давления на 1 мм рт. ст., м/мм рт.ст.

9. Вследствие ошибки учета влажности воздуха, вычисляется, как обусловленная ошибкой учета температуры [34].

Сухому воздуху (нулевая влажность) соответствует виртуальная температура 288 К; 50 % влажности — температура 288,9 К, 100 % — температура 289,8 К. Тогда

$$E_{9\text{влу}} = k_{3vir} \Delta Y_t,$$

где $k_{3vir} = k_9 \dfrac{289{,}8 - 288}{100}$, здесь k_9 — средняя ошибка учета влажности, %. Обычно в пехотном бою влажность не учитывают. Приняв распределение влажности от 0…100 % нормальным, с математическим ожиданием 50 %, получим срединную ошибку k_9 = 12,5 %, что соответствует k_{3vir} = 0,225 К виртуальной температуры.

10. Вследствие нестабильности боя оружия.

Значение $B_{\text{вСТП}}$ определяется по таблицам стрельбы [20].

Ошибки попадания в боковом направлении (11–20).

11. Вследствие ошибки приведения оружия к нормальному бою

$$E_{11\text{пр}z} = k_1 X/1000.$$

13. Вследствие ошибки учета скорости поперечного ветра

$$E_{13wz} = k_3 \Delta Z_w,$$

где ΔZ_w — табличная поправка смещения точки попадания в боковом направлении при действии поперечного ветра скоростью 1м/с, с.

14. Вследствие неучтенного крена оружия:

$$E_{14\text{кр}z} = X \operatorname{tg}\theta_0 \sin(k_{14}),$$

где k_{14} — угол крена оружия, $k_{14} = 1...2^{\circ}$; θ_0 — угол бросания.

15. Вследствие неправильной наводки оружия на цель

$$E_{15ну} = k_5 X/1000.$$

16. Вследствие флангового движения цели

$$E_{16vz} = T\sqrt{k_6^2 \sin^2 \varphi + k_{16}^2 v_ц^2 \cos^2 \varphi}.$$

17. Вследствие деривации пули нарезного оружия

$$E_{17дерz} = 1155 \frac{Aa(v_0)}{gqd^{0,8}\eta l} T^2,$$

где A — момент инерции пули вокруг продольной оси кг·м^2; q — масса пули, кг; η — длина хода нарезов в калибрах; d — калибр, м; l — длина пули, м; g — ускорение свободного падения, м/с^2; $a(v_0)$ — функция устойчивости, вычисляемая по табл. 9. Для легкой пули образца 1908 г. $A = 7{,}36 \cdot 10^{-8}$ кг·м^2. При подстановке в старой системе A подставляется в кг·м·с^2, а g из знаменателя убирается (для легкой пули образца 1908 г. $A = 7{,}5 \cdot 10^{-9}$ кг·м·с^2). На дистанциях до 500 м ошибка деривации составляет 2…3 см, на дистанции 1000 м — 30…40 см и может быть исправлена конструкцией прицела.

Таблица 9

Функция устойчивости $a(v_0)$

v_0, м/с	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100
$a(v_0)$	1,15	1,14	1	1,14	1,27	1,41	1,54	1,65	1,75	1,82

20. Вследствие нестабильности боя оружия.

Значение $B_{бСТП}$ определяется по таблицам стрельбы [20].

Примечания:

1. Как отмечалось выше, единичные поправки ΔY_t, ΔY_w, ΔZ_w ΔY_h для известной баллистики могут быть выбраны из таблиц стрельбы. Кроме того, единичные поправки могут быть рассчитаны по формулам:

$\Delta Y_t = X(0{,}0035 - 0{,}0006 f_{v_0})\mathrm{tg}(|\theta_c|)$ (метод Шерешевского). Если температура патронов отличается от температуры воздуха, то ошибка может быть рассчитана методом Слухоцкого [35]:

$$\Delta Y_{t\text{сл}} = \frac{X}{289}\left[\left(1-\frac{1}{2}f_{v_0}\right)k_{4t} + f_{v_0}G_\tau k_{4\omega}\right]\text{tg}\left(|\theta_c|\right),$$

где k_{4t}, $k_{4\omega}$ — ошибки в определении температуры воздуха и заряда; G_τ — температурный градиент начальной скорости, $G_\tau = \frac{\Delta v_0}{v_0}\frac{\tau_{0N}}{1}$ (G_τ вычисляется по поправочным формулам внутренней баллистики). Для винтовочного патрона с тяжелой пулей $G_\tau = \frac{1}{800}\frac{289}{1} = 0{,}325$. Это значение приемлемо и для других баллистических решений. Ошибка $k_{4\omega}$ может быть равна нулю, если патроны сохраняются при температуре около $+15\,°\text{C}$ (например, в САУ или внутренних карманах обмундирования), в остальных случаях $k_{4\omega} \le k_4$; $k_{4t} = k_4$;

$$\Delta Y_w = \left(T - \frac{X}{v_0}f_{v_0}\cos\theta_0 + \frac{X\cos 2\theta_0}{\cos^2\theta_0\,\text{tg}(|\theta_c|)}\frac{\sin\theta_c}{v_0}\right)\text{tg}(|\theta_c|);$$

$$\Delta Z_w = T - \frac{X}{v_0\cos\theta_0};$$

$$\Delta Y_h = \left(1 - \frac{\text{tg}\theta_0}{\text{tg}(|\theta_c|)}\right)\frac{X}{750}\text{tg}(|\theta_c|).$$

Здесь v_0 — начальная скорость пули; f_{v_0} — вспомогательная функция Сиаччи, $f_{v_0} = \frac{\partial X}{\partial v_0}\frac{v_0}{X}$, может быть найдена по таблицам [36] либо продифференцирована численно. Поправки на изменение каких-либо условий стрельбы рассчитывают по тем же формулам, что и ошибки, но с учетом направления действующего фактора.

2. Ошибки нестабильности $B_{\text{вСТП}}$ и $B_{\text{бСТП}}$ (рассеяние средних точек попадания) являются следствием переменных за время очереди возмущающих факторов (прогрев и искривление ствола, разнобой сил реакции стрелка, изменение сил упругости и трения, нестабильность работы механизма автоматики). При исключении всех возмущающих факторов нестабильность боя все равно присутствует. В этом случае она представляется как рассеивание выборочных средних при выборке малых групп из достаточно большой генеральной совокупности [27]. Тогда $B_{\text{вСТП}} = B_{\text{в}}/\sqrt{s}$, $B_{\text{бСТП}} = B_{\text{б}}/\sqrt{s}$, где s — число выстрелов в очереди, а $B_{\text{в}}$ и $B_{\text{б}}$ — характеристики рассеивания [27]. При стрельбе из устойчивых положений (лежа с упора, с сошки, со станка) [20], значения $B_{\text{вСТП}}$ и $B_{\text{бСТП}}$ составляют для пистолета-пулемета 0,2…0,3 т.д. (тысячная дистанции), для автомата лучшими стрелками 0,5…0,8 т.д., средними — 1,5…2 т.д. Для пулемета с сошки лучшими стрелками — 0,5…0,7 т.д.; средними — 1…1,2 т.д. Для пулемета со станка — 0,2…0,3 т.д. В случае прогрева пулеметных стволов большим числом выстрелов ошибки нестабильности $B_{\text{вСТП}}, B_{\text{бСТП}}$ не превышают каждая 1 т.д. (для пулеметов СГМ и РП-46 после 500 выстре-

лов и для пулемета ПКП после 400 выстрелов); 2 т.д. (для пулемета ПКМ после 400 выстрелов).

3. При применении на оружии оптического прицела с простейшей дальномерной шкалой ошибки определения дальности k_2 и наводки k_5 уменьшаются в 2 раза по сравнению с глазомерными.

При стрельбе подготовленным снайпером через оптический прицел ошибки k_2, k_3, k_4, k_5 уменьшаются в 3 раза по сравнению с глазомерными и техническими, приведенными выше.

4. Составляющие суммарной срединной ошибки по дальности вычисляют по следующей обобщенной формуле: $E_{ix} = \dfrac{E_{iy}}{\mathrm{tg}(|\theta_c|)}$.

5. При проведении расчетов могут быть полезны формулы для расчета поправок высоты попадания.

Поправка высоты попадания вследствие изменения начальной скорости снаряда.

$$\Delta Y_{v_0} = X f_{v_0} \frac{\delta v_0}{v_0} \mathrm{tg}(|\theta_c|),$$

где v_0 — начальная скорость снаряда, м/с; δv_0 — изменение начальной скорости снаряда, м/с.

Поправка высоты попадания вследствие изменения баллистического коэффициента.

$$\Delta Y_C = X \left(\frac{\mathrm{tg}\theta_0}{\mathrm{tg}|\theta_c|} - 1 \right) \frac{\delta C}{C} \mathrm{tg}(|\theta_c|),$$

где C — баллистический коэффициент м^2/кг; δC — изменение баллистического коэффициента, м^2/кг.

Поправка высоты попадания вследствие изменения массы снаряда.

$$\Delta Y_q = X \left(1 - \frac{\mathrm{tg}\theta_0}{\mathrm{tg}|\theta_c|} \right) \frac{\delta q}{q} \mathrm{tg}(|\theta_c|),$$

где q — масса снаряда, кг; δq — значение изменения массы снаряда, кг.

При этом считается, что масса снаряда и начальная скорость влияют на высоту попадания независимо друг от друга. Взаимное влияние начальной скорости и массы снаряда известно из внутренней баллистики [35]: $\dfrac{\delta v_0}{v_0} = -0,4 \dfrac{\delta q}{q}$.

В соответствии с принятой системой двух групп ошибок суммарные срединные ошибки стрельбы по высоте, в боковом направлении и по дальности вычисляют по формулам

$$E_{\text{с}y} = \sqrt{E_{1\text{пр}y}^2 + E_{2\text{ок}y}^2 + E_{2\text{д}y}^2 + E_{3wy}^2 + E_{4ty}^2 + E_{5\text{н}y}^2 + E_{6vy}^2 + E_{7\gamma y}^2 + E_{8hy}^2 + E_{9\text{вл}y}^2 + B_{\text{вСТП}}^2};$$

$$E_{\text{с}y} = \sqrt{E_{11\text{пр}z}^2 + E_{13wz}^2 + E_{14\text{кр}z}^2 + E_{15\text{н}z}^2 + E_{16vz}^2 + E_{17\text{дер}z}^2 + B_{\text{бСТП}}^2};$$

$$E_{\text{с}x} = \frac{E_{\text{с}y}}{\text{tg}\left(\left|\theta_c\right|\right)}.$$

Суммарные срединные ошибки выстрелов рассчитывают по формулам

$$E_y = \sqrt{E_{\text{с}y}^2 + B_{\text{в}}^2}; \quad E_z = \sqrt{E_{\text{с}z}^2 + B_{\text{б}}^2}.$$

В ряде случаев ошибку нестабильности можно относить к рассеиванию

$$E_y = \sqrt{E_{\text{с}y}^2 + B_{\text{в}}^2 + B_{\text{вСТП}}^2}, \quad E_z = \sqrt{E_{\text{с}z}^2 + B_{\text{б}}^2 + B_{\text{бСТП}}^2}.$$

В этих случаях суммарные ошибки $E_{\text{с}y}$ и $E_{\text{с}z}$ не включают ошибки нестабильности.

Обычно между выстрелами в очереди существует некоторая корреляционная зависимость: по координатам точки попадания одного выстрела можно судить о возможном расположении остальных.

Коэффициент корреляции показывает долю групповой ошибки в суммарной ошибке:

$$r_y = \left(\frac{E_{\text{с}y}}{E_y}\right)^2 = \left(\frac{E_{\text{с}y}}{\sqrt{E_{\text{с}y}^2 + B_{\text{в}}^2}}\right)^2; \quad r_z = \left(\frac{E_{\text{с}z}}{E_z}\right)^2 = \left(\frac{E_{\text{с}z}}{\sqrt{E_{\text{с}z}^2 + B_{\text{б}}^2}}\right)^2; \quad r = \sqrt{\frac{r_y^2 + r_z^2}{2}}.$$

При хорошей корреляции (рис. 46, *а*) между выстрелами одной очереди ($r = 0{,}8...1$) выстрелы считают корреляционно зависимыми. При плохой корреляции (рис. 46, *б*) выстрелы считают корреляционно независимыми ($r = 0...0{,}15$). Вероятность попадания очередью корреляционно независимых выстрелов может быть рассчитана по формуле сложения вероятностей:

$$p_n = 1 - (1 - p_1)^n,$$

где p_1 — вероятность попадания одним выстрелом; n — число выстрелов.

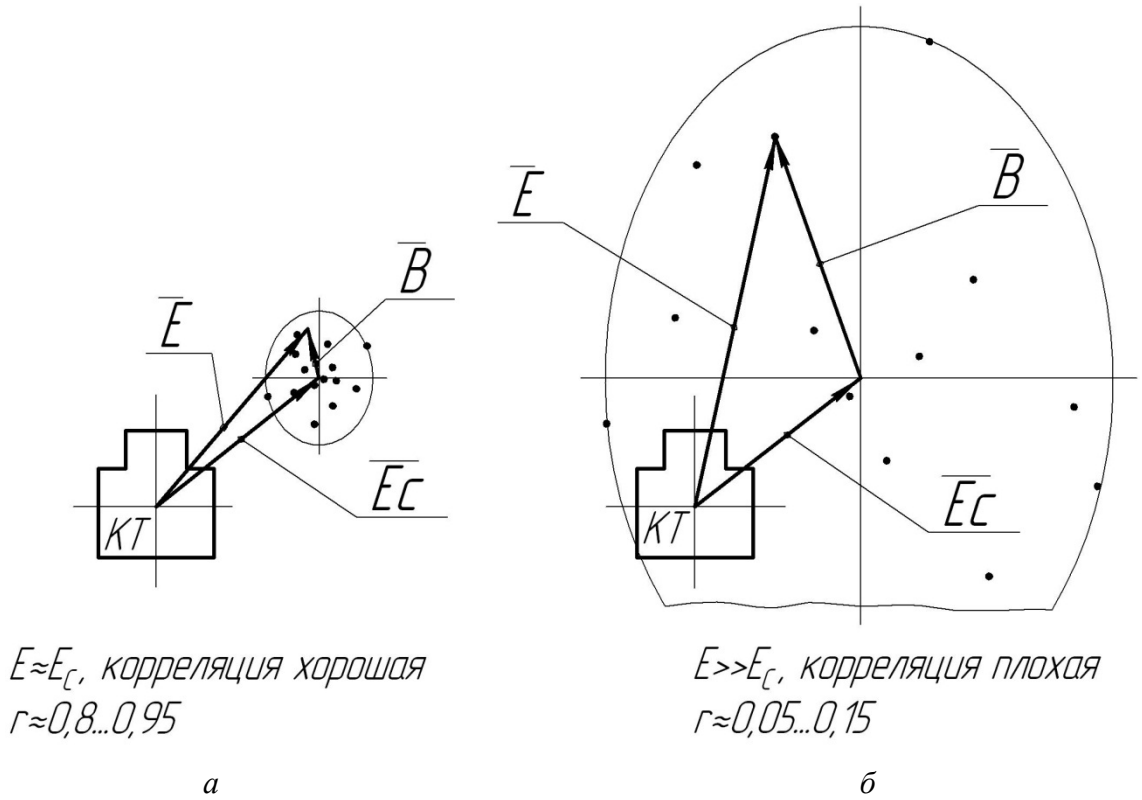
С точки зрения природы явления суммарная срединная ошибка стрельбы является следствием трех групп причин.

1. Ошибки технического рода: инструментальная ошибка приведения к нормальному бою k_1, дискретность прицела, инструментальные ошибки (при-

борные) в определении климатических и ландшафтных факторов (коэффициентов k_2, k_3, k_4, k_8, k_9).

2. Ошибки, вносимые баллистикой оружия. Все составляющие ошибок стрельбы кроме ошибок приведения к нормальному бою, наводки и нестабильности зависят от полетного времени, углов бросания и падения, начальной скорости пули (T, θ_0, θ_c, v_0).

3. Ошибки, вызванные участием в стрельбе человека: ошибка наводки, глазомерные ошибки в определении климатических и ландшафтных условий (коэффициентов k_2, k_3, k_4, k_8, k_9) угла места цели, ошибка крена оружия.



а *б*

Рис. 46. Коэффициент корреляции:

а — хорошая корреляция; *б* — плохая корреляция

Если при выполнении оценок оружия зафиксировать факторы квалификации стрелка и времени суток и не рассматривать баллистику, то ошибки стрельбы принципиально зависят от двух интегральных условий — назначения оружия (ручной пулемет, автомат, пушка БМП, снайперская винтовка, станковый пулемет) и условий стрельбы (полигонные стрельбы, реальный бой, наступление, оборона).

Типовые исходные данные для различных случаев расчета ошибок стрельбы приведены в табл. 10.

Произведем теперь расчет ошибок стрельбы для нескольких вариантов баллистических решений от 7,62-мм пистолетного патрона до 30-мм выстрела пушки 2А42. Варианты баллистических решений приведены в табл. 10, 11. Результаты представлены на рис. 47–49 и в табл. 12–14.

Таблица 10

Типовые исходные данные для расчета ошибок стрельбы

Ошибки подготовки	k_1	l, м	k_2	k_3, м/с	k_4, °С	k_5	k_6	k_{16}, град	k_7, град	k_8 мм рт. ст.	k_9, %	k_{14}, град
№1. Автомат (ручной пулемет) **полигонная стрельба**, оборона, лежа с упора (с сошки)												
Значение	0,3	50	0,05	1,5	5	0,5	0,2	6	1	5	12,5	1 (0,5)
№2. Автомат, (ручной пулемет) **боевая обстановка**, оборона, лежа с упора (с сошки)												
Значение	1	50	0,16	2	7	4,0 (2,5)	0,5	12	1	10	12,5	2 (1)
№3. Ротный, станковый пулемет полигонная, боевая стрельба, оборона, лежа с сошки, стоя из окопа, со станка (с оптическим прицелом и дальномером)												
Значение	0,3 (0,1)	25 (25)	0,05 (0,025)	1,5	5	0,5 (0,25)	0,2	6	1	5	12,5	0,5
№4. Снайперская винтовка (**СВ**) полигонная, боевая стрельба, оборона, лежа с упора, с оптическим прицелом и дальномером (специально подготовленным снайпером)												
Значение	0,1 (0,1)	25 (25)	0,025 (0,017)	1,5 (0,5)	5 (1,7)	0,25 (0,17)	0,2 (0,1)	6	1 0,5	5 (1,7)	12,5	0,5
№5. Перспективный образец. Снайперская винтовка с баллистическим вычислителем, измерительным комплексом погоды, лазерным дальномером и автоматическим уровнем – угломером												
Значение	0,1	1	0,001	0,5	1	0,16	0,1	6	0,1	1	12,5	0,25
№6. Пушка БМП. Автоматическая пушка, размещенная в объекте бронетехники с оптическим прицелом и квалифицированным стрелком												
Значение	0,3	25	0,05	1,5	5	0,25	0,2	6	1,5	5	12,5	2

Примечания:

1. Автомат и ручной пулемет в условиях боевой стрельбы находятся в первой линии под воздействием огня противника. Ошибки наводки возрастают многократно. Климатические условия не учитываются. Пулеметчик ротного, станкового пулемета, снайпер находится на удалении от переднего края и выбирается из числа 15% опытных стрелков. Поэтому считаем, что в условиях боя они сохраняют полигонные ошибки наводки.
2. Перспектива подразумевает измерения и расчеты на уровне войсковых измерительных приборов.
3. Ошибки нестабильности, деривации и флангового движения цели в дальнейших расчетах ошибок стрельбы не учитываются.
4. При необходимости исходные данные для расчета деривации берут из чертежей пуль, оружия и таблиц стрельбы. Ошибки нестабильности берут из таблиц стрельбы, принимая для них значения характеристик рассеивания СТП очередей.

Таблица 11

Варианты баллистических решений для расчетов ошибок стрельбы

№	d, мм	v_0, м/с	q, г	C_{43}, м^2/кг	Оружие	Вид стрельбы	Номер исходных данных расчета ошибок стрельбы по табл. 10
1	7,62	500	5	12	Автомат	Полигонная	№ 1
2	5,45	900	3,4	8,75	»	Полигонная	№ 1
3	5,45	900	3,4	8,75	»	Боевая	№ 2
4	7,62	715	7,9	8,84	»	Полигонная	№ 1
5	7,62	715	7,9	8,84	»	Боевая	№ 2
6	7,62	825	9,6	8,84	»	Полигонная	№ 2 (типа СВТ)
7	7,62	825	9,6	6,57	Ротный пулемет	Любая	№ 3 (без оптики)
8	7,62	825	9,6	6,57	СВ	»	№ 4 (с оптикой снайпер)
9	8,38	914	16,2	3,94	СВ	»	№ 4 (с оптикой снайпер)
10	7,62	825	9,6	6,57	Перспектива	»	№ 5 (с оптикой снайпер)
11	12,7	820	48	3,08	СВ	»	№ 4 (с оптикой снайпер)
12	12,7	820	48	3,08	Станковый пулемет	»	№ 3 (без оптики)
13	14,5	945	64	3,48		»	№ 3 (без оптики)
14	30	980	400	1,92	Пушка БМП	»	№ 6

Примечания:

1. В соответствии с традицией расчета вероятностей попадания ошибки попадания за счет флангового движения цели E_{6vy} E_{6vz} не учитываем, так как они в разы увеличивают суммарную ошибку.

2. Ошибку деривации $E_{17дерz}$ не учитываем, так как она в одних случаях мала, а в других может быть учтена конструкцией прицела (изгибом или наклоном прицельной планки).

3. В качестве начальной скорости принимается скорость из таблиц стрельбы [20] — средняя за весь ресурс, считая максимальное ее падение на 5 % от начальной скорости нового ствола.

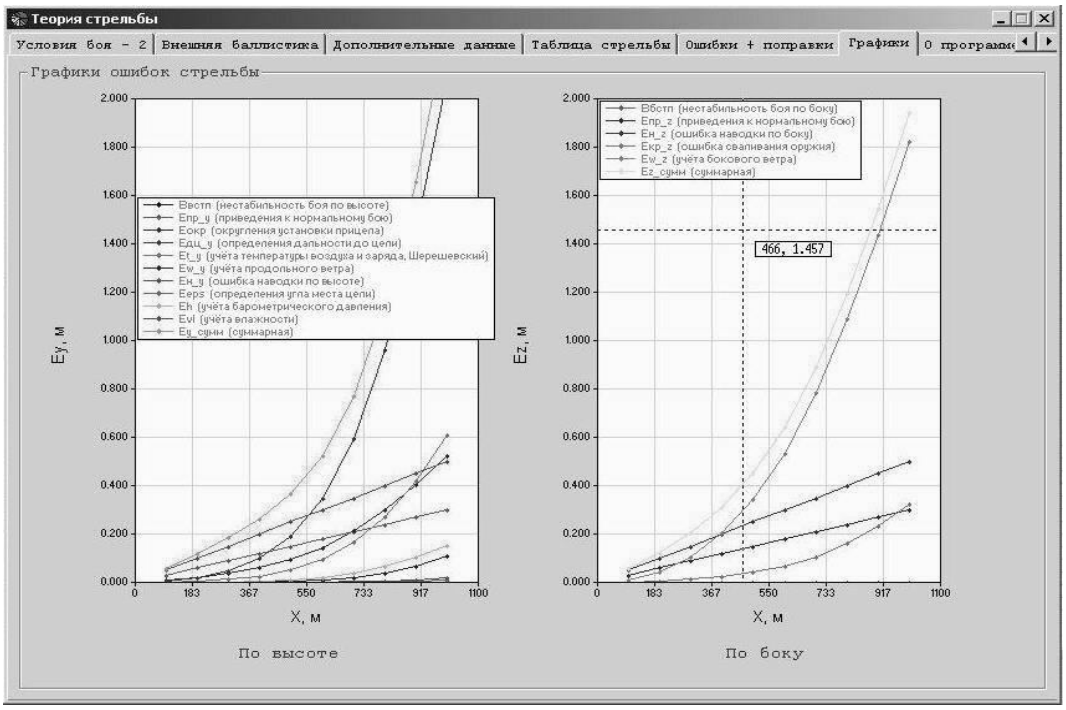


Рис. 47. Зависимость ошибок стрельбы от дальности для варианта № 2 (см. табл. 11) — автомат калибра 5,45 мм (выдержка из интерфейса расчетной программы)

Таблица 12

Результаты расчета ошибок стрельбы по номерам вариантов баллистического решения табл. 11

Дистанция X, м	Суммарные срединные ошибки стрельбы по высоте E_{cy}, м													
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11	№ 12	№ 13	№ 14
	Автомат, патрон ТТ 7,62 мм	Автомат, патрон 5,45 мм	Автомат, патрон 5,45 мм	Автомат, патрон образца 1943 г.	Автомат, патрон образца 1943 г.	Автомат	Ротный пулемет	СВ	СВ калибра 8,38 мм	Перспективный образец калибра 7,62 мм	СВ калибра 12,7 мм	Пулемет калибра 12,7 мм	Пулемет калибра 14,5 мм	Пушка БМП калибра 30 мм
100	0,07	0,059	0,413	0,061	0,413	0,059	0,059	0,022	0,021	0,02	0,02	0,059	0,059	0,039
200	0,175	0,12	0,827	0,125	0,83	0,12	0,119	0,047	0,044	0,039	0,04	0,118	0,118	0,079
300	0,349	0,185	1,246	0,203	1,264	0,186	0,183	0,075	0,068	0,059	0,062	0,18	0,178	0,121
400	0,635	0,262	1,681	0,314	1,745	0,262	0,257	0,112	0,094	0,079	0,085	0,247	0,241	0,164
500	1,085	0,365	2,154	0,491	2,345	0,358	0,35	0,162	0,125	0,099	0,111	0,32	0,308	0,211
600	1,765	0,522	2,718	0,767	3,17	0,49	0,477	0,234	0,162	0,12	0,14	0,403	0,383	0,263
700	2,767	0,771	3,474	1,156	4,301	0,679	0,663	0,338	0,207	0,141	0,175	0,501	0,467	0,32
800	4,207	1,147	4,543	1,677	5,822	0,958	0,939	0,488	0,263	0,164	0,216	0,618	0,564	0,386
900	6,246	1,657	6	2,357	7,821	1,351	1,328	0,695	0,335	0,191	0,264	0,759	0,68	0,46
1000	9,095	2,318	7,92	3,227	10,405	1,865	1,841	0,961	0,424	0,223	0,324	0,929	0,819	0,544
	Суммарные срединные ошибки стрельбы в боковом направлении E_{cz}, м													
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12	№13	№14
100	0,073	0,059	0,413	0,06	0,413	0,059	0,059	0,02	0,02	0,02	0,02	0,059	0,058	0,039
200	0,219	0,125	0,827	0,133	0,829	0,122	0,122	0,041	0,04	0,041	0,039	0,118	0,118	0,079
300	0,44	0,205	1,245	0,234	1,254	0,196	0,196	0,066	0,061	0,066	0,06	0,179	0,179	0,12
400	0,728	0,31	1,672	0,379	1,698	0,285	0,284	0,096	0,084	0,096	0,082	0,244	0,242	0,162
500	1,087	0,451	2,113	0,584	2,172	0,399	0,397	0,135	0,108	0,133	0,106	0,314	0,31	0,208
600	1,526	0,641	2,578	0,845	2,684	0,543	0,539	0,184	0,135	0,181	0,132	0,39	0,384	0,256
700	2,058	0,891	3,077	1,153	3,236	0,727	0,721	0,246	0,166	0,242	0,161	0,474	0,464	0,308
800	2,695	1,197	3,619	1,504	3,831	0,954	0,946	0,324	0,201	0,317	0,194	0,567	0,554	0,365
900	3,456	1,548	4,203	1,897	4,473	1,231	1,217	0,418	0,241	0,408	0,229	0,671	0,653	0,427
1000	4,359	1,942	4,83	2,339	5,169	1,544	1,524	0,527	0,286	0,512	0,27	0,785	0,762	0,495

Таблица 13

Составляющие суммарных срединных ошибок стрельбы по варианту № 2 табл. 12 (выдержка из расчетной программы)

X, м	Ввстп	Епр_у	Еокр	Едц_у	Et_y	Et_yСл	Ew_y	Ен_у	Ev_y	Eeps	Eh	Evl	Ey_сумм	Ex_сумм
100	0	0,03	0,009	0,004	0,001	–	0	0,05	–	0,001	0	0	0,059	83,318
200	0	0,06	0,021	0,017	0,004	–	0	0,1	–	0	0	0	0,12	70,586
300	0	0,09	0,038	0,046	0,012	–	0,001	0,15	–	0	0,001	0	0,185	60,616
400	0	0,12	0,062	0,099	0,026	–	0,002	0,2	–	0	0,004	0	0,262	52,924
500	0	0,15	0,096	0,191	0,051	–	0,004	0,25	–	0,001	0,009	0,001	0,365	47,751
600	0	0,18	0,144	0,346	0,094	–	0,009	0,3	–	0,001	0,02	0,002	0,522	45,279
700	0	0,21	0,213	0,595	0,165	–	0,019	0,35	–	0,002	0,039	0,004	0,771	45,386
800	0	0,24	0,301	0,963	0,272	–	0,037	0,4	–	0,003	0,067	0,006	1,147	47,67
900	0	0,27	0,404	1,455	0,417	–	0,066	0,45	–	0,006	0,105	0,011	1,657	51,31
1000	0	0,3	0,522	2,087	0,608	–	0,109	0,5	–	0,009	0,154	0,017	2,318	55,607
Ввстп – ошибка нестабильности боя по высоте						Вбстп – ошибка нестабильности боя по боку								
Епр_у – ошибка приведения к нормальному бою						Епр_z – ошибка приведения к нормальному бою								
Еокр – ошибка округления установки прицела						Ен_z – ошибка наводки по боку								
Едц_у – ошибка определения дальности до цели						Екр_z – ошибка сваливания оружия								
Et_y – ошибка учета температуры воздуха и заряда, по Шерешевскому						Ew_z – ошибка учета бокового ветра								
Et_yСл – ошибка учета температуры воздуха и заряда, по Слухоцкому						Ev_z – ошибка учета движения цели по боку								
Ew_y – ошибка учета продольного ветра						Едер_z – ошибка деривации								
Ен_у – ошибка наводки по высоте						Ez_сумм – суммарная боковая ошибка								
Ev_y – ошибка учета движения цели по высоте														
Eeps – ошибка определения угла места цели														

Окончание табл. 13

X, м	Ввстп	Епр_у	Еокр	Едц_у	Et_y	Et_yСл	Ew_y	Ен_у	Ev_y	Eeps	Eh	Evl	Ey_сумм	Ex_сумм
Eh — ошибка учета барометрического давления														
Evl — ошибка учета влажности														
Ey_сумм — суммарная вертикальная ошибка														
Ex_сумм — суммарная вертикальная ошибка по дальности														
X, м	Вбстп	Епр_z	Ен_z	Екр_z	Ew_z	Ev_z	Едер_z	Ez_сумм						
100	0	0,03	0,05	0,001	0,01	–	–	0,059						
200	0	0,06	0,1	0,005	0,045	–	–	0,125						
300	0	0,09	0,15	0,012	0,106	–	–	0,205						
400	0	0,12	0,2	0,024	0,203	–	–	0,31						
500	0	0,15	0,25	0,042	0,341	–	–	0,451						
600	0	0,18	0,3	0,069	0,533	–	–	0,641						
700	0	0,21	0,35	0,107	0,785	–	–	0,891						
800	0	0,24	0,4	0,16	1,091	–	–	1,197						
900	0	0,27	0,45	0,231	1,438	–	–	1,548						
1000	0	0,3	0,5	0,325	1,824	–	–	1,942						

Таблица 14

Составляющие суммарных срединных ошибок стрельбы по варианту № 7 табл. 12 (выдержка из расчетной программы)

X, м	Ввстп	Епр_у	Еокр	Едц_у	Et_y	Et_yСл	Ew_y	Ен_у	Ev_y	Eeps	Eh	Evl	Ey_сумм	Ex_сумм
100	0	0,03	0,005	0,004	0,001	–	0	0,05	–	0	0	0	0,059	71,232
200	0	0,06	0,012	0,019	0,005	–	0	0,1	–	0	0,001	0	0,119	63,476
300	0	0,09	0,02	0,048	0,012	–	0	0,15	–	0	0,002	0	0,183	56,835
400	0	0,12	0,031	0,099	0,025	–	0,001	0,2	–	0,001	0,006	0,001	0,257	51,735
500	0	0,15	0,045	0,181	0,047	–	0,003	0,25	–	0	0,014	0,001	0,35	48,339
600	0	0,18	0,064	0,307	0,08	–	0,006	0,3	–	0,001	0,028	0,003	0,477	46,756
700	0	0,21	0,088	0,495	0,132	–	0,012	0,35	–	0,002	0,052	0,005	0,663	46,899
800	0	0,24	0,121	0,772	0,21	–	0,023	0,4	–	0,003	0,091	0,008	0,939	48,725
900	0	0,27	0,161	1,156	0,32	–	0,04	0,45	–	0,005	0,148	0,014	1,328	51,761
1000	0	0,3	0,207	1,654	0,464	–	0,067	0,5	–	0,008	0,221	0,022	1,841	55,718
Ввстп – ошибка нестабильности боя по высоте						Вбстп – ошибка нестабильности боя по боку								
Епр_у – ошибка приведения к нормальному бою						Епр_z – ошибка приведения к нормальному бою								
Еокр – ошибка округления установки прицела						Ен_z – ошибка наводки по боку								
Едц_у – ошибка определения дальности до цели						Екр_z – ошибка сваливания оружия								
Et_y – ошибка учета температуры воздуха и заряда, по Шерешевскому						Ew_z – ошибка учета бокового ветра								
Et_yСл – ошибка учета температуры воздуха и заряда, по Слухоцкому						Ev_z – ошибка учета движения цели по боку								
Ew_y – ошибка учета продольного ветра						Едер_z – ошибка деривации								
Ен_у – ошибка наводки по высоте						Ez_сумм – суммарная боковая ошибка								
Ev_y – ошибка учета движения цели по высоте														
Eeps – ошибка определения угла места цели														

Окончание табл. 14

X, м	Ввстп	Епр_y	Еокр	Едц_y	Et_y	Et_yСл	Ew_y	Ен_y	Ev_y	Eeps	Eh	Evl	Ey_сумм	Ex_сумм
Eh – ошибка учета барометрического давления														
Evl – ошибка учета влажности														
Ey_сумм – суммарная вертикальная ошибка														
Ex_сумм – суммарная ошибка по дальности														
X, м	Вбстп	Епр_z	Ен_z	Екр_z	Ew_z	Ev_z	Едер_z	Ez_сумм						
100	0	0,03	0,05	0,001	0,009	–	–	0,059						
200	0	0,06	0,1	0,003	0,037	–	–	0,122						
300	0	0,09	0,15	0,007	0,088	–	–	0,196						
400	0	0,12	0,2	0,013	0,162	–	–	0,284						
500	0	0,15	0,25	0,022	0,268	–	–	0,397						
600	0	0,18	0,3	0,035	0,409	–	–	0,539						
700	0	0,21	0,35	0,052	0,592	–	–	0,721						
800	0	0,24	0,4	0,075	0,819	–	–	0,946						
900	0	0,27	0,45	0,105	1,093	–	–	1,217						
1000	0	0,3	0,5	0,143	1,401	–	–	1,524						

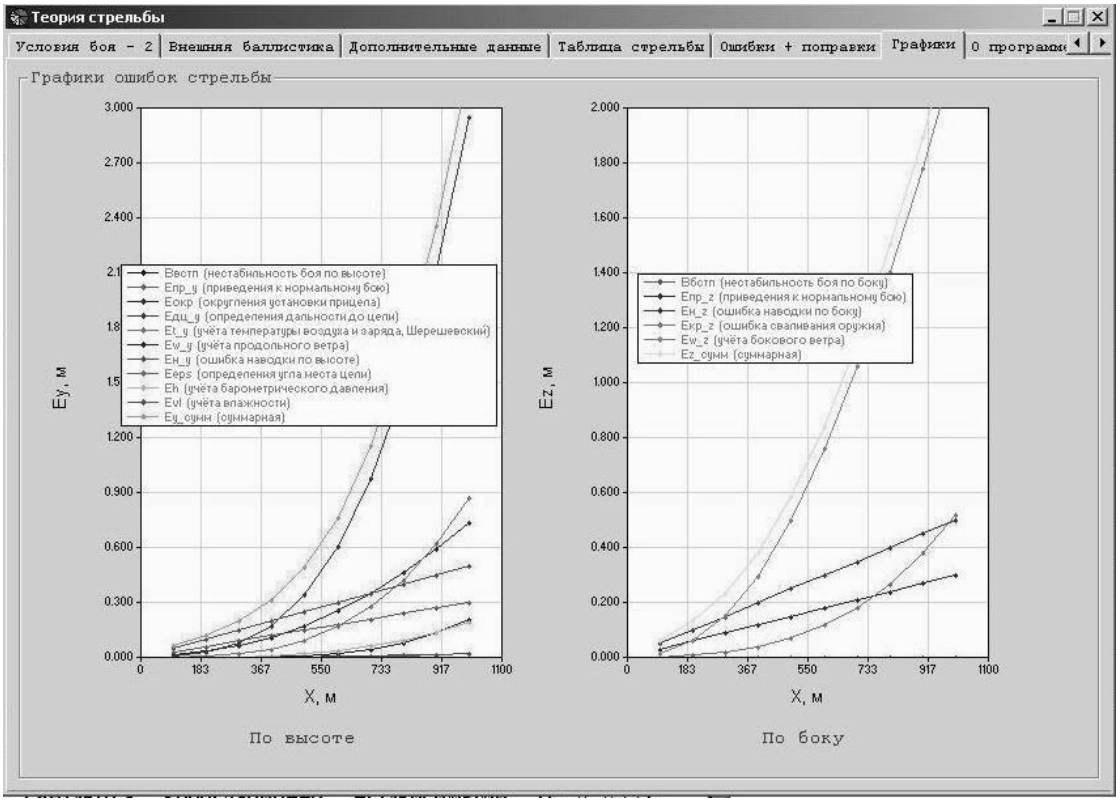


Рис. 48. Зависимость ошибок стрельбы от дальности для варианта № 4 (см. табл. 11) — автомат калибра 7,62 мм, образца 1943 г. (выдержка из интерфейса расчетной программы)

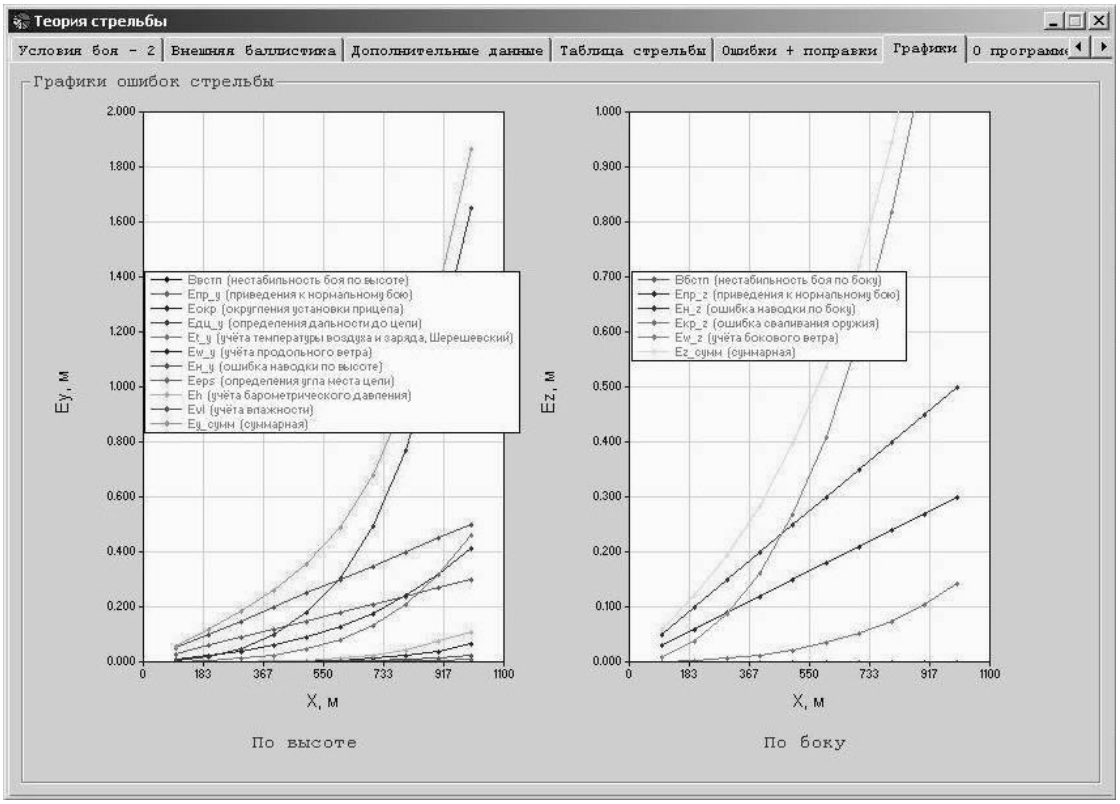


Рис. 49. Зависимость ошибок стрельбы от дальности для варианта № 7 (см. табл. 11) — ротный пулемет калибра 7,62 мм (выдержка из интерфейса расчетной программы)

Ошибки наводки

Большинство составляющих ошибок стрельбы определяют расчетным путем, как было показано выше. Ошибки наводки являются следствием влияния человеческого фактора. Информация о вычислении ошибок наводки чрезвычайно скудна.

Экспериментально ошибки наводки определяют оптическими способами путем регистрации угловых отклонений оружия с последующей записью на бумажную ленту. Такие замеры проводились, но обобщенных систематизированных данных по ошибкам наводки в печати нет. Некоторую информацию можно почерпнуть из работы [29] (табл. 15).

Таблица 15

Срединные ошибки наводки оружия с открытыми прицелами

Условия стрельбы	Ошибка наводки, т.д.
Цель неподвижна. Положение для стрельбы устойчивое	0,2…0,87
Цель неподвижна. Положение для стрельбы неустойчивое	0,75…2,02
Цель неподвижна, окрашена под фон местности, освещение дневное, хорошее	0,5
Цель неподвижна. Стрельба стрелков спортсменов из карабина	1,4…2,3
Цель неподвижна. Стрельба мастера спорта в тире из карабина	0,25
Цель неподвижна. Освещение хорошее. Средне- и слабоподготовленные стрелки Пензенского высшего военного артиллерийского училища	2,3
Цель неподвижна. Освещение искусственное, ночь	2
Цель движущаяся, маскированная под фон местности, освещение дневное, хорошее	1

Кроме того, в работах [37, 38] показано, что ошибка наводки не прямо пропорциональна дальности, а возрастает при уменьшении угловых размеров цели. Там же приведены формулы для расчета ошибок наводки $E_{\text{н}}^{\text{оп}}$ в зависимости от кратности оптического прицела Γ и уровня меткости $E_{\text{н}}^{\text{мех}}$:

$E_{\text{н}}^{\text{оп}} = E_{\text{н}}^{\text{мех}}\left(1-0{,}1\Gamma\right)$ — при кратности прицела $1<\Gamma\le 1{,}5$;

$E_{\text{н}}^{\text{оп}} = \dfrac{E_{\text{н}}^{\text{мех}}\cdot 1{,}4}{\Gamma}$ — при кратности прицела $\Gamma>1{,}5$.

Использованные в расчетах (см. табл. 10) значения ошибок наводки автоматчиков 4 т.д. получены методом обратного пересчета во время выполнения работы [39].

6. Характеристики рассеивания

Рассеивание выстрелов — это объективная закономерность, сопровождающая каждую стрельбу. При стрельбе из тщательно подготовленного орудия выстрелами одной партии с корректировкой наводки после каждого выстрела точки попадания снарядов распределятся на некоторой площади, напоминающей эллипс (рис. 50).

Рассеиванием называется явление несовпадения траекторий снарядов в одинаковых условиях стрельбы.

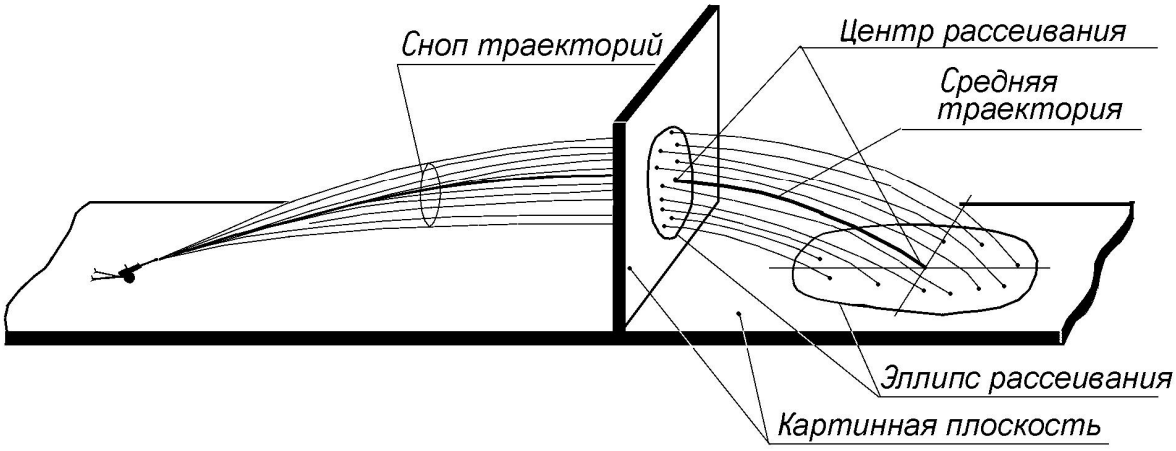


Рис. 50. Сноп траекторий

Кучностью стрельбы (боя) называется понятие, обратное рассеиванию, характеризующее степень близости точек попадания для рассматриваемой группы выстрелов.

Естественное рассеивание — рассеивание при стрельбе по одной точке прицеливания при одинаковых номинальных условиях.

Искусственное рассеивание — рассеивание из-за преднамеренного перемещения оружия, ствола орудия или направляющих пусковой установки.

Техническое рассеивание — рассеивание, обусловленное только свойствами оружия и боеприпасов.

Сноп траекторий — совокупность траекторий, определяемых естественным рассеиванием.

Средняя траектория — теоретическая траектория, проходящая в центре снопа траекторий.

Плоскость стрельбы — вертикальная плоскость, проходящая через линию прицеливания.

Плоскость цели — вертикальная и горизонтальная плоскости, перпендикулярные плоскости стрельбы, в которых размещается поражаемая проекция цели при условной замене ее поражаемой проекцией.

Средней точкой попадания (СТП) называется точка пересечения средней траектории с плоскостью цели. При практической стрельбе средней точкой попадания также можно назвать такую точку, в которой половина снарядов легла правее, а половина левее, половина выше (дальше), а половина ниже (ближе). Она же является центром пересечения осей рассеивания. С точки зрения геометрии пробоин на щите, СТП — геометрическое место центра фигуры с нулевым статическим моментом неуравновешенности, образованной пробоинами единичной массы.

Центр рассеивания — математическое ожидание точки попадания. Центр рассеивания совпадает с СТП.

Оси рассеивания — взаимно перпендикулярные линии на картинной плоскости, проведенные через СТП таким образом, что одна из них находится в плоскости

стрельбы. По обе стороны каждой оси рассеивания находится одинаковое число точек попадания.

Рассеивание средних точек попадания — явление несовпадения СТП разных групп выстрелов (например, очередей) при стрельбе в одинаковых условиях.

Отклонение точек попадания — расстояние от точки попадания до оси рассеивания. В зависимости от выбранной оси рассеивания различают отклонения по высоте, дальности и в боковом направлении.

Срединное отклонение — отклонение, для которого вероятность как наибольших, так и наименьших отклонений одинакова и равна 0,5, т. е. половина отклонений из группы больше него, а половина меньше.

В зависимости от выбранной оси рассеивания различают срединные отклонения по высоте $B_{\text{в}}$, дальности $B_{\text{д}}$ и в боковом направлении $B_{\text{б}}$.

Сердцевинная полоса рассеивания — полоса на картинной плоскости, расположенная симметрично оси рассеивания, включающая 70 % точек попадания. В зависимости от выбранной оси рассеивания различают сердцевинные полосы по высоте $C_{\text{в}}$, дальности $C_{\text{д}}$ и в боковом направлении $C_{\text{б}}$.

Сердцевина рассеивания — прямоугольник, образованный пересечением двух взаимно перпендикулярных сердцевинных полос и включающий 49 % (на практике 50 %) всех попаданий (лучшую половину попаданий).

Круговое рассеивание — рассеивание, при котором срединные отклонения по двум взаимно перпендикулярным направлениям равны.

Радиус рассеивания лучшей половины попаданий R_{50} — радиус круга с центром в СТП, вмещающего половину всех попаданий.

Радиус рассеивания всех попаданий R_{100} — радиус наименьшего круга с центром в СТП, вмещающего все попадания.

Полный эллипс рассеивания — эллипс, полуоси которого расположены по осям рассеивания и равны четырем срединным отклонениям по соответствующим направлениям.

Поперечник рассеивания — расстояние между наиболее удаленными одна от другой точками попадания.

Закон рассеивания — зависимость вероятности появления отклонения определенной величины от значения этого отклонения. В задачах стрельбы обычно рассматривается нормальный закон рассеивания.

Шкала рассеивания — линейная шкала, показывающая вероятность отклонения для каждого диапазона. Чаще всего в качестве масштаба используется срединное отклонение или его доля.

Сетка рассеивания — сетка, образованная линиями, параллельными осям рассеивания и показывающими вероятность попадания в каждый из получившихся прямоугольников. Чаще всего в качестве масштаба используется срединное отклонение или его доля.

Основные причины, вызывающие рассеивание можно свести в три группы в зависимости от разнообразия начальных скоростей, направления стрельбы, условий полета. Подробно причины рассеивания рассмотрены в работе [27].

Для оценок вероятности попадания оружия пехоты применяют следующие характеристики.

1. Срединное отклонение

$$B = \rho\sqrt{2}\sigma = 0{,}6745\sigma; \quad \sigma = \frac{B}{\rho\sqrt{2}} \approx 1{,}48B,$$

где σ — среднее квадратичное отклонение закона распределения; $\rho = 0{,}4769$ — постоянная нормального закона.

2. Сердцевинная полоса C — полоса, содержащая 70 % пробоин. Связь между сердцевинной полосой и срединным отклонением происходит согласно нормальному закону [27] $C_{\text{в}} = 3{,}06B_{\text{в}}$, $C_{\text{б}} = 3{,}06B_{\text{б}}$. Прямоугольник $C_{\text{в}} \times C_{\text{б}}$ содержит 49 % (50 %) попаданий — лучшую половину рассеивания. Часто на практике прямоугольник $C_{\text{в}} \times C_{\text{б}}$ близок к квадрату, поэтому рассеивание оружия как технической системы допустимо характеризовать эквивалентной полосой рассеивания, взятой на дальности 100 м:

$$C_{\text{э}} = \sqrt{C_{\text{в}} C_{\text{б}}}.$$

3. Радиус рассеивания лучшей половины попаданий обозначают R_{50}. Характеристика используется для стрельбы из баллистического ствола или одиночного огня при эллипсе рассеивания, близком к кругу,

$$R_{50} = 1{,}747\sqrt{B_{\text{в}} B_{\text{б}}}; \text{ если } B_{\text{в}} = B_{\text{б}} = B, \text{ то } R_{50} = 1{,}747B.$$

4. Радиус рассеивания всех попаданий обозначают R_{100}. Формально $R_{100} = \infty$, но опыт заводских и полигонных стрельб на кучность утверждает следующую закономерность:

$R_{100} = (2{,}7...3)R_{50}$ для снайперских винтовок и баллистических стволов;

$R_{100} = (2{,}5...2{,}8)R_{50}$ для стрельбы очередями при наличии нестабильности.

Кроме того, 99 % рассеивания соответствуют восьми срединным отклонениям:

$$2R_{100} \approx 8\sqrt{B_{\text{в}} B_{\text{б}}}; \quad R_{100} = 4B = \frac{4}{1{,}747} R_{50} \approx 2{,}71R_{50}.$$

Иногда вместо R_{100} пользуются характеристикой $R_{80} \approx 1{,}97B$.

5. Поперечник рассеивания применяют для характеристики патронов при стрельбе из баллистического ствола или очень кучных винтовок при малой выборке, например, пять выстрелов:

$$\Pi = 1{,}6R_{100} \approx 6{,}4B.$$

Характеристики рассеивания принято выражать в линейных величинах, например сантиметрах, на определенной дальности. Анализ таблиц стрельбы [20] показывает, что большинство видов автоматического оружия увеличивают рассеивание прямо пропорционально дальности. Поэтому все численные характеристики рассеивания принято замерять на дистанции 100 м и распространять на большие дальности методом прямой пропорциональности. Перенос характеристики рассеивания по дальности

$$C_{вx} = C_{в100}\frac{X}{100};\ C_{бx} = C_{б100}\frac{X}{100}.$$

Исключение составляют снайперские винтовки, где увеличение рассеивания по дальности незначительно отличается от прямой пропорциональности в большую сторону.

При вероятностных расчетах встречаются следующие виды рассеивания:

– одиночным огнем;
– пуль в очереди;
– СТП-очередей;
– суммарное очереди;
– суммарное нескольких очередей;
– первых выстрелов;
– последующих выстрелов в очереди.

Численные значения характеристик рассеивания приведены в табл. 16, 17 и на рис. 51. Характеристики рассеивания существенно зависят от вида огня, длины

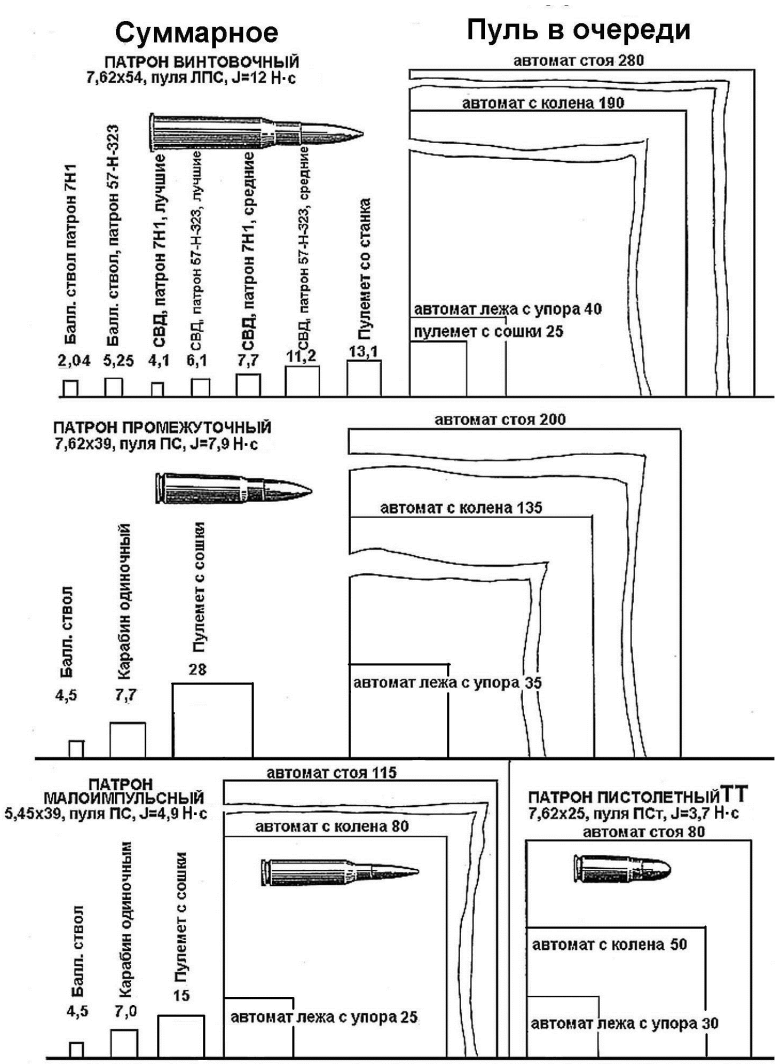


Рис. 51. Масштаб характеристик рассеивания в различных условиях стрельбы. Сердцевинные полосы $C_э$ (см) на дальности 100 м

очереди, типа патрона и пули, положения для стрельбы, квалификации стрелка. Без уточнения этих условий характеристики не могут считаться узаконенным свойством оружия.

Таблица 16

Характеристики рассеивания образцов стрелкового оружия и патронов (сердцевинные полосы $C_э$ (см) суммарного рассеивания пуль стрелкового оружия и патронов на дальности 100 м; в скобках указано рассеивание пуль в очереди). Условия стрельбы: стрелки квалифицированные армейские; пулеметы действуют из положения «лежа с сошки», механизмы станков закреплены; пули – обыкновенные со стальным сердечником (57-Н-323С, 57-Н-231С, 7Н9, 57-Н-134) или бронебойные Б-32 (57-БЗ-542, 57-БЗ-561)

Образец оружия или патрона	Длина очереди	$C_э$, см	Примечание
ПК	5–7	27,5 (21,2)	
ПКМ	5–7	31	
ПКМ	5–7	35	Масса 7 кг
РП-46	5–7	21,4 (20)	
ДП, ДПМ	5–7	21,4 (20)	
РПД	5–7	15	
М-60	5–7	24	
MG.3	5–7	24	
ПКМ	5–7	20	Импульс отдачи 10 Н·с
ПКМ	5–7	11,6	Со станка, импульс отдачи 10 Н·с
СГМ	10	11	
Пулемет образца 1910/30 г.	10	11	
СГМ	10	12 – 17	Патрон 57-Д-423
Пулемет образца 1910/30 г.	10	12 – 17	
ПКС	5–7	16,7 (13,7)	
ПКТ	10	12,2 (12,2)	
ДШК	5–10	18 – 22	
НСВ	5–10	25 – 42	
КПВ	5–10	38 (35)	
9-А-622	100	30 (30)	
2А42	5	30 (30)	
Карабин образца 1944 г.	1	8	Патрон 57-Н-323
СКС	1	7,5	
СВД, лучшие стрелки	1	4,13	Патрон 7Н1
СВД, средние стрелки	1	7,7	
СВД, лучшие стрелки	1	6,11	Патрон 57-Н-323С
СВД, средние стрелки	1	11,2	
Винтовка образца 1891/30 г.	1	6,5	
Снайперская винтовка образца 1891/30 г.	1	4,6	
ВСС	1	5	Патрон 7Н9
СВТ	1	9,4	Лежа с упора

Окончание табл. 16

Образец оружия или патрона	Длина очереди	$C_э$, см	Примечание
ПП-41, ПП-43, МР.40	3–5 3–5 3–5 1	28–30 35–50 115 10–11	Лежа с упора Лежа с руки Стоя одиночным
АС-44	3–5	27	
АС-44	1	14	
Stg.44	3–5	30	Патрон 7,92×33, пуля 43*me*
Stg.44	1	12	
М-14	3–5	26	Лежа с упора
AR-10	3–5	30	То же
FN/FAL	3–5	35,2	»
G.3	3–5	42	»
AR-10	3–5	146	Стоя
G.3	3–5	117	Лежа с руки
G.3	3–5	191	Стоя
М-14	1	6,35	Лежа с упора
G.3	1	6	То же
АСВК	1	4	Патрон 7Н34 с оптикой
АСВК	1	8	Патрон 7Н34 без оптики
Патрон 57-Н-134С	1	17,5	Из ПП-41
Патрон 57-Н-231С	1	4,4	Из баллистического ствола
Патрон 57-Н-323С	1	5,25	То же
Патрон 7БЗ1	1	10,5	»
Патрон 57-БЗ-561С	1	11,7	»
Патрон 7Н1	1	2,04	»
Патрон ЦПЭ	1	1,434	»
Патрон 7Н34	1	2,17	»

Примечание. Характеристики рассеивания одного и того же образца, взятые по наставлениям разных лет и таблицам стрельбы (ТС ГАУ №50, 55, 61) имеют неодинаковые значения.

Таблица 17

Характеристики рассеивания автоматов и пулеметов с двоецентрием (сердцевинные полосы (см) обобщенного закона рассеивания — $C_в$, $C_б$, $C_э$; рассеивания с двоецентрием — $C_{в1}$, $C_{б1}$, $C_{в.посл}$, $C_{б.посл}$, $C_{в.п.сумм}$, $C_{б.п.сумм}$; отношения центра рассеивания последующих выстрелов от центра рассеивания первых выстрелов — ΔY, ΔZ, см). Условия стрельбы: стрелки армейские квалифицированные; длина очереди 3–5 выстрелов (2–4 выстрела для АН-94). Пули — обыкновенные со стальным сердечником (патроны 57-Н-231С, 7Н6)

Расчеты без выделения первых выстрелов, обобщенный закон рассеивания					
Образец	$C_в$, см	$C_б$, см	$C_э$, см	Отношения	
				ΔY	ΔZ
АК-47, лежа с упора, лучшие	36,5	37,9	37,2	15	15
АК-47, лежа с упора, средние	70	76	73	30	30
АКМ, лежа с упора, лучшие	35,9	42,5	39	15	15

Окончание табл. 17

Расчеты без выделения первых выстрелов, обобщенный закон рассеивания					
Образец	$C_в$, см	$C_б$, см	$C_э$, см	Отношения	
				ΔY	ΔZ
АКМ, лежа с упора, средние	86,1	92	88,9	30	30
АКМ, стоя лучшие			169		
АКМ, стоя, средние			352		
АК74, лежа с упора, лучшие	21,6	25,2	23,3	11	11
АК74, лежа с упора, средние	68,7	73	70,8	30	30
АК74, стоя, лучшие			134		
АК74, стоя, средние			198		
АН-94, лежа с упора			22		
АН-94, стоя			70		
АН-94, одиночным			8		
РПК, лучшие	21,9	28,9	25,2	7,5	7,5
РПК, средние	43,4	57,1	49,7	15	15
РПК74, лучшие	15,5	15,5	15,5	5	5
РПК74, средние	32,6	37,8	35,1	12,5	12,5
АКМ с ПБС, лучшие	21,6	22,6	22,1	10	10
АКМ с ПБС, средние	68,5	61	64,6	30	30

Замеры с выделением первых выстрелов, двоецентрие								
Образец	первых пуль		последующих пуль				Отношения	
			пуль в очереди		суммарного			
	$C_{в1}$	$C_{б1}$	$C_{в.посл}$	$C_{б.посл}$	$C_{в.п.сумм}$	$C_{б.п.сумм}$	ΔY	ΔZ
АК-47, лучшие	18,4	12,2	27,5	33,7	33,7	36,7		
АКМ, лучшие	12,2	12,2	18,4	33,7	33,7	42,8	15	15
АКМ с ПБС, лучшие	12,2	18,4	18,4	15,3	18,4	18,4		
РПК, лучшие	12,2	12,2	15,3	21,4	21,4	30,6		
АК74, лучшие	12,2	6,1	9,2	12,2	18,4	24,5	11	11
РПК74, лучшие	9,2	9,2	12,2	12,2	15,3	15,3		
АК-47, средние	30,6	15,3	39,8	45,9	64,2	73,4		
АКМ, средние	18,4	18,4	70,4	67,3	88	95		
АКМ с ПБС, средние	9,2	21,4	39,8	30,6	64,2	52		
РПК, средние	21,4	15,3	24,5	52	42,8	61,2		
АК74, средние	12,2	12,2	49	45,9	64,3	70,4		
РПК74, средние	12,2	12,2	15,3	27,5	36,7	42,8		

Примечания: 1. При стрельбе одиночным огнем характеристики рассеивания соответствуют характеристикам рассеивания первых пуль очередей.

2. Полученные результаты обобщенного закона для пулемета РПК подтверждаются данными наставлений [40].

Значения, представленные в таблицах стрельбы [20, 33], получены полигонными стрелками Министерства обороны СССР после длительных тренировок. Таблицы стрельбы и наставления разных лет содержат противоречия.

Для определения характеристик рассеивания автором в рамках учебной работы были предприняты опытные стрельбы на кучность в условиях полигона. В качестве стрелков привлекались студенты МГТУ им. Баумана 2010 г. выпуска с

опытом стрельбы около 100 выстрелов. Перед стрельбой проводилась тренировка на образцах, не проходивших испытания. Результаты представлены в табл. 18.

Таблица. 18

Экспериментальные исследования характеристик рассеивания. Условия стрельбы: сердцевинная полоса $C_э$ (см) на дистанции 100 м, пули — со стальным сердечником, положение — лежа с упора (сошки) средняя по трем стрелкам (газ 2, кроме случаев, отмеченных особо). Стрелки неопытные

Образец, условия	Длина очереди	Характеристики рассеивания	
		Неопытные стрелки	Таблицы стрельбы
ПКМ	4–6	56,3	27,4
ПК	4–6	45,5	27,4
АКМ	3–5	52,3	39
РПК калибра 7,62 мм	4–6	50	25
РПД	4–6	32-36	15–24
ДПМ	4–6	26-35	21,4
ПКП	4–6	40,4	20
РПК-74	4–6	27,5	15,5
РП-46	4–6	29,5	21,4
РП-46, диск, газ 3, ослабленный	4–6	24	Нет
РП-46, диск, газ 2, ослабленный	4–6	19	»
ПК с самодельной жесткой опоры	4–6	31	»
РП-46 с самодельной жесткой опоры	4–6	19,5	»
MG.3 (Германия)	4–6	46	24 (расчетное)

Примечание. В первых подходах (ПКП и MG.3) опытные стрелки преимущества не имели.

Результаты стрельб повторяют результаты армейских стрелков, на испытаниях, проводившихся в Одесском военном округе в 1954 г. (РПД и РП-46, АК-47). Для более тяжелых образцов разница между результатами неопытных стрелков и данными источников [20, 24, 33, 42, 43] незначительна. Полученные данные заставляют задуматься об оптимизации массы пулеметов, имеющих большой боекомплект 600-1000 выстрелов [41].

Суммирование и вычитание рассеивания различных видов

Особенностью стрельбы из автомата является двоецентрие (рис. 52), а из пулемета — нестабильность боя из-за большого числа стрельб и сильного нагрева (см. рис. 45).

Рассеивание выстрелов характеризуется объединенным законом с характеристиками $B_в$ и $B_б$, если:

$$\frac{B_в}{B_{в1}} \le 1{,}5, \quad \frac{B_б}{B_{б1}} \le 1{,}5; \quad \frac{\Delta Y}{B_в} \le 1{,}5, \quad \frac{\Delta Z}{B_б} \le 1{,}5,$$

где ΔY и ΔZ — отношения центра рассеивания последующих выстрелов от центра рассеивания первых выстрелов по высоте и в боковом направлении.

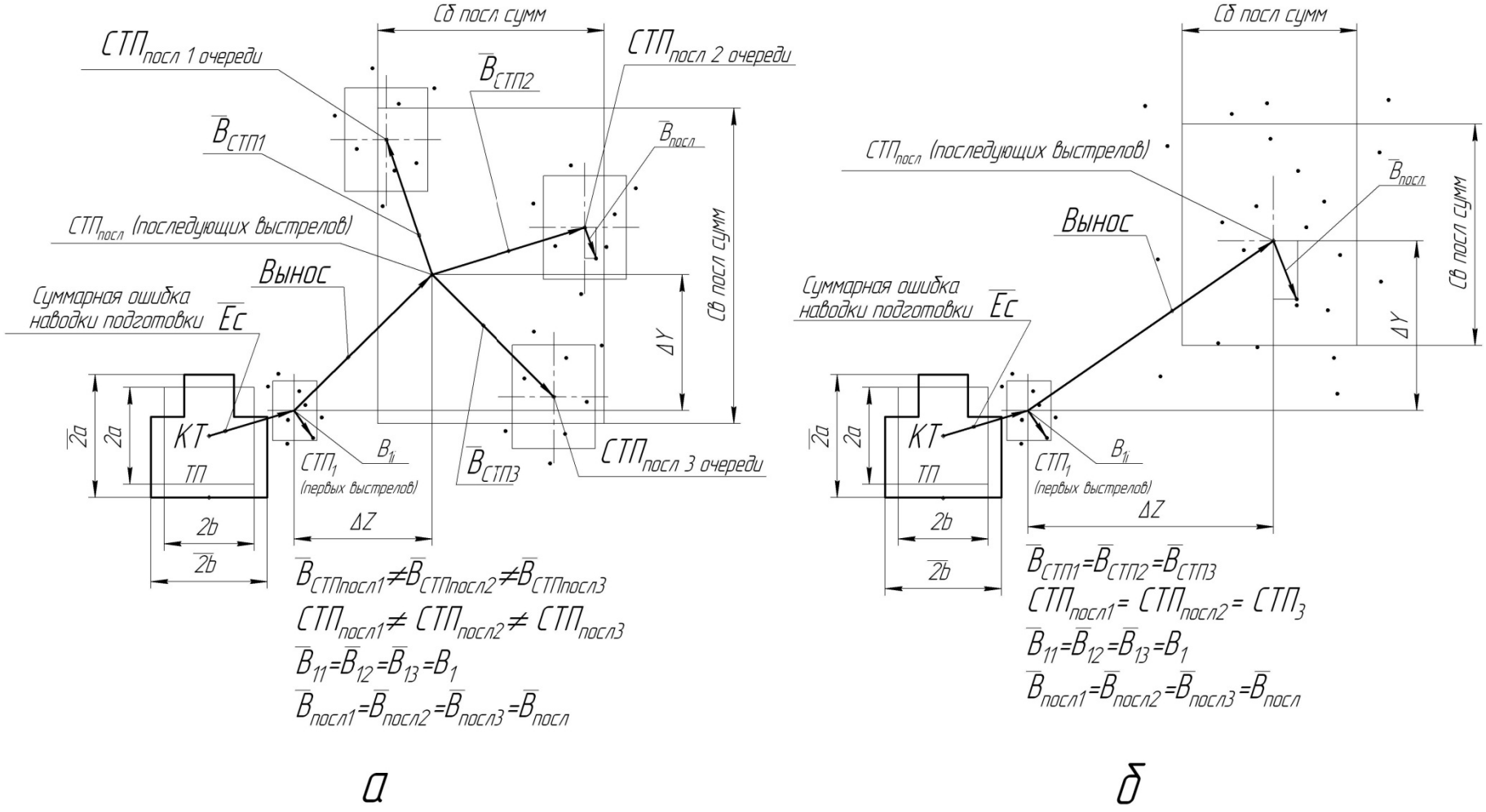


Рис. 52. Схема группирования ошибок при стрельбе из автомата:

а — физическая картина рассеивания; *б* — упрощенная расчетная модель

Об ошибках нестабильности боя (характеристиках рассеивания СТП) было сказано выше. Однако они являются неотъемлемой частью закона рассеивания:

$$B_{\text{вСТП}} = \frac{B_{\text{в}}}{\sqrt{s}}, \quad B_{\text{в.сумм}} = \sqrt{B_{\text{в}}^2 + B_{\text{вСТП}}^2}, \quad B_{\text{бСТП}} = \frac{B_{\text{б}}}{\sqrt{s}}, \quad B_{\text{б.сумм}} = \sqrt{B_{\text{б}}^2 + B_{\text{бСТП}}^2},$$

где $B_{\text{вСТП}}$, $B_{\text{бСТП}}$ — ошибки нестабильности; s — длина очереди.

Если обобщенный закон рассеивания не выполняется и существует двоецентрие, то характеристики суммарного рассеивания выражаются так:

$$B_{\text{в.о}} = \sqrt{\frac{1}{s}B_{\text{в1}}^2 + \frac{s-1}{s}B_{\text{в.посл}}^2 + \frac{s-1}{s^2}\Delta Y^2}, \quad B_{\text{б.о}} = \sqrt{\frac{1}{s}B_{\text{б1}}^2 + \frac{s-1}{s}B_{\text{б.посл}}^2 + \frac{s-1}{s^2}\Delta Z^2},$$

где $B_{\text{в1}}$ и $B_{\text{б1}}$ — характеристики рассеивания первых выстрелов (то же, что и характеристики рассеивания одиночным огнем); $B_{\text{в.посл}}$ и $B_{\text{б.посл}}$ — характеристики объединенного значения рассеивания пуль в очереди; s — длина очереди.

Характеристики рассеивания СТП определяются следующим образом:

$$B_{\text{в.оСТП}} = \frac{1}{s}\sqrt{B_{\text{в1}}^2 + (s-1)^2 B_{\text{в.пСТП}}^2};$$

$$B_{\text{б.оСТП}} = \frac{1}{s}\sqrt{B_{\text{в1}}^2 + (s-1)^2 B_{\text{в.пСТП}}^2}.$$

Суммарное рассеивание последующих выстрелов

$$B_{\text{в.п.сумм}}^2 = \sqrt{B_{\text{в.посл}}^2 + B_{\text{вСТП}}^2}; \quad B_{\text{б.п.сумм}}^2 = \sqrt{B_{\text{б.посл}}^2 + B_{\text{бСТП}}^2}.$$

Отношения центра рассеивания приведены в табл. 17.

Характеристики рассеивания определяются следующими способами:

1) по результатам стрельбы;

2) расчетам по статистическим данным (допуски, формы, массы, объема, V_0, φ);

3) расчетам системы «человек—оружие»;

4) по регрессионным зависимостям.

Рассчитать рассеивания на дальности X одиночными выстрелами можно по следующим формулам [44]:

$$B_{\text{в}x} = \sqrt{B_{\text{в}D}^2\left(\frac{X}{D}\right)^2 + \left(\frac{\Delta Y_{v0}}{10}\right)^2 r_{v0} + \left(\frac{\Delta Y_C}{1{,}33}\right)^2 r_C^2};$$

$$B_{\text{б}x} = \sqrt{B_{\text{б}D}^2\left(\frac{X}{D}\right)^2 + \left(\frac{T^2}{2}\right)^2 r_j^2},$$

где r_{v0} r_C r_j — срединное отклонение начальной скорости, баллистического коэффициента и боковых ускорений; D — дальность, на которой известны характеристики рассеивания $B_{вD}$ и $B_{бD}$ по результатам баллистических испытаний патронов: $r_{V0} \approx (0{,}005\ldots0{,}006)V_0$, $r_C \approx 0{,}5\%$, $r_j \approx 0{,}05$ м/с^2. Регрессионные формулы приведены в специальной литературе. ΔY_{v0} и ΔY_C — единичные поправки высоты попадания на изменение начальной скорости на 10 м/с и баллистического коэффициента на 1 %.

7. Расчеты вероятности попадания

Вероятность попадания в полосу. Под условной вероятностью попадания понимают вероятность, вычисленную при фиксированных значениях ошибок наводки и подготовки.

Попадание цели в полосу высотой $2a$ (рис. 53) возможно, если отклонение пули от центра рассеивания C будет не более $y+a$ и не менее $y-a$. Тогда вероятность попадания $p(y)$ рассчитывают по следующему выражению [29]:

$$p(y)=\int_{y-a}^{y+a}\frac{\rho}{\sqrt{\pi}B_{в}}e^{-\rho^2\frac{y^2}{B_{в}^2}}dy$$

или

$$p(y)=\frac{1}{2}\left(\Phi\left(\frac{y+a}{B_{в}}\right)-\Phi\left(\frac{y-a}{B_{в}}\right)\right).$$

Рассмотрим вероятность попадания в цель, имеющую форму прямоугольника (рис. 54) со сторонами, параллельными полуосям эллипса рассеивания.

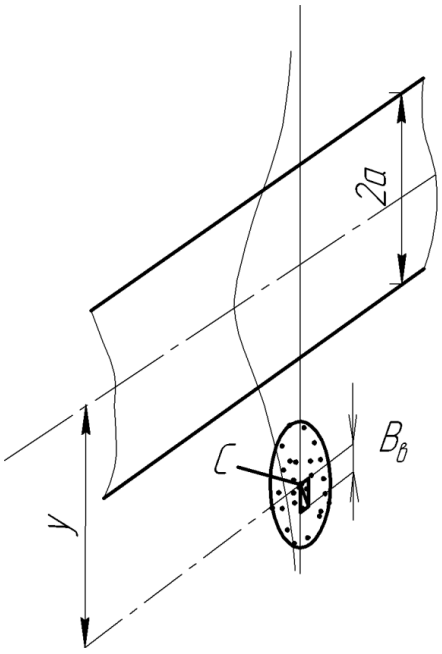


Рис. 53. Схема расчета вероятности попадания в полосу

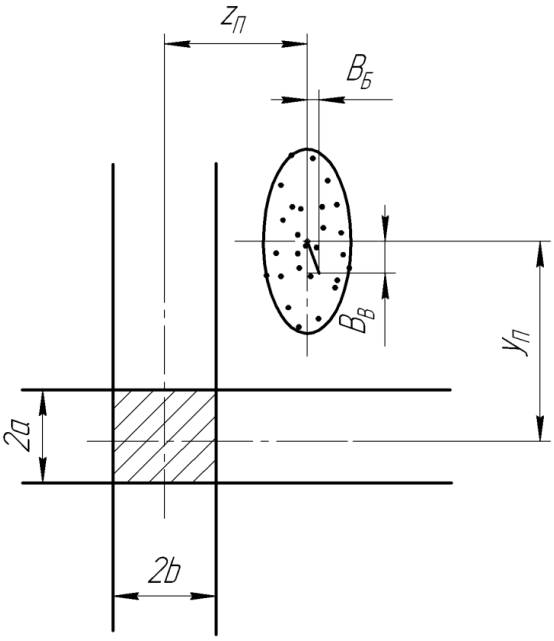


Рис. 54. Схема расчета вероятности попадания в прямоугольник

Центр группирования C отнесен от центра цели на расстояния $y_п$ и $z_п$. Пределы интегрирования — от $y_п - a$ до $y_п + a$ и от $z_п - a$ до $z_п + a$. Тогда вероятность попадания в прямоугольник

$$p(y_п, z_п) = \int_{y_п - a}^{y_п + a} \int_{z_п - b}^{z_п + b} \frac{\rho^2}{\pi B_в B_б} e^{-\rho^2 \left(\frac{y_р^2}{B_в^2} + \frac{z_р^2}{B_б^2} \right)} dy_р dz_р.$$

Так как случайнее ошибки рассеивания по высоте и в боковом направлении независимы, то полученный интеграл можно представить в виде произведения:

$$p(y_п, z_п) = \left(\int_{y_п - a}^{y_п + a} \frac{\rho}{\sqrt{\pi} B_в} e^{-\rho^2 \left(\frac{y_р^2}{B_в^2} \right)} dy_р \right) \left(\int_{z_п - b}^{z_п + b} \frac{\rho}{\sqrt{\pi} B_б} e^{-\rho^2 \left(\frac{z_р^2}{B_б^2} \right)} dz_р \right) =$$

$$= \frac{1}{4} \left(\Phi\left(\frac{y_п + a}{B_в} \right) - \Phi\left(\frac{y_п - a}{B_в} \right) \right) \left(\Phi\left(\frac{z_п + b}{B_б} \right) + \Phi\left(\frac{z_п - b}{B_б} \right) \right),$$

где Φ — табличная приведенная функция Лапласа [29], $\Phi(\lambda) = \frac{2\rho}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-\rho^2 t^2} dt$.

Полная вероятность попадания в цель при одном выстреле. Под полной вероятностью понимают вероятность, вычисленную с учетом всех возможных значений ошибок стрельбы.

Уход средней траектории от центра носит вероятностный характер. Вероятность появления ошибки подготовки $Y_п$ в интервале от $y_п$ до $y_п + dy_п$ определяется элементом вероятности $p(y_п \le Y_п \le y_п + dy_п) = \varphi(y_п) dy_п$, где $\varphi(y_п) = \frac{\rho}{\sqrt{\pi} E_{сy}} e^{-\rho^2 \frac{y_п^2}{E_{сy}^2}}$.

Аналогично $p(z_п \le Z_п \le z_п + dz_п) = \varphi(z_п) dz_п$, где $\varphi(z_п) = \frac{\rho}{\sqrt{\pi} E_{сz}} e^{-\rho^2 \frac{z_п^2}{E_{сz}^2}}$.

Произведение этих элементов вероятности имеет вид

$$\varphi(y_п; z_п) = \frac{\rho^2}{\pi E_{сy} E_{сz}} e^{-\rho^2 \left(\frac{y_п^2}{E_{сy}^2} + \frac{z_п^2}{E_{сz}^2} \right)}.$$

Вероятность сложного события — попадание в цель — и одновременное выполнение условий $y_п \le Y_п \le y_п + dy_п$, $z_п \le Z_п \le z_п + dz_п$ рассчитывают как произведение вероятностей

$$dp = p(y_п; z_п) \varphi(y_п; z_п) dy_п dz_п,$$

где $p(y_п;z_п)=\left(\int\limits_{y_п-a}^{y_п+a}\frac{\rho}{\sqrt{\pi}B_в}e^{-\rho^2\left(\frac{y_р^2}{B_в^2}\right)}dy_р\right)\left(\int\limits_{z_п-b}^{z_п+b}\frac{\rho}{\sqrt{\pi}B_б}e^{-\rho^2\left(\frac{z_р^2}{B_б^2}\right)}dz_р\right).$

Чтобы найти полную вероятность попадания с учетом всех возможных значений ошибок подготовки, необходимо проинтегрировать данное выражение по бесконечным пределам:

$$R=\iint\limits_{\infty}\varphi(y_п;z_п)p(y_п;z_п)dy_п dz_п=$$

$$=\iint\limits_{\infty}\frac{\rho^2}{\pi E_{сy}E_{сz}}e^{-\rho^2\left(\frac{y_п^2}{E_{сy}^2}+\frac{z_п^2}{E_{сz}^2}\right)}\left(\int\limits_{y_п-a}^{y_п+a}\frac{\rho}{\sqrt{\pi}B_в}e^{-\rho^2\left(\frac{y_р^2}{B_в^2}\right)}dy_р\int\limits_{z_п-b}^{z_п+b}\frac{\rho}{\sqrt{\pi}B_б}e^{-\rho^2\left(\frac{z_р^2}{B_б^2}\right)}dz_р\right)dy_п dz_п.$$

Для расчета табличным способом переменные разделяют, а пределы интегрирования преобразуют: $p(y_п;z_п)=\int\limits_{-a}^{a}\frac{\rho}{\sqrt{\pi}B_в}e^{-\rho^2\frac{(y_р-y_п)^2}{B_в^2}}dy_р\int\limits_{-b}^{b}\frac{\rho}{\sqrt{\pi}B_б}e^{-\rho^2\frac{(z_р-z_п)^2}{B_б^2}}dz_р.$

Выражение в скобках — композиция двух нормальных распределений. В этом случае получается вновь нормальное распределение с характеристиками

$$E_y=\sqrt{E_{сy}^2+B_в^2},\qquad E_z=\sqrt{E_{сz}^2+B_б^2};$$

тогда $R=\int\limits_{-a}^{a}\frac{\rho}{\sqrt{\pi}E_y}e^{-\rho^2\frac{y^2}{E_y^2}}dy\int\limits_{-b}^{b}\frac{\rho}{\sqrt{\pi}E_z}e^{-\rho^2\frac{z^2}{E_z^2}}dz.$

Формула для расчета вероятности табличным методом [29]:

$$R=\frac{1}{2}\left(\Phi\left(\frac{a}{E_y}\right)-\Phi\left(\frac{-a}{E_y}\right)\right)\left(\Phi\left(\frac{b}{E_z}\right)-\Phi\left(\frac{-b}{E_z}\right)\right)=\Phi\left(\frac{a}{E_y}\right)\Phi\left(\frac{b}{E_z}\right),$$

где $\Phi(x)=\frac{2\rho}{\sqrt{\pi}}\int\limits_0^x e^{-\rho^2t^2}dt.$

Вероятность попадания при стрельбе очередью. Под вероятностью попадания в цель при стрельбе очередью понимают полную вероятность попадания в цель хотя бы одним выстрелом из очереди.

Введем обозначения: $B_в$ и $B_б$ — характеристики рассеивания пуль в очереди, s — длина очереди, $2a$ и $2b$ — высота и ширина цели. Условная вероятность попадания в цель при одном выстреле

$$p(y_п;z_п)=\int\limits_{y_п-a}^{y_п+a}\frac{\rho}{\sqrt{\pi}B_в}e^{-\rho^2\frac{y_р^2}{B_в^2}}dy_р\int\limits_{z_п-b}^{z_п+b}\frac{\rho}{\sqrt{\pi}B_б}e^{-\rho^2\frac{z_р^2}{B_б^2}}dz_р.$$

Вероятность непопадания при одном выстреле $q(y_п;z_п)=1-p(y_п;z_п)$.

Так как каждый промах происходит независимо от других, вероятность всех промахов при всех s выстрелах

$$\left[q(y_п;z_п)\right]^s=\left[1-p(y_п;z_п)\right]^s.$$

Вероятность непопадания

$$Q=\iint\limits_{\infty}\varphi(y_п;z_п)\left[q(y_п;z_п)\right]^s dy_п dz_п,$$

где $\varphi(y_п;z_п)=\frac{\rho^2}{\pi E_{сy}E_{сz}}e^{-\rho^2\left(\frac{y_п^2}{E_{сy}^2}+\frac{z_п^2}{E_{сz}^2}\right)}$.

Полная вероятность попадания хотя бы одним выстрелом

$$R=1-Q=\iint\limits_{\infty}\frac{\rho^2}{\pi E_{сy}E_{сz}}e^{-\rho^2\left(\frac{y_п^2}{E_{сy}^2}+\frac{z_п^2}{E_{сz}^2}\right)}\left[1-p(y_п;z_п)\right]^s dy_п dz_п.$$

Если цель представляет собой полосу высотой $2a$, то вероятность попадания в нее

$$R=1-\int\limits_{-\infty}^{\infty}\frac{\rho^2}{\pi E_{сy}}e^{-\rho^2\frac{y_p^2}{E_{сy}^2}}[1-p(y_п)]^s dy_п,$$

где $p(y_п)=\int\limits_{y_п-a}^{y_п+a}\frac{\rho}{\sqrt{\pi}B_в}e^{-\rho^2\frac{y_р^2}{B_в^2}}dy_р$, а $B_в$ характеризует рассеивание пуль в очереди.

Если центр рассеивания очереди систематически смещен относительно центра цели на величины $Y_{сист}$, $Z_{сист}$, то такое смещение учитывается в интеграле $p(y_п;z_п)$ следующим образом:

$$p(y_п;z_п)=\int\limits_{y_п-a+Y_{сист}}^{y_п+a+Y_{сист}}\frac{\rho}{\sqrt{\pi}B_в}e^{-\rho^2\frac{y_р^2}{B_в^2}}dy_р\int\limits_{z_п-b+Z_{сист}}^{z_п+b+Z_{сист}}\frac{\rho}{\sqrt{\pi}B_б}e^{-\rho^2\frac{z_р^2}{B_б^2}}dz_р.$$

Другие выражения для расчета вероятности попадания очередью не изменяются.

Вероятность попадания при стрельбе несколькими очередями. Пусть стрельба ведется m очередями по n выстрелов ($s = mn$) и сопровождается тремя группами ошибок. Тогда вероятность хотя бы одного попадания рассчитывается по формуле [29]

$$R_s = 1 - \iint\limits_{\infty} \varphi(y_{\text{п}}; z_{\text{п}}) \{ \iint\limits_{\infty} \varphi(y_{\text{п.о}}; z_{\text{п.о}}) \left[1 - p(y_{\text{п.о}}; z_{\text{п.о}}) \right]^n dy_{\text{п.о}} dz_{\text{п.о}} \}^m dy_{\text{п}} dz_{\text{п}},$$

где $\varphi(y_{\text{п.о}}; z_{\text{п.о}}) = \dfrac{\rho^2}{\pi E_{\text{с.о}y} E_{\text{с.о}z}} e^{-\rho^2 \left(\frac{y_{\text{п.о}}^2}{E_{\text{с.о}y}^2} + \frac{z_{\text{п.о}}^2}{E_{\text{с.о}z}^2} \right)}$; $\varphi(y_{\text{п}}; z_{\text{п}}) = \dfrac{\rho^2}{\pi E_{\text{с}y} E_{\text{с}z}} e^{-\rho^2 \left(\frac{y_{\text{п}}^2}{E_{\text{с}y}^2} + \frac{z_{\text{п}}^2}{E_{\text{с}z}^2} \right)}$;

$p(y_{\text{п.о}}; z_{\text{п.о}}) = \int\limits_{y_{\text{п.о}} - a}^{y_{\text{п.о}} + a} \dfrac{\rho}{\sqrt{\pi} B_{\text{в}}} e^{-\rho^2 \frac{y_{\text{р}}^2}{B_{\text{в}}^2}} dy_{\text{р}} \int\limits_{z_{\text{п.о}} - b}^{z_{\text{п.о}} + b} \dfrac{\rho}{\sqrt{\pi} B_{\text{б}}} e^{-\rho^2 \frac{z_{\text{р}}^2}{B_{\text{б}}^2}} dz_{\text{р}}$, $E_{\text{с.о}y}, E_{\text{с.о}z}$ — суммарные срединные ошибки, повторяющиеся только для n выстрелов данной очереди, например, ошибки нестабильности; $E_{\text{с}y}$, $E_{\text{с}z}$ — суммарные срединные ошибки стрельбы, повторяющиеся для всех очередей; $B_{\text{в}}$, $B_{\text{б}}$ — неповторяющиеся ошибки — характеристики рассеивания пуль в очереди. Выражение $\iint\limits_{\infty} \varphi(y_{\text{п.о}}; z_{\text{п.о}}) \left[1 - p(y_{\text{п.о}}; z_{\text{п.о}}) \right]^n dy_{\text{п.о}} dz_{\text{п.о}}$ — полная вероятность промахов всех выстрелов очереди.

При стрельбе залпом m очередей, производимых m стрелками, повторяющихся ошибок нет, так как каждый стрелок готовит данные самостоятельно, а ошибки $E_{\text{с}y}$, $E_{\text{с}z}$ становятся неповторяющимися для каждой очереди:

$$R_s = 1 - \{ \iint\limits_{\infty} \varphi(y_{\text{п.о}}; z_{\text{п.о}}) \left[1 - p(y_{\text{п.о}}; z_{\text{п.о}}) \right]^n dy_{\text{п.о}} dz_{\text{п.о}} \}^m,$$

где $\varphi(y_{\text{п.о}}; z_{\text{п.о}}) = \dfrac{\rho^2}{\pi E_{\text{с}y} E_{\text{с}z}} e^{-\rho^2 \left(\frac{y_{\text{п.о}}^2}{E_{\text{с}y}^2} + \frac{z_{\text{п.о}}^2}{E_{\text{с}z}^2} \right)}$; $p(y_{\text{п.о}}; z_{\text{п.о}}) = \int\limits_{y_{\text{п.о}} - a}^{y_{\text{п.о}} + a} \dfrac{\rho}{\sqrt{\pi} B_{\text{в}}} e^{-\rho^2 \frac{y_p^2}{B_{\text{в}}^2}} dy_{\text{р}} \int\limits_{z_{\text{п.о}} - b}^{z_{\text{п.о}} + b} \dfrac{\rho}{\sqrt{\pi} B_{\text{б}}} \times$

$\times e^{-\rho^2 \frac{z_{\text{р}}^2}{B_{\text{б}}^2}} dz_{\text{р}}$.

Расчет вероятности попадания при стрельбе очередью из автомата. Особенностью стрельбы из автомата является двоецентрие (см. рис. 52, *а*). При этом центр группирования первых выстрелов СТП_1 отстоит от КТ на $E_{\text{с}y}$, $E_{\text{с}z}$. Точки попадания первых выстрелов подчиняются закону рассеивания с характеристиками $B_{\text{в}1}$, $B_{\text{б}1}$. Центр группирования последующих выстрелов $\text{СТП}_{\text{посл}}$ отстоит от центра группирования первых на отношения ΔY, ΔZ. Центры груп-

пирования последующих выстрелов очередей $\text{СТП}_{i\text{посл}}$ отстоят от своего центра группирования на ошибку нестабильности $B_{\text{в.п.СТП}}$, $B_{\text{б.п.СТП}}$. Точки попадания последующих выстрелов подчиняются закону рассеивания с характеристиками $B_{\text{в.посл}}$, $B_{\text{б.посл}}$. Вероятность попадания в этом случае определяется выражением [29]

$$R = 1 - \iint\limits_{\infty} \varphi\left(y_{\text{п.о}}; z_{\text{п.о}}\right)\left[1 - p\left(y_{\text{п.о}}; z_{\text{п.о}}\right)\right] \times$$

$$\times \{\iint\limits_{\infty} \varphi\left(y_{\text{СТП}}; z_{\text{СТП}}\right)\left[1 - p\left(y_{\text{п.о}} + \Delta Y; z_{\text{п.о}} + \Delta Z\right)\right]^{s-1} dy_{\text{СТП}} dz_{\text{СТП}}\} dy_{\text{п.о}} dz_{\text{п.о}},$$

где $p(y_{\text{п.о}}; z_{\text{п.о}}) = \int\limits_{y_{\text{п.о}}-a}^{y_{\text{п.о}}+a} \frac{\rho}{\sqrt{\pi} B_{\text{в1}}} e^{-\rho^2 \frac{y_p^2}{B_{\text{в1}}^2}} dy_{\text{р}} \int\limits_{z_{\text{п.о}}-b}^{z_{\text{п.о}}+b} \frac{\rho}{\sqrt{\pi} B_{\text{б1}}} e^{-\rho^2 \frac{z_{\text{р}}^2}{B_{\text{б1}}^2}} dz_{\text{р}}$; $p\left(y_{\text{п.о}} + \Delta Y; z_{\text{п.о}} + \Delta Z\right) =$

$= \int\limits_{(y_{\text{п.о}}+\Delta Y)-a}^{(y_{\text{п.о}}+\Delta Y)+a} \frac{\rho}{\sqrt{\pi} B_{\text{в.посл}}} e^{-\rho^2 \frac{y_{\text{р}}^2}{B_{\text{в.посл}}^2}} dy_{\text{р}} \int\limits_{(z_{\text{п.о}}+\Delta Z)-b}^{(z_{\text{п.о}}+\Delta Z)+b} \frac{\rho}{\sqrt{\pi} B_{\text{б.посл}}} e^{-\rho^2 \frac{z_{\text{р}}^2}{B_{\text{б.посл}}^2}} dz_{\text{р}}$ — условные вероятности попадания соответственно первыми и последующими выстрелами;

$\varphi\left(y_{\text{п.о}}; z_{\text{п.о}}\right) = \frac{\rho^2}{\pi E_{\text{с}y} E_{\text{с}z}} e^{-\rho^2 \left(\frac{y_{\text{п.о}}^2}{E_{\text{с}y}^2} + \frac{z_{\text{п.о}}^2}{E_{\text{с}z}^2}\right)}$; $\varphi\left(y_{\text{СТП}}; z_{\text{СТП}}\right) = \frac{\rho^2}{\pi B_{\text{в.пСТП}} B_{\text{б.пСТП}}} e^{-\rho^2 \left(\frac{y_{\text{СТП}}^2}{B_{\text{в.пСТП}}^2} + \frac{z_{\text{СТП}}^2}{B_{\text{б.пСТП}}^2}\right)}$.

В упрощенной модели (см. рис. 52, *б*) принято, что нестабильность последующих пуль очередей отнесена к их рассеиванию. Рассеивание последующих выстрелов подчинено закону с характеристиками: $B_{\text{в.п.сумм}} = \sqrt{B_{\text{в.посл}}^2 + B_{\text{в.п СТП}}^2}$, $B_{\text{в.б.сумм}} = \sqrt{B_{\text{б.посл}}^2 + B_{\text{в.б.СТП}}^2}$. Тогда выражение для расчета вероятности упрощается:

$$R = 1 - \iint\limits_{\infty} \varphi\left(y_{\text{п.о}}; z_{\text{п.о}}\right)\left[1 - p\left(y_{\text{п.о}}; z_{\text{п.о}}\right)\right]\left[1 - p\left(y_{\text{п.о}} + \Delta Y; z_{\text{п.о}} + \Delta Z\right)\right]^{s-1} dy_{\text{п.о}} dz_{\text{п.о}},$$

где $p\left(y_{\text{п.о}} + \Delta Y; z_{\text{п.о}} + \Delta Z\right) = \int\limits_{(y_{\text{п.о}}+\Delta Y)-a}^{(y_{\text{п.о}}+\Delta Y)+a} \frac{\rho}{\sqrt{\pi} B_{\text{в.п.сумм}}} e^{-\rho^2 \frac{y_{\text{р}}^2}{B_{\text{в.п.сумм}}^2}} dy_{\text{р}} \int\limits_{(z_{\text{п.о}}+\Delta Z)-b}^{(z_{\text{п.о}}+\Delta Z)+b} \frac{\rho}{\sqrt{\pi} B_{\text{б.п.сумм}}} \times$

$\times e^{-\rho^2 \frac{z_{\text{р}}^2}{B_{\text{б.п.сумм}}^2}} dz_{\text{р}}$ — условная вероятность попадания последующими выстрелами.

Примеры расчетов

На основании исходных данных (см. табл. 11, 12, 16, 17) и приведенных выше аналитических зависимостей были проведены расчеты вероятности попадания для различных случаев стрельбы (табл. 19).

Таблица 19

Исходные данные и результаты расчета вероятности попадания в разных условиях стрельбы для мишени № 8 — поясная фигура, 2a = 0,95, 2b = 0,47

Образец, калибр, номер варианта табл. 11, условия стрельбы	Длина очереди	Дистанция, м					
		200	400	600	800	1000	1500
Пистолет-пулемет, 7,62 мм, № 1, полигон	3	$E_{cy} = 0{,}175$ $E_{cz} = 0{,}219$ $B_э = 0{,}2$ $R = 0{,}635$	$E_{cy} = 0{,}635$ $E_{cz} = 0{,}728$ $B_э = 0{,}4$ $R = 0{,}134$	$E_{cy} = 1{,}765$ $E_{cz} = 1{,}526$ $B_э = 0{,}6$ $R = 0{,}03$			
Автомат, 7,62 мм, № 4, полигон, обобщенный закон	3	$E_{cy} = 0{,}125$ $E_{cz} = 0{,}133$ $B_э = 0{,}255$ $R = 0{,}662$	$E_{cy} = 0{,}31$ $E_{cz} = 0{,}38$ $B_э = 0{,}51$ $R = 0{,}219$	$E_{cy} = 0{,}77$ $E_{cz} = 0{,}85$ $B_э = 0{,}765$ $R = 0{,}073$			
Автомат, 7,62 мм, № 4, полигон, двоецентрие	3	$E_{cy} = 0{,}125$ $E_{cz} = 0{,}133$ $B_{в1} = 0{,}08$ $B_{б1} = 0{,}08$ $B_{в.п.сумм} = 0{,}22$ $B_{б.п.сумм} = 0{,}28$ $\Delta Y = 0{,}30$ $\Delta Z = 0{,}30$ $R = 0{,}786$	$E_{cy} = 0{,}31$ $E_{cz} = 0{,}38$ $B_{в1} = 0{,}16$ $B_{б1} = 0{,}16$ $B_{в.п.сумм} = 0{,}44$ $B_{б.п.сумм} = 0{,}56$ $\Delta Y = 0{,}6$ $\Delta Z = 0{,}6$ $R = 0{,}271$	$E_{cy} = 0{,}77$ $E_{cz} = 0{,}85$ $B_{в1} = 0{,}24$ $B_{б1} = 0{,}24$ $B_{в.п.сумм} = 0{,}66$ $B_{б.п.сумм} = 0{,}84$ $\Delta Y = 0{,}9$ $\Delta Z = 0{,}9$ $R = 0{,}078$			
Автомат, 7,62 мм, № 4, полигон, двоецентрие	1	Ошибки те же $R = 0{,}67$	Ошибки те же $R = 0{,}19$	Ошибки те же $R = 0{,}043$			
Автомат, 7,62 мм, № 4, полигон, двоецентрие	5	Ошибки те же, $R = 0{,}85$	Ошибки те же, $R = 0{,}34$	Ошибки те же, $R = 0{,}113$			
Автомат, 5,45 мм, № 2, полигон, двоецентрие	3	$E_{cy} = 0{,}12$ $E_{cz} = 0{,}125$ $B_{в1} = 0{,}08$ $B_{б1} = 0{,}04$ $B_{в.п.сумм} = 0{,}12$ $B_{б.п.сумм} = 0{,}16$ $\Delta Y = 0{,}22$ $\Delta Z = 0{,}22$ $R = 0{,}87$	$E_{cy} = 0{,}262$ $E_{cz} = 0{,}31$ $B_{в1} = 0{,}16$ $B_{б1} = 0{,}08$ $B_{в.п.сумм} = 0{,}24$ $B_{б.п.сумм} = 0{,}32$ $\Delta Y = 0{,}44$ $\Delta Z = 0{,}44$ $R = 0{,}4$	$E_{cy} = 0{,}522$ $E_{cz} = 0{,}641$ $B_{в1} = 0{,}24$ $B_{б1} = 0{,}12$ $B_{в.п.сумм} = 0{,}36$ $B_{б.п.сумм} = 0{,}48$ $\Delta Y = 0{,}66$ $\Delta Z = 0{,}66$ $R = 0{,}15$			
	1	Ошибки те же, $R = 0{,}75$	Ошибки те же, $R = 0{,}262$	Ошибки те же, $R = 0{,}08$			
	5	Ошибки те же, $R = 0{,}9$	Ошибки те же, $R = 0{,}49$	Ошибки те же, $R = 0{,}209$			

Образец, калибр, номер варианта табл. 11, условия стрельбы	Длина очереди	Дистанция, м					
		200	400	600	800	1000	1500
Автомат, 5,45 мм, № 3, реальный бой, двоецентрие	3	$E_{cy} = 0{,}827$ $E_{cz} = 0{,}827$ $B_{в1} = 0{,}08$ $B_{б1} = 0{,}04$ $B_{в.п.сумм} = 0{,}12$ $B_{б.п.сумм} = 0{,}16$ $\Delta Y = 0{,}22$ $\Delta Z = 0{,}22$ $R = 0{,}088$	$E_{cy} = 1{,}68$ $E_{cz} = 1{,}872$ $B_{в1} = 0{,}16$ $B_{б1} = 0{,}08$ $B_{в.п.сумм} = 0{,}24$ $B_{б.п.сумм} = 0{,}32$ $\Delta Y = 0{,}44$ $\Delta Z = 0{,}44$ $R = 0{,}025$	$E_{cy} = 2{,}72$ $E_{cz} = 2{,}58$ $B_{в1} = 0{,}24$ $B_{б1} = 0{,}12$ $B_{в.п.сумм} = 0{,}36$ $B_{б.п.сумм} = 0{,}48$ $\Delta Y = 0{,}66$ $\Delta Z = 0{,}66$ $R = 0{,}0121$			
	1	Ошибки те же, $R = 0{,}044$	Ошибки те же, $R = 0{,}01$	Ошибки те же, $R = 0{,}0044$			
	5	Ошибки те же, $R = 0{,}11$	Ошибки те же, $R = 0{,}036$	Ошибки те же, $R = 0{,}0185$			
Автомат, 7,62 мм, № 5, реальный бой, двоецентрие	3	$E_{cy} = 0{,}83$ $E_{cz} = 0{,}83$ $B_{в1} = 0{,}08$ $B_{б1} = 0{,}08$ $B_{в.п.сумм} = 0{,}22$ $B_{б.п.сумм} = 0{,}28$ $\Delta Y = 0{,}30$ $\Delta Z = 0{,}30$ $R = 0{,}1$	$E_{cy} = 1{,}745$ $E_{cz} = 1{,}7$ $B_{в1} = 0{,}16$ $B_{б1} = 0{,}16$ $B_{в.п.сумм} =$ $= 0{,}44$ $B_{б.п.сумм} =$ $= 0{,}56$ $\Delta Y = 0{,}6$ $\Delta Z = 0{,}6$ $R = 0{,}0271$	$E_{cy} = 3{,}17$ $E_{cz} = 2{,}68$ $B_{в1} = 0{,}24$ $B_{б1} = 0{,}24$ $B_{в.п.сумм} = 0{,}66$ $B_{б.п.сумм} = 0{,}84$ $\Delta Y = 0{,}9$ $\Delta Z = 0{,}9$ $R = 0{,}01$			
	1	Ошибки те же, $R = 0{,}044$	Ошибки те же, $R = 0{,}01$	Ошибки те же, $R = 0{,}0036$			
	5	Ошибки те же, $R = 0{,}136$	Ошибки те же, $R = 0{,}043$	Ошибки те же, $R = 0{,}0162$			
Автомат, 7,62 мм, № 6, полигон	1	$E_{cy} = 0{,}12$ $E_{cz} = 0{,}122$ $B_э = 0{,}05$ $R = 0{,}759$	$E_{cy} = 0{,}262$ $E_{cz} = 0{,}285$ $B_э = 0{,}1$ $R = 0{,}296$	$E_{cy} = 0{,}49$ $E_{cz} = 0{,}543$ $B_э = 0{,}15$ $R = 0{,}102$		$E_{cy} = 1{,}87$ $E_{cz} = 1{,}544$ $B_э = 0{,}25$ $R = 0{,}01$	
Снайперская винтовка, № 8 (СВД, 7Н1 лучшие)	1	$E_{cy} = 0{,}047$ $E_{cz} = 0{,}041$ $B_э = 0{,}027$ $R = 0{,}999$	$E_{cy} = 0{,}112$ $E_{cz} = 0{,}096$ $B_э = 0{,}054$ $R = 0{,}84$	$E_{cy} = 0{,}234$ $E_{cz} = 0{,}184$ $B_э = 0{,}081$ $R = 0{,}455$	$E_{cy} = 0{,}488$ $E_{cz} = 0{,}324$ $B_э = 0{,}108$ $R = 0{,}168$	$E_{cy} = 0{,}961$ $E_{cz} = 0{,}527$ $B_э = 0{,}135$ $R = 0{,}058$	$E_{cy} = 2{,}2$ $E_{cz} = 1{,}3$ $B_э = 0{,}203$ $R = 0{,}011$

Образец, калибр, номер варианта табл. 11, условия стрельбы	Длина очереди	Дистанция, м					
		200	400	600	800	1000	1500
Снайперская винтовка, № 9, 8,58 мм, П ≤ 18 см на дистанции 300 м серией в 20 выстрелов	1	$E_{cy} = 0{,}044$ $E_{cz} = 0{,}04$ $B_э = 0{,}0184$ $R = 1$	$E_{cy} = 0{,}094$ $E_{cz} = 0{,}084$ $B_э = 0{,}0368$ $R = 0{,}915$	$E_{cy} = 0{,}162$ $E_{cz} = 0{,}135$ $B_э = 0{,}055$ $R = 0{,}677$	$E_{cy} = 0{,}263$ $E_{cz} = 0{,}201$ $B_э = 0{,}073$ $R = 0{,}407$	$E_{cy} = 0{,}424$ $E_{cz} = 0{,}286$ $B_э = 0{,}092$ $R = 0{,}213$	$E_{cy} = 1{,}12$ $E_{cz} = 0{,}73$ $B_э = 0{,}138$ $R = 0{,}155$
Снайперская винтовка, № 10, (ПО, 7Н1 лучшие)	1			$E_{cy} = 0{,}12$ $E_{cz} = 0{,}181$ $B_э = 0{,}055$ $R = 0{,}586$		$E_{cy} = 0{,}223$ $E_{cz} = 0{,}512$ $B_э = 0{,}092$ $R = 0{,}193$	
Пулемет, 7,62 мм, № 7, полигон, реальный бой	5	$E_{cy} = 0{,}119$ $E_{cz} = 0{,}122$ $B_э = 0{,}16$ $R = 0{,}945$	$E_{cy} = 0{,}257$ $E_{cz} = 0{,}284$ $B_э = 0{,}32$ $R = 0{,}56$	$E_{cy} = 0{,}477$ $E_{cz} = 0{,}539$ $B_э = 0{,}48$ $R = 0{,}263$	$E_{cy} = 0{,}94$ $E_{cz} = 0{,}945$ $B_э = 0{,}64$ $R = 0{,}105$	$E_{cy} = 1{,}84$ $E_{cz} = 1{,}524$ $B_э = 0{,}8$ $R = 0{,}044$	
То же, рассеивание оптимальное, $C_э$ = = 15 см	5	$B_э = 0{,}1$ $R = 0{,}95$	$B_э = 0{,}2$ $R = 0{,}63$	$B_э = 0{,}3$ $R = 0{,}31$	$B_э = 0{,}4$ $R = 0{,}122$	$B_э = 0{,}5$ $R = 0{,}045$	
	10	$B_э = 0{,}1$ $R = 0{,}979$	$B_э = 0{,}2$ $R = 0{,}77$	$B_э = 0{,}3$ $R = 0{,}45$	$B_э = 0{,}4$ $R = 0{,}2$	$B_э = 0{,}5$ $R = 0{,}079$	
Пулемет, 12,7 мм (НСВ), № 12, $C_э$ = = 36 см	5		$E_{cy} = 0{,}247$ $E_{cz} = 0{,}244$ $B_э = 0{,}48$ $R = 0{,}41$	$E_{cy} = 0{,}403$ $E_{cz} = 0{,}39$ $B_э = 0{,}72$ $R = 0{,}21$			
Пулемет, 14,7 мм (КПВ), № 13, $C_э$ = = 38 см	5		$E_{cy} = 0{,}241$ $E_{cz} = 0{,}242$ $B_э = 0{,}52$ $R = 0{,}38$	$E_{cy} = 0{,}383$ $E_{cz} = 0{,}384$ $B_э = 0{,}78$ $R = 0{,}189$			
Пушка БМП, 30 мм, № 14	5		$E_{cy} = 0{,}164$ $E_{cz} = 0{,}162$ $B_э = 0{,}4$ $R = 0{,}562$	$E_{cy} = 0{,}263$ $E_{cz} = 0{,}256$ $B_э = 0{,}6$ $R = 0{,}306$		$E_{cy} = 0{,}544$ $E_{cz} = 0{,}495$ $B_э = 1{,}0$ $R = 0{,}115$	$E_{cy} = 1{,}189$ $E_{cz} = 0{,}948$ $B_э = 1{,}5$ $R = 0{,}0457$

Окончание табл. 19

Образец, калибр, номер варианта табл. 11, условия стрельбы	Длина очереди	Дистанция, м					
		200	400	600	800	1000	1500
Снайперская винтовка, 12,7 мм, № 11, $C_э$ = = 4 см	1			E_{cy} = 0,14 E_{cz} = 0,132 $B_э$ = 0,078 R = 0,66		E_{cy} = 0,324 E_{cz} = 0,27 $B_э$ = 0,137 R = 0,255	E_{cy} = 0,6 E_{cz} = 0,5 $B_э$ = 0,196 R = 0,088
Снайперская винтовка, 12,7 мм, № 11, $C_э$ = = 8 см	1			E_{cy} = 0,14 E_{cz} = 0,132 $B_э$ = 0,156 R = 0,48		E_{cy} = 0,324 E_{cz} = 0,27 $B_э$ = 0,262 R = 0,18	E_{cy} = 0,6 E_{cz} = 0,5 $B_э$ = 0,396 R = 0,063

Расчеты вероятности показали следующие особенности.

1. По критерию вероятности попадания в полигонных условиях автомат калибра 5,45 мм превосходит автомат калибра 7,62 мм. В боевой обстановке автоматы равноценны как при стрельбе лучшими стрелками (табл. 19), так и средними стрелками (характеристики рассеяния см. в табл. 17).

2. Проводить оценки вероятности попадания автомата без учета двоецентрия неправильно. Обобщенный закон рассеивания дает постоянные ошибки в сторону занижения результата.

3. Оптимальное рассеивание пулемета под винтовочный патрон составляет $C_э$ = 15 см. При меньших значениях вероятность попадания снижается. Дальнейшее повышение эффективности пулемета заключается в снижении ошибок стрельбы и повышении длины очередей.

4. Стереотип об эффективности снайперской винтовки в масштабах мотострелкового боя оказывается ошибочным.

5. При стрельбе на дальности 1 000 м и более высокую эффективность стрельбы показывает 30-мм пушка БМП, даже без учета осколочного действия.

Выводы

1. Повышение боевых возможностей мотострелковых подразделений возможно за счет правильного сочетания номенклатуры вооружения с боевыми свойствами оружия и задачей подразделения.

2. Оптимизация оружия подразделения отдельно по критериям *вероятность попадания*, *вероятность поражения*, *плотность огня* не позволяет получить наилучшую систему вооружения.

3. Оценка эффективности оружия подразделения должна проводиться с использованием более сложного и представительного критерия, учитывающего эффективность стрельбы, скорострельность, пространственное сближение сторон и уязвимость огневых средств.

4. Расчеты вероятности попадания — исключительно трудоемкий процесс. Единичные расчеты могут быть проведены табличным методом. Проведение исследований невозможно без применения вычислительной техники и создания программного обеспечения.

5. Важным подготовительным этапом вероятностных расчетов, является расчет ошибок стрельбы, требующий четкой стандартизации исходных данных и создания достоверного математического аппарата.

6. Следует различать расчеты для условий полигонных стрельб и условий боевых действий. Возможны ошибки в оценках с точностью до наоборот.

7. Вероятность попадания в цель примерно в равной степени является функцией четырех принципиально разных физических явлений: внешней баллистики пули, технического уровня, качества и оснащенности оружия, подготовки стрелка и качества боеприпасов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Боевой* устав Сухопутных войск. Ч. II: Батальон, рота. М.: Воениздат, 1990.

2. *Боевой* устав Сухопутных войск. Ч. III: Взвод, отделение, танк. М.: Воениздат, 1990.

3. *Боевой* устав пехоты Красной армии. Ч. 2: Батальон, полк. М.: Воениздат, 1945.

4. *Временный* полевой устав РККА 1936 г. / ПУ-36. М.: Оборонгиз, 1938.

5. *Белов П.А*. За нами Москва. М.: Воениздат, 1962.

6. *Битва* под Москвой. Хроника, факты, люди: В 2 кн. Кн. 2. М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2001.

7. *Зарицкий В.Н*., *Харкевич Л.А*. Общая тактика. Тамбов: Изд-во Тамбовского гос. техн. ун-та, 2007.

8. *Мухин Ю.И*. Если бы не генералы. Проблемы военного сословия. М.: Яуза, 2006.

9. *Строевой* пехотный устав (высочайше утвержден 06 апр. 1908 г., испр. и дополнения по 15 июля 1916 г.). Петроград: Издание Т-ва «В.А. Березовский», 1916.

10. *Тактика* в боевых примерах: Батальон / Под общ. ред. Е.Т. Марченко. М.: Воениздат, 1974.

11. *Тактика* мелких пехотных подразделений германской армии. М.: Воениздат, 1942.

12. *Исаев А.В*. Антисуворов. М.: Яуза — Эксмо, 2004.

13. *Меркац Ф*. Германское войсковое руководство по пулеметному делу: Пер. с нем. М.; Л.: Гос. изд-во воен. лит., 1927.

14. *Краткий* справочник по вооруженным силам Германии. М.: Воен. изд-во НКО СССР, 1941.

15 *Ануфриев С.В*. Развитие тактики стрелковых войск в годы Великой Отечественной войны. Ч.1: Стрелковые подразделения в основных видах боя / Учеб. пособие для курсантов. Донецк: ДВВПУ инженерных войск и войск связи, 1989.

16. *Тактико*-технические данные пехотного и артиллерийского оружия. Мощь огня стрелковых подразделений Красной армии. Солнечногорск, 1942.

17. *Тактика* в боевых примерах: Полк / Под общ. ред. А.И. Радзиевского. М.: Воениздат, 1974.

18. *Исаев А.В*. Берлин 45-го. Сражения в логове зверя. М.: Яуза — Эксмо, 2007.

19. *Мусалов А*. Даманский и Жаланашколь. Советско-китайский пограничный конфликт 1969 г. М.: Экспринт, 2005.

20. *Таблицы* стрельбы по наземным целям из стрелкового оружия калибра 5,45 и 7,62 мм (ТС ГРАУ № 61). М.: Воениздат, 1977.

21. *Платкин И.М.* Действия солдата, мотострелкового отделения (танка) в бою: Учеб. пособие. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007.

22. *Справочник* сержанта мотострелковых (танковых) войск. М.: Воениздат, 1987.

23. *ГОСТ 28653–90*. Оружие стрелковое. Термины и определения. М.: Госстандарт, 2005.

24. *7,62-мм* ротный пулемет образца 1946 г. Руководство службы. М.: Воениздат, 1949.

25. *Наставление* по стрелковому делу. Станковый пулемет системы Горюнова обр. 1943 г. М.: Воениздат, 1946.

26. *Зарубежные* методы сравнительной оценки боевых возможностей вооружения и военной техники сухопутных войск. М.: 6НИИ ГРУ ГШ, 1979.

27. *Шерешевский М.С.*, *Гонтарев А.Н*, *Минаев Ю.В*. Эффективность стрельбы из автоматического стрелкового оружия. М.: ЦНИИ информации, 1979.

28. *Лебединец А.Н*. Особенности аналитической оценки эффективности стрельбы стрелкового оружия // Оборонная техника. 1999. № 9–10. С. 7–10.

29. *Русаков Ю.Д*. Теория стрельбы автоматического стрелкового оружия и средств ближнего боя. Пенза: ПВАИУ, 1969.

30. *Лебединец А.Н*. Методика оптимизации проектных параметров при формировании комплекса боевых свойств оружия // Оборонная техника. 2006. № 1–2. С. 14–19.

31. *Лебединец А.Н*. Учет опыта проектирования в экспертных оценках качества стрелковых систем // Оборонная техника. 2003. № 5. С. 12–15.

32. *Вентцель Е.С*. Теория вероятностей. М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1958.

33. *Таблицы* стрельбы по наземным целям из стрелкового оружия (ТС ГАУ № 61) М.: Воениздат, 1962.

34. *Коновалов А.А*. *Николаев Ю.В*. Внешняя баллистика. М.: ЦНИИ информации, 1979.

35. *Шапиро Я.М*. Внешняя баллистика. М.: Оборонгиз, 1946.

36. *Вентцель Д.А*., *Шапиро Я.М*. Внешняя баллистика. Ч. 3: Таблицы. М.; Л.: Оборонгиз, 1939.

37. *Лебединец А.Н*., *Лапин И.Н*. Полигонный метод исследования ошибок наводки стрелкового оружия // Оборонная техника. 2008. № 1–2. С. 25–32.

38. *Лебединец А.Н*., *Черный В.Г*. Анализ ошибок наводки при выполнении оценок эффективности стрелкового оружия // Вооружение, автоматизация, управление. Ковров: 2006.

39. *Проработка* предложений по перспективной системе стрелкового вооружения Советской армии на период 1971–1975 годов и направления его развития на 1976–1980 годы («Система»): Промежуточный отчет по НИР / Отв. исп. П.А. Шевчук. Л.: в/ч 33491, 1968.

40. *Наставления* по стрелковому делу. М.: Воениздат, 1986.

41. *Лебединец А.Н. Черный В.Г*. О выборе оптимальной массы образца стрелкового оружия // Оборонная техника. 1999. № 10–13.

42. *Наставления* по стрелковому делу. Ручной пулемет ДП. М.: Воениздат, 1946.

43. *Таблицы* стрельбы по наземным целям из стрелкового оружия под винтовочный патрон (ТС ГАУ № 55). М.: Воениздат, 1949.

44. *Проектирование* противотанковых гранатометов и выстрелов / И.Г. Есаян и др. Пенза: ПВАИУ, 1966.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3
Вооруженная борьба подразделений пешего строя 4
1. Основные понятия и определения 4
2. Деление войск на подразделения 11

Организация и вооружение мотострелковых войск 19
1. Совершенствование организации и оружия подразделений 19
2. Опыт Великой Отечественной войны 29
3. Современные организационно-штатные структуры мотострелковых войск 33
4. Организационно-штатные способы повышения боевых возможностей отделений, взводов и рот 38
5. Организация отделения и взвода мотострелковых войск армии США 39
6. Сравнение организационно-штатных структур 42
7. Классификация стрелкового оружия и средств ближнего боя по тактическим признакам 42
8. Оценка огневых возможностей подразделений 53

Математическое описание стрельбы 56
1. Критерии эффективности стрельбы и их выбор 56
2. Основные понятия теории вероятности 58
3. Основы теории стрельбы 64
4. Классификация ошибок стрельбы 67
5. Анализ ошибок стрельбы 69
6. Характеристики рассеивания 86
7. Расчеты вероятности попадания 97
Выводы 106
Литература 108

Учебное издание

Лебединец Алексей Николаевич

**ОРГАНИЗАЦИЯ, ВООРУЖЕНИЕ
И БОЕВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ
МОТОСТРЕЛКОВЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ
МАЛОГО МАСШТАБА**

Редактор *В.М. Царев*
Корректор *Р.В. Царева*
Компьютерная верстка *А.Ю. Ураловой*

Подписано в печать 30.03.2012. Формат 60×84/8.
Усл. печ. л. 13,02. Тираж 100 экз. Изд. № 62. Заказ

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.
Типография МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5.

Для заметок