

ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛИЧЕСТВА ВОИНСКИХ ФОРМИРОВАНИЙ В СОСТАВЕ ГРУППИРОВКИ ВОЙСК

к.т.н. М.А. Авдеев, И.В. Шимко
(представил д.в.н., проф. В.П. Городнов)

Решается задача оптимизации количества воинских формирований при максимизации их суммарного боевого потенциала. Решение задачи основывается на том факте, что боевые возможности воинского формирования зависят от затрат на его содержание, которые при фиксированных общих расходах на содержание всех формирований зависят от количества имеющихся формирований.

Постановка проблемы. Реформирование Вооруженных Сил Украины (ВСУ) преследует цель повышения их боевых возможностей. Этого предполагается достичь путем трансформации статей расходов на их содержание. Именно предполагается за счет сокращения личного состава, вывода из боевого состава значительной части вооружения и военной техники, сэкономленные на их содержании средства использовать для модернизации имеющихся образцов вооружения и техники, закупки новых образцов, а также увеличения объема и качества боевой подготовки.

Так, если в настоящее время на содержание ВСУ тратится около 90% бюджета Министерства обороны и только 10% – на их развитие (включающее проведение боевой подготовки, оснащение, проведение исследований и т.п.), то уже через два года это соотношение предполагается изменить на 65 и 35% соответственно.

В этой связи актуальным является оптимизация количества воинских формирований. Критерием оптимальности является максимум суммарных боевых возможностей этих формирований. Затраты на их содержание и проведение боевой подготовки фиксированы.

Анализ последних исследований и публикаций. Постановке и решению задачи оптимизации состава и структуры ВС, их видов и родов войск уделяется внимание в литературе. Например, в книге [1] приводятся многочисленные примеры постановки и решения подобных задач. В статьях [2, 3] решается проблема оптимизации состава ВС по типам вооружений и военной техники. В статье [4] исследуются затраты на летный час боевой подготовки в зависимости от годового налета на один самолет. Однако в опубликованных работах боевые возможности воин-

ских формирований отождествляются с тактико-техническими характеристиками имеющихся вооружений и военной техники [2, 3] или совсем не рассматриваются [4]. Влияние же на эти боевые возможности степени подготовки личного состава не учитывается. Последняя же определяется объемом и качеством боевой подготовки, которые в свою очередь зависят от затрат на ее проведение. Однако проблема оптимизации объема боевой подготовки до сих пор в достаточной мере не исследована. Требуемый же объем боевой подготовки в качестве одного из основных факторов определяет оптимальный количественный состав войск.

Цель статьи. Формализация и решение задачи оптимизации количества воинских формирований по критерию максимума их суммарных боевых возможностей при ограничении суммарных затрат на их содержание и проведение боевой подготовки.

1. Качественное описание задачи. Зависимость боевых возможностей отдельно взятого воинского формирования от объема средств, выделяемых на функционирование этого формирования, изображена на рис. 1.



Рис. 1. Боевые возможности формирований в функции от затрат на их функционирование: 1 – исходные параметры; 2 – более затратная боевая подготовка; 3 – более затратное содержание личного состава и т.д.

Графики 1 – 3 отличаются значениями параметров, характеризующих данную зависимость. До определенного уровня затрат (точки A1, A2, A3) все выделяемые средства расходуются на содержание личного состава, служебного и казарменного фонда и т.д. Например, при выделении формированию, описываемому первым графиком, средств в объеме A1 все они расходуются на содержание этого формирования. При этом личному составу в полном объеме и своевременно выдается денежное содержание, своевременно производится ремонт имеющейся инфраструктуры и т.д. Однако боевая подготовка не проводится из-за отсут-

ствия средств на ее проведение. В результате боевые возможности формирования практически равны нулю.

Если средств выделяется меньше, чем $A1$, задерживается денежное содержание, из-за отсутствия плановых ремонтов приходит в негодность инфраструктура и т.п. С возрастанием затрат за пределы $A1$ часть средств уже может быть выделена на проведение боевой подготовки, в результате боевые возможности воинского формирования растут. При достижении определенного уровня затрат на боевую подготовку боевые возможности практически перестают расти – наступает насыщение.

Общие боевые возможности всех воинских формирований в первом приближении можно считать равными сумме боевых возможностей каждого из формирований. Если общие затраты на все воинские формирования фиксированы и формирований много, то каждому воинскому формированию средств выделяется мало, уровень его боевых возможностей низкий. Общие боевые возможности определяются в этом случае в первую очередь количеством формирований. Однако их качество может оказаться низким. В результате – низкий уровень суммарных боевых возможностей. Значит, чрезмерное увеличение количества формирований может быть нерациональным (эффект "проедания" средств).

В противоположность этому случаю при малом количестве формирований каждому из них выделяется много средств. Уровень боевых возможностей каждого формирования высок. Однако, суммарные боевые возможности могут оказаться также, как и в первом случае, низкими, но уже по причине малого количества формирований. В этом случае будет сказываться эффект насыщения, когда при значительных дополнительных затратах на боевую подготовку боевые возможности возрастают незначительно. Следовательно, и чрезмерное сокращение количества формирований также может быть нерациональным.

Качественно ясно, что должен существовать некоторый оптимум – такое количество формирований, при котором их суммарные боевые возможности максимальны (при фиксированных общих затратах на их функционирование). Задача и состоит в определении этого оптимального количества.

Подчеркнем, что проблема возникает из-за характера функции зависимости уровня боевых возможностей формирования от затрат на его функционирование – наличия "зоны нечувствительности" (затрат на содержание) и насыщения.

2. Формализация задачи. Пусть всего на содержание всех воинских формирований выделяется средств C_n . Средства распределяются между n частями (воинскими формированиями). Здесь n может быть дробным числом. Средства распределяются равномерно между частями

и на каждую часть приходится средств $C_1 = C_n / n$. Зависимость боевых возможностей части от выделяемых средств зададим выражением

$$P_1 = P_1(C_1) = \begin{cases} P_0 (1 - \exp(-d(C_1 - b))), & \text{если } C_1 < b; \\ 0, & \text{иначе,} \end{cases} \quad (1)$$

где P_0, d, b – параметры.

Параметр P_0 определяет предельный уровень боевых возможностей одной части. Параметр b – минимальный уровень затрат на одну часть, с которого начинается проведение боевой подготовки (затраты на содержание). Параметр d определяет стоимость боевой подготовки – скорость нарастания уровня боевых возможностей с увеличением затрат на боевую подготовку. Чем больше d , тем дешевле подготовка – быстрее с возрастанием затрат растут боевые возможности части.

Суммарные боевые возможности всех частей P_n определяются как сумма боевых возможностей каждой из частей:

$$P_n(n) = nP_1 = nP_0(1 - \exp(-d(C_n/n - b))). \quad (2)$$

Необходимо определить такое n_0 , при котором суммарные боевые возможности достигают максимального значения:

$$n_0 \rightarrow \max_n P_n. \quad (3)$$

Дифференцируем выражение (2) по переменной n

$$P'_n(n) = P_0(1 - \exp(-d(C_n/n - b))) - P_0 d C_n \exp(-d(C_n/n - b))/n. \quad (4)$$

Для определения точки экстремума приравниваем (4) к нулю

$$1 - \exp(-d(C_n/n - b)) - P_0 d C_n \exp(-d(C_n/n - b))/n = 0. \quad (5)$$

Решая полученное уравнение, получаем искомое значение n_0 – точку экстремума функции (2).

Уравнение (5) может быть решено численно. Решение также может быть выражено следующим образом:

$$n_0 = - \frac{dC_n}{W(-\exp(-1 - db)) + 1}, \quad (6)$$

где функция $W(x)$ есть решение уравнения

$$W(x) \exp(W(x)) = x. \quad (7)$$

Функция $W(x)$ может быть вычислена разложением в ряд

$$W(x) = x - x^2 + \frac{3}{2}x^3 - \frac{8}{3}x^4 + \frac{125}{24}x^5 - \frac{54}{5}x^6 + \frac{16807}{720}x^7 - O(x^8). \quad (8)$$

Из физических соображений ясно, что n_0 – точка максимума (в общем случае это нужно доказать).

3. Численный пример. В качестве примера на рис. 2 приводятся графики функций $P_1(C_1)$ (рис. 2, а) и $P_n(n)$ (рис. 2, б) при следующих

значениях параметров: $b = 1000$; $P_0 = 1$; $C_n = 10000$; $d = 0,0001$ (график 1) и $0,0005$ (график 2).

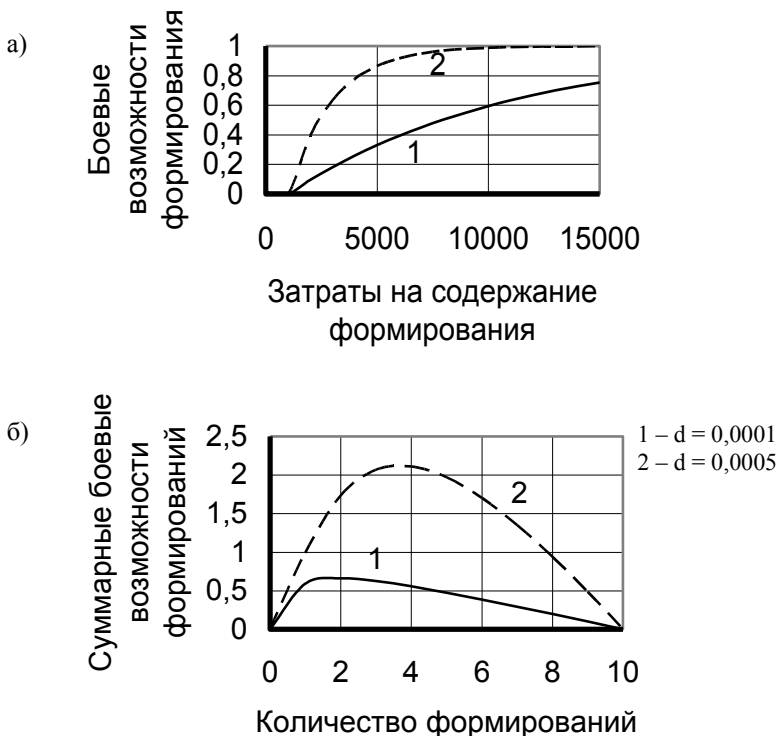


Рис. 2. К определению оптимального количества формирований

Ясно, что чем дороже стоит боевая подготовка (чем меньше d), тем при равном финансировании следует меньше иметь формирований и наоборот, что и иллюстрируется графиками. При "дорогой" подготовке ($d = 0,0001$, боевые возможности с увеличением затрат растут медленно) оптимальным оказывается иметь два формирования. Это позволяет выделить по 5000 единиц средств (C_1) на содержание каждого формирования и получить боевые возможности каждого формирования 0,33, а суммарные боевые возможности – 0,66. При трех формированиях на содержание каждого формирования выделяется 3333 единицы средств, что дает боевые возможности каждого формирования 0,21 и суммарные – 0,63 (на 5% меньше). При четырех формированиях суммарные боевые возможности оказывается равными 0,56 – на 15% меньше. При семи формированиях суммарные боевые возможности уменьшаются уже более чем в половину.

При менее "дорогой" подготовке ($d = 0,0005$) боевые возможности с увеличением затрат растут быстрее, для достижения одного и того же уровня требуются меньшие затраты, чем при "дорогой" подготовке. Поэтому на боевую подготовку можно выделить меньше средств, а частей иметь больше. Оптимальным оказывается иметь четыре формирования. Увеличение их вдвое – до восьми – уменьшает и суммарные боевые возможности более чем вдвое.

Чем менее затратная боевая подготовка, тем заметнее изменяются суммарные боевые возможности с изменением количества формирований.

Выводы. Таким образом, задача оптимизации затрат на функционирование воинских формирований или, что то же самое, оптимизации количества этих формирований, формализована и решена. Для определения оптимального количества авиационных формирований в составе, например, ВВС ВС Украины, необходимо располагать соответствующими параметрами приведенной формализации. Кроме того, фактическое решение, возможно, потребует учета ряда других параметров, влияющих на эффективность применения ВВС.

Следует также заметить, что задача решена в простейшей постановке. В общем случае необходимо будет учитывать дополнительные усложняющие условия: необходимость закупки техники и вооружения, их модернизации, затраты на первоначальное обучение личного состава и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Радвик Б. Военное планирование и анализ систем. – М.: Воениздат, 1972. – 480 с.
2. Герасимов А.П., Шевцов А.И. Метод оцінки співвідношення сил в операціях // Наука і оборона. – 2001. – № 1. – С. 30 – 34.
3. Герасимов А.П., Шевцов А.И., Шаталова О.Г., Бараиш Ю.Н. Оптимізація структури бойових засобів збройних сил: методологія, апробація, попередні результати // Наука і оборона. – 2002. – № 1. – С. 25 – 31.
4. Кудрявцев А.Ф. Методика проведення економічного аналізу заходів бойової підготовки частин ВПС Збройних Сил України // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ. – 2004. – Вип. 2(49). – С. 26 – 33.

Поступила 27.04.2004

АВДЕЕВ Михаил Александрович, канд. техн. наук, с.н.с., профессор кафедры Харьковского института ВВС. В 1982 году окончил Харьковское ВВАИУ. Область научных интересов – моделирование боевых действий.

ШИМКО Игорь Витальевич, адъюнкт кафедры Харьковского института ВВС. В 1995 году окончил Харьковский институт летчиков. Область научных интересов – планирование боевой подготовки.