

А.И. Буравлев, доктор технических наук,
профессор
А.В. Захаров

Методика обоснования показателя эффективности базового комплекта боевой индивидуальной экипировки военнослужащего

В статье предлагается методика обоснования показателя эффективности базового комплекта боевой индивидуальной экипировки, основанная на оценке эффективности стрелкового оружия и средств индивидуальной бронезащиты. Проведен анализ эффективности отечественных и зарубежных образцов стрелкового оружия и средств индивидуальной бронезащиты. Сформулирована задача оптимизации базового комплекта боевой индивидуальной экипировки военнослужащих Вооруженных Сил Российской Федерации.

Введение

Анализ ведения боевых действий в локальных войнах и вооруженных конфликтах последнего времени отчетливо показал возрастание требований к боевой экипировке военнослужащего и их трансформацию под действием новых взглядов на выполнение боевых и специальных задач [1].

Поскольку терминологическая база в области боевой экипировки еще окончательно не сформирована, в данной статье используются следующие термины и их определения:

– индивидуальное стрелковое оружие – автоматические штурмовые винтовки, карабины и автоматы, а также снайперские винтовки калибра до 9-мм и массой до 5 кг, предназначенные для поражения живой силы;

– боевая индивидуальная экипировка – совокупность взаимосвязанных функционально и по назначению элементов и средств, обеспечивающих поражение целей, индивидуальную защиту и жизнедеятельность военнослужащего с целью эффективного выполнения им боевых задач;

– элемент боевой экипировки – конструктивно-законченная составная часть боевой экипировки определенного функционального назначения;

– комплект боевой индивидуальной экипировки – установленная определенным об-

разом совокупность индивидуальных средств боевой экипировки военнослужащего определенного функционального назначения, обеспечивающих эффективное выполнение военнослужащим боевых задач, как самостоятельно, так и в составе подразделения;

– базовый комплект боевой индивидуальной экипировки – основа комплекта боевой индивидуальной экипировки, представляющая собой минимально-необходимый набор боевых и обеспечивающих средств, предназначенных для всех военнослужащих, независимо от их воинской учетной специальности;

– рациональный вариант базового комплекта боевой индивидуальной экипировки – минимально-необходимый набор боевых и обеспечивающих средств, удовлетворяющих заданным требованиям по функциональному назначению, при условии минимизации их стоимости.

На необходимость совершенствования отечественной боевой экипировки военнослужащего неоднократно указывало руководство страны. Например, в газете «Военно-промышленный курьер (ВПК)» № 13 за 4 апреля 2012 года было опубликовано интервью заместителя председателя Правительства Д.Рогозина, в котором он сообщал о создании межведомственной рабочей группы для выработки перспективных тактико-технических требований к подсистемам боевой экипиров-

ки отечественного производства, главным критерием оценки качества которых станет их боевая эффективность.

Следует отметить, что создание современной отечественной боевой экипировки военнослужащих берет начало с 1979 года с момента ввода Советских войск в Афганистан, когда возникла крайняя необходимость защиты личного состава от пуль стрелкового оружия и осколков выстрелов ручных гранатометов, так как основные потери личного состава были именно от этих видов оружия. Компонировка боекомплекта, других средств поражения и обеспечения была неудобна, обмундирование не соответствовало требованиям ведения боевых действий в горно-лесистой местности с резко меняющимися климатическими условиями, а вес первых бронежилетов превышал 20 кг. Таким образом, возникла необходимость создания боевой индивидуальной экипировки (БИЭ) военнослужащих, обеспечивающей выполнение боевой задачи с максимальной эффективностью независимо от условий ведения боевых действий.

Первый комплект БИЭ прошел государственные испытания и был рекомендован к снабжению ВС РФ. Этот комплект БИЭ был назван базовым комплектом боевой индивидуальной экипировки (БКБИЭ), однако он представлял собой лишь набор средств вооружения и тылового обеспечения, не имея базовой основы (ядра), а его общий вес превышал 36 кг, что не соответствовало современным требованиям, предъявляемым к БКБИЭ.

Дальнейшее развитие БКБИЭ было направлено на обоснование перспективных характеристик элементов экипировки, их макетирование и проведение испытаний с целью подтверждения закладываемых технических решений.

В настоящее время ведется разработка комплектов боевой экипировки второго поколения для военнослужащих с учетом их функциональных обязанностей и особенностей решаемых ими задач.

Однако, несмотря на определенные успехи в совершенствовании отечественной боевой экипировки, целостный научно-методический аппарат обоснования боевой индивидуальной экипировки в настоящее время отсутствует. Отдельные вопросы разработки научно-методического аппарата обоснования рационального варианта БКБИЭ ранее рассматривались лишь фрагментарно.

Неотъемлемой составной частью разрабатываемого научно-методического аппарата обоснования рационального варианта БКБИЭ является методика обоснования показателя эффективности подсистем боевой экипировки военнослужащих ВС РФ.

Новый подход к формированию рационального варианта БКБИЭ основан на оптимизации выбора индивидуального стрелкового оружия (СО) калибра до 9-мм и массой до 5 кг и средств индивидуальной бронезащиты (СИБ) с общей массой бронешлема и бронежилета до 10,1 кг в штурмовом варианте и базовой комплектации в соответствии с тактико-техническими требованиями, предъявляемыми к подсистемам поражения и защиты КБИЭ с учетом их эффективности и стоимости.

Методический подход

Современный БКБИЭ должен обеспечивать успешное решение военнослужащими боевых задач как индивидуально, так и в составе подразделения.

Типовой состав БКБИЭ включает в себя пять основных подсистем: поражения, защиты, жизнеобеспечения, управления и энергообеспечения (рисунок 1).

Наиболее важными, с точки зрения выполняемых военнослужащими задач, являются подсистемы поражения и защиты, которые включают СО и СИБ.

Для эффективного решения боевой задачи, поставленной перед военнослужащим, необходимо, чтобы имеющиеся у него образцы СО и СИБ обладали требуемыми служебно-эксплуатационными свойствами, к которым относятся следующие:

- эффективность;
- маневренность;
- приспособляемость к местности;
- надежность;
- удобство в обслуживании;
- простота содержания [2, 3].



Рисунок 1 – Типовой состав комплекта боевой индивидуальной экипировки

Применительно к данной статье сравнительная оценка образцов СО и СИБ, стоящих на вооружении армий ведущих мировых держав, проводится по такому служебно-эксплуатационному свойству как эффективность.

Эффективность стрелкового оружия, как основного вида вооружения военнослужащего, определяется его ТТХ.

Одним из наиболее важных показателей эффективности стрелкового оружия является убойная энергия E_y боекомплекта оружия на эффективной (прицельной) дальности стрельбы [2, 3].

Величина убойной энергии рассчитывается как работа, производимая убойной силой на прицельной дальности стрельбы

$$E_y = F_y L, \tag{1}$$

где:

- E_y – величина убойной энергии;
- F_y – убойная сила;

L – прицельная дальность стрельбы.

Убойная сила рассчитывается через суммарный импульс выстреливаемого количества пуль (емкость магазина стрелкового оружия).

$$F_y = \frac{\lambda m n V_0}{\tau_c} = \lambda m n V_0, \tag{2}$$

где: $\tau = \frac{N}{n}$ – продолжительность стрельбы из оружия;

$\lambda = 0,9 \dots 0,95$ – коэффициент снижения начальной скорости пули при стрельбе на эффективную (прицельную) дальность;

m – масса пули;

V_0 – начальная скорость пули;

N – емкость магазина стрелкового оружия;

n – темп стрельбы.

Чем больше масса пули, тем больше масса оружия, а, следовательно, тем выше ее убойная энергия. Чем выше убойная энергия

стрелкового оружия, тем более эффективным оно является [2, 3].

Тогда величина убойной энергии будет вычисляться по следующей формуле.

$$E_y = \lambda mnV_0 L. \quad (3)$$

Величина убойной энергии пули, выпущенной из стрелкового оружия, может служить одним из показателей его боевой эф-

фективности. Обозначим этот показатель эффективности K_3^{co} , где $K_3^{co} \equiv E_y$.

Тактико-технические характеристики отечественных и зарубежных образцов СО приведены в таблицах 1, 2.

Из данных, представленных в таблицах 1 и 2, видно, что отечественные образцы занимают лидирующие позиции в приведенном перечне стрелкового оружия [4, 5].

Таблица 1 – Тактико-технические характеристики отечественного стрелкового оружия

| Модель | AK-74 | AK-74C | AKM | AKMC | AK101 | AK 102 | AK 103 | AK 104 | AK 105 | АЕК 971 | АЕК 972 | АЕК 973 | AK 9A91 | АН-94 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Страна разработчик | СССР | СССР | СССР | СССР | Россия | Россия | Россия | Россия | Россия | Россия | Россия | Россия | Россия | Россия |
| Калибр, мм | 5,45 | 5,45 | 7,62 | 7,62 | 5,56 | 5,56 | 7,62 | 7,62 | 5,56 | 5,45 | 5,56 | 7,62 | 9 | 5,45 |
| Начальная скорость пули, м/с | 900 | 900 | 880 | 880 | 910 | 850 | 715 | 670 | 840 | 880 | 850 | 700 | 270 | 900 |
| Темп стрельбы, в/мин | 600 | 600 | 660 | 660 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 900 | 900 | 900 | 800 | 600 |
| Прицельная дальность, м | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 500 | 1000 | 500 | 500 | 1000 | 1000 | 1000 | 400 | 700 |
| Масса магазина, кг | 0,172 | 0,172 | 0,240 | 0,240 | 0,175 | 0,175 | 0,240 | 0,240 | 0,175 | 0,172 | 0,175 | 0,240 | 0,189 | 0,172 |
| Масса пули, г | 5,72 | 5,72 | 8,00 | 8,00 | 5,84 | 5,84 | 8,00 | 8,00 | 5,84 | 5,72 | 5,84 | 8,00 | 9,45 | 5,72 |
| Емкость магазина, шт | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 20 | 30 |
| Масса оружия, кг | 3,2 | 3,1 | 3,3 | 3,5 | 4,0 | 3,6 | 4,0 | 3,6 | 3,6 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 2,3 | 4,3 |
| Значение показателя эффективности СО, кДж | 1544,9 | 1544,9 | 2323,2 | 2323,2 | 1593,6 | 744,3 | 1716,0 | 804,0 | 735,5 | 2265,8 | 2232,8 | 2520,0 | 272,1 | 1081,4 |

Таблица 2 – Тактико-технические характеристики стрелкового оружия ведущих зарубежных стран

| Модель | M16A1, A2 | M16A3, A4 | HK M27 | HK G-36 | HK G-36K | FAMA S | SA-80 L85A | ARX-160 | Galil ACE 22 | Galil ACE 31 | Galil ACE 52 | Тип 81 |
|---|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|----------------|---------|--------------|--------------|--------------|--------|
| Страна разработчик | США | США | Германия | Германия | Германия | Франция | Великобритания | Италия | Израиль | Израиль | Израиль | Китай |
| Калибр | 5,56 | 5,56 | 5,56 | 5,56 | 5,56 | 5,56 | 5,56 | 5,65 | 5,65 | 7,62 | 7,62 | 7,62 |
| Начальная скорость пули, м/с | 945 | 975 | 800 | 800 | 800 | 950 | 900 | 800 | 800 | 900 | 950 | 880 |
| Темп стрельбы, в/мин | 700 | 800 | 800 | 750 | 750 | 1000 | 650 | 700 | 700 | 650 | 650 | 650 |
| Прицельная дальность, м | 500 | 500 | 600 | 600 | 600 | 300 | 500 | 500 | 600 | 800 | 1000 | 1000 |
| Масса магазина, кг | 0,117 | 0,175 | 0,175 | 0,175 | 0,175 | 0,175 | 0,175 | 0,178 | 0,208 | 0,240 | 0,200 | 0,240 |
| Масса пули, г | 5,84 | 5,84 | 5,84 | 5,84 | 5,84 | 5,84 | 5,84 | 5,93 | 5,93 | 8,00 | 8,00 | 8,00 |
| Емкость магазина, шт | 20 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 35 | 30 | 25 | 30 |
| Масса оружия, кг | 3,6 | 4,5 | 3,8 | 3,8 | 3,5 | 3,8 | 5,0 | 3,2 | 3,5 | 3,6 | 3,8 | 3,7 |
| Значение показателя эффективности СО, кДж | 643,6 | 1138,3 | 1120,8 | 1050,7 | 1050,7 | 831,8 | 853,7 | 830,4 | 1162,6 | 1872,0 | 2058,3 | 2288,0 |

По данным таблиц построены графики (рисунок 2).

Из графика, представленного на рисунке 2, видно, что исходная совокупность образцов разделяется на два кластера:

– верхний кластер I образуют автоматы АЕК973, АКМ, АКМС, АЕК971, АЕК972, АК-74С, АК-74, АК103, имеющие более высокий показатель эффективности;

– нижний кластер II образуют автоматы АН-94, АК-101, АК-102, АК-105, АК 9А91, обладающие низким показателем эффективности, поэтому далее они не рассматриваются.

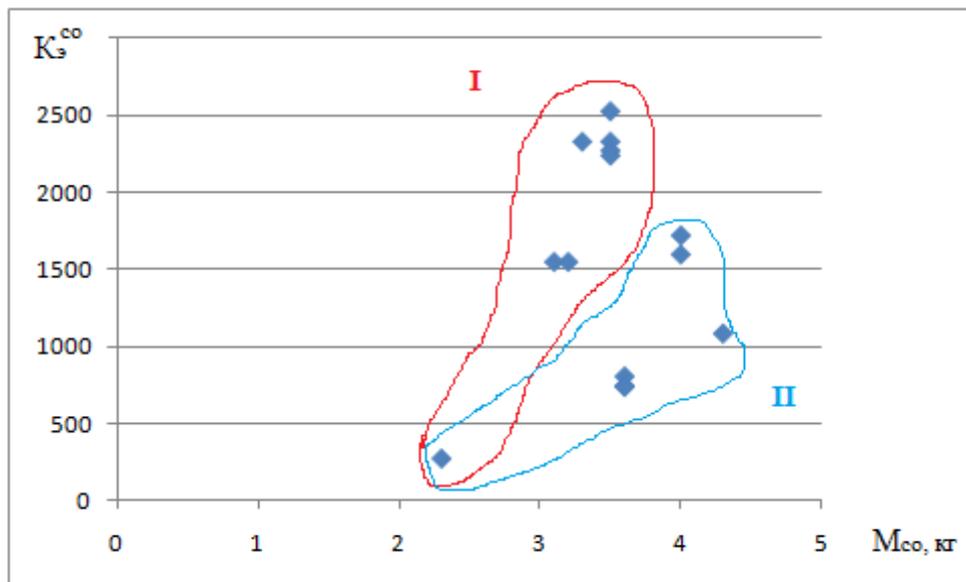


Рисунок 2 – Зависимость показателя эффективности отечественных автоматов от их массы

На рисунке 3 показан график зависимости коэффициента эффективности зарубежных штурмовых винтовок от их массы. Здесь также можно выделить два кластера, один из

которых включает перечень наиболее эффективных образцов: Galil ACE 31, Galil ACE 52, (Израиль), Тип 81 (Китай), НК М27, НК G-36К (Германия).

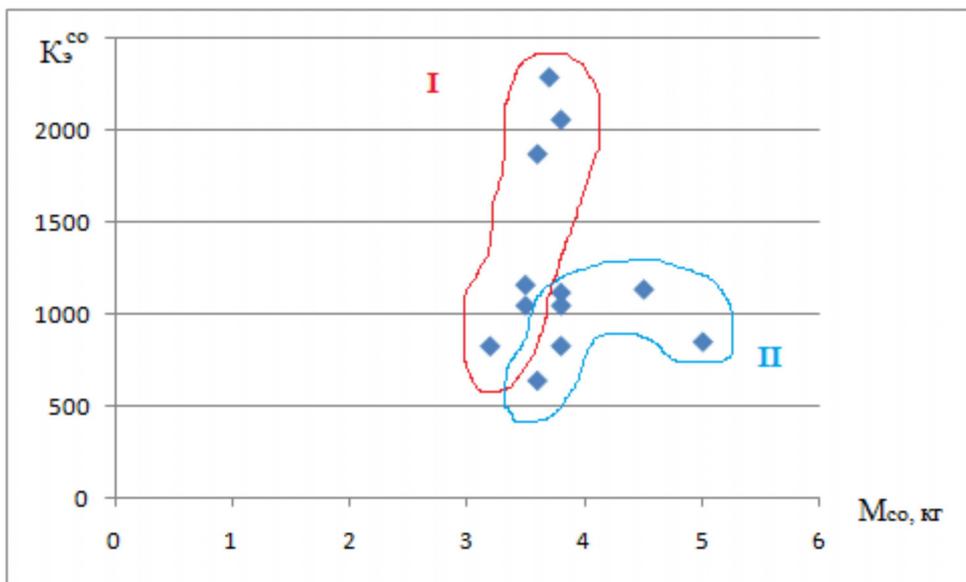


Рисунок 3 – Зависимость показателя эффективности наилучших образцов зарубежного автоматического оружия от их массы

Таким образом, чем больше калибр и масса СО, тем выше величина убойной энергии, а, следовательно, больше эффективность этого

СО. Конструкторы отечественного СО при проведении сравнительной оценки конструктивно-технологического уровня используют

так называемый условный коэффициент использования металла, который заключается в отношении величины дульной энергии СО к его массе, что более или менее полно характеризует конструкцию СО [2, 3].

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что отечественный конструктивно-технологический уровень СО

значительно выше зарубежного, так как обеспечивает создание более эффективного индивидуального стрелкового оружия при его меньшей массе.

В таблицах 3-6 приведены ТТХ отечественных и зарубежных бронежилетов и бронешлемов [6-7].

Таблица 3 – Тактико-технические характеристики отечественных бронежилетов

| Бронежилеты | Россия | Россия | Россия | Россия | Россия | Россия | Россия |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| Модель | 6Б11 ^а | 6Б12 ^а | 6Б23 ^б | 6Б23-1 ^б | 6Б23-2 ^б | 6Б43 ^в | 6Б43-3 ^в |
| Класс защиты | 2 | 3 | 2 | 3 | 6 | 6А | 6А |
| Масса, кг | 4,6 | 8,5 | 4,1 | 8 | max 13 | min 7,5 | max 15 |
| Площадь защиты общая, дм ² | 50 | 55 | 48 | 50 | 50 | 45 | 55 |

а – бронежилеты, изготовленные с применением металлических сплавов

б – бронежилеты, изготовленные с применением керамокомпозита на основе волокна Русар

в – бронежилеты, изготовленные с применением керамокомпозита на основе волокон Русар и Арус

Таблица 4 – Тактико-технические характеристики отечественных бронешлемов

| Бронешлемы | Россия | Россия | Россия | Россия | Россия | Россия | Россия |
|---------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Модель | 6Б7 ^а | 6Б7-1 ^а | 6Б7-1М ^а | 6Б27 ^а | Алтын ^в | Рысь-Т ^в | Витязь ^в |
| Класс защиты | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5А |
| Масса, кг | 1,1 | 1,2 | 1,25 | 1,3 | 5,1 | 5,9 | 6,9 |
| Площадь защиты общая, дм ² | 10 | 12,7 | 12,7 | 13 | 18 | 21 | 22 |

а – бронешлемы, изготовленные с применением однородных органокомпозитов Русар и Арус

в – многокомпонентные штурмовые усиленные бронешлемы с забралом и встроенными средствами связи

Таблица 5 – Тактико-технические характеристики зарубежных бронежилетов

| Бронежилеты | Великобритания | США | США | Германия | Франция | Норвегия |
|---------------------------------------|----------------|-----------------------|--------------------------|-------------|-------------|-----------|
| Модель | Osprey Mark 4* | IMTV* | IOTV Gen-2* | MI-275-949* | Gilet-PB-3* | TRYM QRS* |
| Класс защиты | 4 | 4 | 5А | 5 | 5 | 4 |
| Масса, кг | 12,7 | 13 (+ESAPI и ESBI) | 14,37 (+ESAPI и ESBI) | 12 | 14 | 12,1 |
| Площадь защиты общая, дм ² | 53,7 | 67,3 | 83,2 | 56,5 | 63,3 | 47,5 |

* – бронежилеты, изготовленные с применением керамокомпозитов на основе волокна Кевлар

Таблица 6 – Тактико-технические характеристики зарубежных бронешлемов

| Бронешлемы | США | США | США | Израиль | Индия | Болгария |
|---------------------------------------|------|-------|----------|---------------|-----------|----------|
| Модель | ACH* | MICH* | GT-2000* | Attack Mark 2 | Tank Crew | BK-3 |
| Класс защиты | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 |
| Масса, кг | 1,1 | 1,22 | 1,35 | 1,1 | 1,45 | 1,45 |
| Площадь защиты общая, дм ² | 10,5 | 11,5 | 12,5 | 11,5 | 9,5 | 11,5 |

* – бронешлемы, изготовленные с применением органокомпозитов на основе волокна Кевлар

Из приведенных данных следует, что уровень (класс) и площадь защиты СИБ также зависит от их массы, используемого материала, технологии производства и компоновки.

Масса СИБ определяется соотношением:

$$M_{сиб} = V_{сиб} \rho_{матбрп} = S_{сиб} l_{брп} \rho_{матбрп}, \quad (4)$$

где:

$M_{сиб}$ – масса СИБ;

$V_{сиб}$ – объем СИБ;

$S_{сиб}$ – площадь СИБ;

$l_{брп}$ – толщина бронепанели;

$\rho_{матбрп}$ – плотность материала, из которого изготовлено СИБ.

Вместе с тем, анализ результатов натуральных войсковых испытаний боевой экипировки военнослужащих ВС РФ, полученных с использованием комплекса методик опытной войсковой эксплуатации опытных образцов БИЭ, показал, что масса СИБ значительно влияет на продолжительность времени боевого функционирования военнослужащего $T_{бф}$, выполняющего боевую задачу. С увеличением массы СИБ резко снижается время боевого функционирования военнослужащего. На рисунке 4 показана зависимость времени боевого функционирования военнослужащего от массы СИБ.

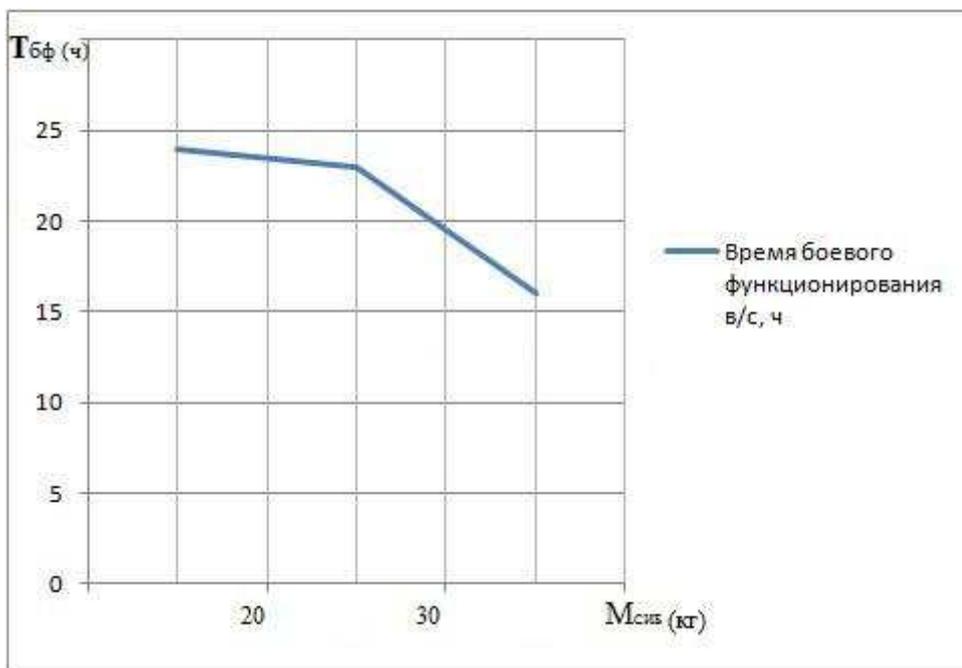


Рисунок 4 – Зависимость времени боевого функционирования

Таким образом, масса СО и СИБ выступает косвенным показателем эффективности и защищенности военнослужащего, выполняющего боевую задачу.

В результате возникает задача определения варианта БКБИЭ, при котором бы обеспечивался заданный уровень защищенности и эффективности СО военнослужащего при ограничениях на общую массу БКБИЭ, который определяется заданной продолжительностью его боевого функционирования.

Результаты проведенного сравнительного анализа позволяют на примере подсистем по-

ражения и защиты сформулировать задачу поиска рационального варианта БКБИЭ как задачу математического программирования.

Каждый элемент БКБИЭ, в том числе СО и СИБ, имеет определенные массогабаритные характеристики, так что общая масса БКБИЭ $M_{БКБИЭ}$ не должна превышать некоторой заданной величины

$$M_{БКБИЭ} = \sum_{i=1}^L M_i \leq M_{БКБИЭ}^{зад}, \quad (5)$$

где:

$M_{БКБИЭ}$ – масса БКБИЭ;

M_i – масса i -го вида подсистем БКБИЭ;

l -число видов подсистем БКБИЭ;

$M_{БКБИЭ}^{зад}$ – масса БКБИЭ заданная.

Обозначим:

$x_i \in \{1,0\}$ – индикатор выбора типа оружия из некоторого набора образцов стрелкового вооружения;

$y_j \in \{1,0\}$ – индикатор выбора средств защиты из набора образцов средств защиты.

Каждый образец стрелкового оружия характеризуется массой M_{COi} и стоимостью C_{COi} , а образец средств индивидуальной защиты – массой $M_{СИБj}$ и стоимостью $C_{СИБj}$.

Постановка задачи: требуется сформировать рациональный вариант БКБИЭ, исходя из условия минимума затрат на его закупку

$$M_{БКБИЭ} = \sum_{i=1}^n C_{COi} x_i + \sum_{j=1}^m C_{СИБj} y_j \Rightarrow \min (x, y) \quad (6)$$

при ограничениях на:

эффективность СО $K_{э}^{CO} \geq K_{э}^{зад}$,

общую массу боевого снаряжения

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n M_{COi} x_i &\leq M_{CO}^{зад}; \\ \sum_{j=1}^m M_{СИБj} y_j &\leq M_{БКБИЭ} - M_{CO}. \end{aligned} \quad (7)$$

Возможна другая постановка задачи, при той же целевой функции, когда приоритет отдается средствам защиты, а не вооружению военнослужащего

$$\sum_{j=1}^m M_{COj} y_j \leq M_{СИБ}^{зад};$$

$$\sum_{i=1}^n M_{COi} x_i \leq M_{БКБИЭ} - M_{СИБ}. \quad (8)$$

Обе задачи являются задачами линейного программирования в булевых переменных. Для их решения можно использовать алгоритм, основанный на построении дерева решений [9].

Согласно этому алгоритму выбор типа СО и СИБ производится последовательно по минимуму отношений $\frac{C_{COi}}{M_{COi}}$, $\frac{C_{СИБj}}{M_{СИБj}}$ до момента выполнения ограничений (7) или (8). При достижении этих ограничений алгоритм делает останов.

Полученный рациональный вариант БКБИЭ военнослужащего удовлетворяет минимуму затрат на его закупку и ограничениям по эффективности и массе.

Заключение

Разработанная методика обоснования показателя эффективности боевой индивидуальной экипировки является неотъемлемой частью разрабатываемого научно-методического аппарата обоснования рационального варианта БКБИЭ и позволяет наряду с натурными испытаниями получить объективную оценку боевой эффективности БКБИЭ.

Реализация методики в программно-моделирующем комплексе позволит автоматизировать процесс поиска рациональных вариантов элементов и подсистем БКБИЭ, что значительно сократит временные затраты [10 - 12].

Список использованных источников

1. Боевая экипировка пехоты // Арсенал (журнал Военно-промышленное обозрение). – 2010. – № 5.
2. Грязев А.П., Шипунов А.Г. Проектирование стрелково-пушечного вооружения // library.tsy.tula/catalog/
3. Кириллов В.М. Основы устройства и проектирования стрелкового оружия. – Пенза: ПВАИУ, 1963.
4. Стрелковое оружие России // Военная энциклопедия. – М., 1993.
5. Энциклопедия стрелкового оружия XX и XXI веков. – М., 2006.
6. Смирнов В.П. Средства индивидуальной бронезащиты // samlib.s/smirnow/bronik.stmal.

7. Аналитическая справка второго научного отделения РАРАН «Сравнительные свойства отечественных и зарубежных средств индивидуальной бронезащиты». – М., 2011.

8. Каталог «Бронежилеты российских, белорусских и украинских производителей». – М.: «НИИ Стали», 2003.

9. Ху Т. Целочисленное программирование и потоки в сетях. – М.: Мир, 1974.

10. Захаров А.В. Необходимость разработки методического аппарата обоснования рационального варианта базового комплекта боевой индивидуальной экипировки военнослужащих различных военно-учетных специальностей Вооруженных сил Российской Федерации // Сборник трудов XIV всероссийской научно-практической конференции РАРАН, НПО СМ. – СПб., 2011.

11. Захаров А.В. Принципы создания программно-моделирующего комплекса обоснования рационального варианта базового комплекта боевой индивидуальной экипировки // Сборник трудов XV всероссийской научно-практической конференции РАРАН, НПО СМ. – СПб., 2012.

12. Захаров А.В. Программно-моделирующий комплекс обоснования рационального варианта базового комплекта боевой индивидуальной экипировки // Сборник трудов научно-практической конференции молодых ученых «Экономика и Вооружение», 46 ЦНИИ МО РФ. – М., 2012.