

Научная статья
УДК 623-9

К вопросу оптимального распределения ассигнований, выделяемых в программный период, на закупку и ремонт вооружения и военной техникой

Александр Иванович Буравлев, Михаил Сергеевич Белорозов,
Алексей Вячеславович Михалкин

Аннотация. Актуальность статьи связана с решением задачи оптимального распределения запланированного объема ассигнований на государственную программу вооружения (ГПВ) в части оснащения войск современным вооружением и военной техникой (ВВТ) и их техническое обеспечение в течение программного периода. В статье предлагается подход, в основе которого оценка военно-технического уровня воинских формирований различного уровня производится через показатели боевого потенциала и коэффициента исправности ВВТ. Это позволяет с единых позиций оценивать боевые возможности Вооруженных сил с учетом реализации мероприятий ГПВ и осуществлять оптимальное распределение запланированных ассигнований по основным направлениям программы: закупку новой техники, ремонт и модернизацию техники, находящейся в войсках, списание и утилизацию старой техники. Данный подход используется для решения задачи оптимального распределения выделенных ассигнований на ГПВ для закупки ВВТ и обеспечения требуемого уровня их боевой готовности в войсках. Статья имеет практическую направленность и может быть использована как основа в ходе распределения выделенных ассигнований на реализацию программных мероприятий в рамках государственной программы вооружения по оснащению группировки ВВТ и обеспечению его технической готовности в процессе эксплуатации по критерию «обеспечение максимальной технической готовности ВВТ и боевого потенциала группировки при заданной стоимости затрат на их обеспечение».

Ключевые слова: боевая готовность воинских формирований; техническая готовность вооружения и военной техники; техническое обеспечение войск; боевые потенциалы воинских формирований; исправность вооружения и военной техники; оснащенность воинских формирований вооружением

Для цитирования: Буравлев А.И., Белорозов М.С., Михалкин А.В. К вопросу оптимального распределения ассигнований, выделяемых в программный период, на закупку и ремонт вооружения и военной техникой // Вооружение и экономика. 2024. №3(69). С. 13-19.

Original article

On the Issue of Optimal Appropriations Distribution Allocated During the Program Period for the Weapons and Military Equipment Procurement and Repairs

Aleksandr I. Buravlev, Mikhail S. Belorozov, Aleksei V. Mikhalkin

Abstract. The relevance of the article is related to the optimal distribution problem solution of the planned volume of allocations for the state armament program in terms of forces equipping with modern weapons and military equipment and their technical support during the program period. The article proposes an approach based on the military-technical level assessment of military formations at various levels through the combat potential indicators and weapons and military equipment serviceability ratio. This makes it possible to evaluate the combat capabilities of the Armed Forces from a unified position, taking into account the State Armaments Program activities implementation, and to carry out the optimal distribution of planned allocations across the main areas of the program: the purchase of new equipment, the repair and modernization of equipment in service with the forces, old equipment decommissioning and disposal. This approach is used to the problem solution of optimal of allocated appropriations distribution for the State Armed Forces for the purchase of weapons and military equipment and ensuring the required level of their forces combat readiness. The article has a practical focus and can be used as a basis in the course of budget distribution for the program activities implementation within the framework of the state armament program to equip the military group and provide its technical availability during operation according to the "maximum technical readiness of military equipment and group combat potential availability for the provision assigned cost" criterion.

Keywords: combat readiness of military formations; technical weapons and military equipment availability; technical support of forces; combat potentials of military formations; weapon and military equipment serviceability; military formations equipment

For citation: Buravlev A.I., Belorozov M.S., Mikhalkin A.V. On the Issue of Optimal Appropriations Distribution Allocated During the Program Period for the Weapons and Military Equipment Procurement and Repairs. Vooruzhenie i ekonomika = Armament and Economics. 2024;69(3): 13-19. (In Russ.).

Введение

Одной из центральных задач программно-целевого планирования развития системы вооружения является поддержание боевой готовности и боевой мощи Вооруженных сил (ВС) РФ в течение программного периода. Достижение требуемого уровня боевой готовности ВС осуществимо при условии обеспечения требуемых уровней технической готовности и военно-технического уровня образцов ВВТ, находящихся на вооружении ВС, а также при соответствующем объеме финансирования мероприятий, обеспечивающих этот уровень в рамках оснащения войск новыми образцами ВВТ и ремонта техники, находящейся в войсках, в рамках ее технического обеспечения. Таким образом, задача оптимального распределения объема ассигнований запланированных на государственную программу вооружения (ГПВ) в части оснащения войск современным вооружением и военной техникой (ВВТ) и их техническое обеспечение играет важную роль для достижения целевых установок выполнения мероприятий ГПВ в части показателей оснащенности, исправности, современности, боеготовности и боевого потенциала ВВТ в составе группировки войск.

Боевые возможности войск характеризуются уровнем их боевой готовности, номенклатурой (типажом), численностью и уровнем исправности ВВТ в составе воинских формирований (ВФ) различного уровня, а также в составе войсковых и стратегических запасов ВС. Совокупность указанных характеристик в обобщенном виде принято выражать термином «боевой потенциал». В настоящее время существуют различные подходы, модели и методики количественной оценки боевого потенциала ВФ [1]. Наиболее простым и физически интерпретируемым является подход, основанный на моделировании противоборства сторон и оценке его результатов [2]. Противоборство всегда связано с поражением объектов противника и нанесением ему определенного ущерба. При этом в первую очередь поражаются активные средства противника (ударные комплексы, системы их управления, системы связи между подразделениями, живая сила, запасы материальных средств и боеприпасов). Именно эти составляющие определяют боевую готовность и способность выполнения поставленных боевых задач. Доля вышепораженных объектов характеризует обобщенный ущерб, нанесенный противнику, т.е. его потери, и возможность его продолжать военное противоборство. При достижении определенных потерь противоборство завершается победой одной из сторон.

Одной из первых моделей противоборства, записанной в строго математической форме, является модель Осипова-Ланчестера [2; 3]. Она оперирует со средней численностью активных средств N противоборствующих сторон и интенсивностью поражения (среднее число пораженных целей за расчетную единицу времени) λ .

Все эти числовые характеристики являются измеримыми с определенной точностью. Уравнения динамики средних численностей противоборствующих сторон имеют вид:

$$\frac{dN_1}{dt} = -\lambda_2 N_2; \frac{dN_2}{dt} = -\lambda_1 N_1; N_1(0) = N_1; N_2(0) = N_2. \quad (1)$$

Из выражений (1) видно, что именно правые части уравнений количественно характеризуют боевые возможности сторон, т.е. *боевые потенциалы* ВФ.

Используя в качестве показателя боевых потенциалов ВФ величину $\Pi = \lambda N$, можно перейти от уравнений для средних численностей ВФ (1) к уравнениям для их боевых потенциалов ВФ¹:

$$\frac{d\Pi_1}{dt} = -\lambda_1 \Pi_2; \frac{d\Pi_2}{dt} = -\lambda_2 \Pi_1; \Pi_1(0) = \lambda_1 N_1(0); \Pi_2(0) = \lambda_2 N_2(0).$$

Рассмотрим показатель соотношения боевых потенциалов противоборствующих ВФ:

$$K_{\text{БП}} = \frac{\Pi_1}{\Pi_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \cdot \frac{N_1}{N_2} = K_{\text{УС}} \cdot K_{\text{СС}}, \quad (2)$$

который равен произведению коэффициентов соотношения боевой эффективности ударных средств $K_{\text{УС}} = \lambda_1/\lambda_2$ и их численностей в составе ВФ $K_{\text{СС}} = N_1/N_2$. Именно показатель

¹ Брезгин В.С., Буравлев А.И. Уравнения динамики боевых потенциалов противоборствующих группировок // Вооружение и экономика. 2011. №1(13). С. 59-65.

соотношения боевых потенциалов $K_{БП} = \Pi_1/\Pi_2$, а не их абсолютные значения определяют конечный результат противоборства. При $K_{БП} > 1$ бой выигрывает первая сторона, а при $K_{БП} > 2$ по законам военной науки² она одерживает безусловную победу.

Дальнейшее развитие моделей противоборства было направлено на включение в них параметров управления боем (обнаружение целей, целеуказание, целераспределение, маневрирование), управления огнем (стрельба серией, залпами), восполнения боекомплектов (живой силы, восстановление связи), маскировки, создания помех и пр.

Другим направлением оценки боевых возможностей образцов ВВТ и обеспечивающих их средств является оценка их военно-технического уровня (ВТУ) по известным тактико-техническим характеристикам (ТТХ) относительно некоторого эталонного образца, принятого за базу сравнения. В качестве эталонного образца принимается современный зарубежный образец-аналог. Далее формируется мультипликативная степенная свертка [1]:

$$K_{ВТУ} = \prod_{i=1}^m \left(\frac{X_i}{X_i^3} \right)^{\alpha_i}; \quad 0 < \alpha_i < 1; \quad \sum_{i=1}^m \alpha_i = 1, \quad (3)$$

где α_i – показатель влияния тактико-технической характеристики X_i на боевую эффективность образца ВВТ, определяемый либо с помощью моделирования процессов боевого функционирования образца, либо экспертным путем.

Исследования показывают, что между показателями $K_{БП}$ и $K_{ВТУ}$ различных образцов ВВТ существует монотонная зависимость [4; 5].

При этом сохраняются пропорции $K_{БП}/K_{БП}^3 = \gamma(K_{ВТУ}/K_{ВТУ}^3)$, где γ – коэффициент пропорциональности, соответствующий определенной номенклатуре ВВТ.

В рамках задачи программно-целевого планирования в соответствии с Методикой определения уровня совершенства ВВТ³ все образцы по уровню современности подразделяются на три непересекающихся класса: устаревшие образцы – $K_{ВТУ} < 0,8$; современные образцы – $0,8 \leq K_{ВТУ} \leq 1,2$; перспективные образцы – $K_{ВТУ} > 1,2$. Оценка ВТУ воинских формирований различного уровня проводится на основе показателей боевого потенциала и коэффициента исправности ВВТ⁴. Коэффициент ВТУ образца ВВТ определяется соотношением показателей боевого потенциала исследуемого образца $P_{ВВТ}$ и показателя боевого потенциала его зарубежного аналога $P_{ВВТ}^3$, т.е. $K_{ВТУ} = P_{ВВТ}/P_{ВВТ}^3$. Это позволило с единых позиций оценивать боевые возможности ВС с учетом реализации мероприятий ГПВ и осуществлять оптимальное распределение выделенных на нее ассигнований по основным направлениям программы: закупку новой техники, ремонт и модернизацию техники, находящейся в войсках, списание и утилизацию старой техники.

Данный подход используется для решения задачи оптимального распределения запланированных ассигнований на ГПВ для закупки ВВТ и обеспечения требуемого уровня их боевой готовности в войсках.

1 Постановка задачи оптимального распределения объема ассигнований, запланированных на ГПВ, в части закупки и технического обеспечения ВВТ

Рассматривается группировка войск (ГВ), в составе которой для решения боевых задач требуется иметь m типов ударных комплексов ВВТ в количестве N_i , ($i = \overline{1, m}$). Каждый тип ВВТ характеризуется показателем боевого потенциала $P_{ВВТ}$, показателем технической готовности к применению $R_{ТГ}$, календарным сроком службы $t_{СС}$ и техническим ресурсом по наработке T_p , стоимостью закупки C_3 , стоимостью технического обслуживания и ремонта (ТОиР) $C_{ТОР}$ в процессе эксплуатации в войсках [1].

² Безлепкин Н.И. История и философия военной науки: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2024. 332 с.

³ Методика утверждена установленным порядком в 2015 году.

⁴ Буравлев А.И. Методика оценки военно-технического уровня парка ВВТ в ходе реализации программных мероприятий по их закупке и ремонту // Вооружение и экономика. 2016. №4(37). С. 91-103.

Изменение боевых возможностей группировки войск за счет реализации ГПВ можно оценить коэффициентом ВТУ образцов ВВТ, уровня их исправности и оснащенности ВВТ относительно их требуемого состояния⁵:

$$K_{ГВ} = \frac{P_{ГВ}}{P_{ГВ}^T} = \frac{\sum_{i=1}^m P_{ВВТi} R_{ТГi} N_i}{\sum_{i=1}^m P_{ВВТi}^T R_{ТГi}^T N_i^T} = \sum_{i=1}^m \alpha_i K_{ВТУi} K_{ТГi} K_{ОСi}, \quad (4)$$

где $\alpha_i = (P_{ВВТi}^T K_{ТГi}^T N_i^T) / (\sum_{i=1}^m P_{ВВТi}^T K_{ТГi}^T N_i^T)$; $\sum_{i=1}^m \alpha_i = 1$ – требуемая доля образцов ВВТ i -й номенклатуры в составе ГВ (структурный параметр ГВ); $K_{ВТУi} = P_{ВВТi} / P_{ВВТi}^T$ – относительный коэффициент боевого потенциала ВВТ; $K_{ТГi} = R_{ТГi} / R_{ТГi}^T$ – относительный коэффициент технической готовности ВВТ; $K_{ОСi} = N_i / N_i^T$ – относительный коэффициент оснащенности группировки войск соответствующей номенклатурой ВВТ.

Индексом Т обозначены требуемые параметры ВВТ, задаваемые программой ГПВ. В качестве требуемых значений параметров ВВТ могут выступать характеристики зарубежных образцов-аналогов. Если $K_{ГВ} \geq 1$, то это означает, что ВТУ группировки соответствует требуемому уровню или превышает его.

В составе системы вооружения группировки могут находиться различные образцы ВВТ в зависимости от их ВТУ.

Среднее значение показателя ВТУ образцов ВВТ в составе группировки войск можно определить, разделив величину боевого потенциала группировки на ее численность:

$$\bar{K}_{ВТУ} = \frac{\sum_{i=1}^m K_{ВТУi} K_{Гi} N_i}{\sum_{i=1}^m N_i} = \sum_{i=1}^m K_{ВТУi} K_{Гi} \delta_i, \quad (5)$$

где $\delta_i = N_i / \sum_{i=1}^m N_i$ – доля i -го типа ВВТ в составе группировки.

Стоимость оснащения группировки комплектами ВВТ вместе с обеспечивающими средствами составляет⁶:

$$C_{ГВ} = \sum_{i=1}^m C_{3i} N_i, \quad (6)$$

где $C_{ВВТi}^* = C_{УС}(1 + \delta_{ОС}) + C_{ЛС} \vartheta_{УС}$ – стоимость оснащения ВФ единичным боевым комплектом ВВТ вместе с обеспечивающими средствами и личным составом; $\delta_{ОС} = C_{ОС}(N_{ОС}) / C_{УС}$ – относительная стоимость обеспечивающих средств; $\vartheta_{УС} = M_{ЛС} / N_{УС}$ – показатель технического совершенства боевых средств, численно равный количеству личного состава, необходимого для эксплуатации и применения одного боевого средства.

Уровень технической готовности образцов ВВТ к применению определяется запасом его технического ресурса, безотказностью в процессе боевого функционирования и его восстанавливаемостью в случае его отказа или повреждения. Он также имеет две степени готовности: постоянная готовность – $K_{ТГ} \geq 0,8$, повышенная готовность к применению – $K_{ТГ} \geq 0,9$.

Поддержание технической готовности ВВТ осуществляется проведением технического обслуживания (контроль состояния агрегатов, настройка приборов, регулировка механизмов и пр.), текущего ремонта (замена отказавших агрегатов) и восстановительного ремонта (замена агрегатов, выработавших технический ресурс, профилактическое обслуживание, отладка систем).

Интенсивность потока отказов изделий ВВТ в процессе жизненного цикла принято описывать линейной зависимостью [6]:

$$\lambda(t) = \lambda_0 + \alpha t,$$

где λ_0 – интенсивность внезапных отказов; α – скорость нарастания постепенных отказов.

⁵ Буравлев А.И., Гладышевский В.Л., Пьянков А.А. Методика формирования агрегированного показателя эффективности реализации Государственной программы вооружений // Вооружение и экономика. 2013. №3(24). С. 6-10.

⁶ Буравлев А.И. Военно-технические и военно-экономические аспекты оценки боевых возможностей группировок войск в задачах программно-целевого планирования // Вооружение и экономика. 2021. №1(55). С. 150-170.

В случае появления отказа выполняется текущий ремонт изделия путем замены отказавшего элемента на исправный (работоспособный). Время выполнения текущего ремонта существенно меньше наработки до отказа, поэтому восстановление работоспособности изделия принимается практически мгновенным.

Для устранения причин роста интенсивности отказов периодически проводится восстановительный ремонт (средний и капитальный). Он включает в себя диагностику технического состояния, профилактические замены составных частей, регулировочные и наладочные работы. Восстановительный ремонт осуществляется силами сервисных центров предприятий-изготовителей, при этом восстановление ВВТ осуществляется до максимального уровня его готовности. Продолжительность восстановительного ремонта $\tau_{БР}$ может составлять сравнимую с интервалом наблюдения величину.

Динамика изменения технической готовности изделий часто моделируется дискретно-непрерывным марковским процессом с вероятностями состояний изделий ВВТ по годовым срезам наблюдений $t = 0, 1, \dots, T$ программного периода [6]:

$$K_{ТГ}(t) = \left\{ \begin{array}{ll} \exp\left(-\frac{\alpha t^2}{2}\right), & t \in [(k-1)t_{MP}, kt_{MP}] \\ \min\left(1 - \frac{\tau_{БР}}{t}; 1\right), & kt_{MP} < t < (k+1)t_{MP} \end{array} \right\}; k = 1, 2, \dots, T, \quad (7)$$

где t_{MP} – межремонтный период;

$\tau_{БР}$ – средняя продолжительность восстановительного ремонта.

На рисунке 1 показана динамика изменения коэффициента технической готовности парка ВВТ по годам программного периода и его среднее значение за программный период.

В составе парка ВВТ могут находиться изделия различных «возрастных» групп [6]. Их «возраст» определяется временем поступления в состав парка относительно текущего момента времени. Для каждой «возрастной» группы изделий должен рассчитываться свой коэффициент технической готовности. Обозначим $\delta_{t-\tau}$, $\tau = 0, 1, 2, \dots, l$ долю ВВТ с возрастом $t - \tau$ в составе парка ВВТ. Тогда можно определить среднее значение коэффициента технической готовности изделий в парке:

$$\bar{K}_{ТГ}(t) = \sum_{\tau=0}^l \delta_{t-\tau} K_{Г}(t - \tau). \quad (8)$$

Проведение ТОиР требует затрат материальных ресурсов и времени. Стоимость восстановления изделий в процессе эксплуатации, приведенная к стоимости их закупки, может быть рассчитана по формуле [6]:

$$\bar{C}_3(t) = \frac{\sum_{i=1}^m \beta_i(t) C_{3i} N_i(t)}{\sum_{i=1}^m N_i(t)} = \sum_{i=1}^m \beta_i(t) C_{3i} \delta_{N_i}(t) (1 + E)^t, \quad (9)$$

где $\delta_{N_i}(t) = N_i(t) / (\sum_{i=1}^m N_i(t))$ – доля изделий i -го типа в составе парка; E – индекс –дефлятор стоимости затрат; $\beta_i(t) = (1 + k_{C_i}(t) + k_{ТОиР_i} \sum_{\tau=1}^l (1 - K_{Г_i}(t - \tau)))$ – возрастной коэффициент затрат на эксплуатацию единичного образца ВВТ определенного типа; $k_C, k_{ТОиР}$ – коэффициенты затрат на содержание и ТОиР единичного образца.

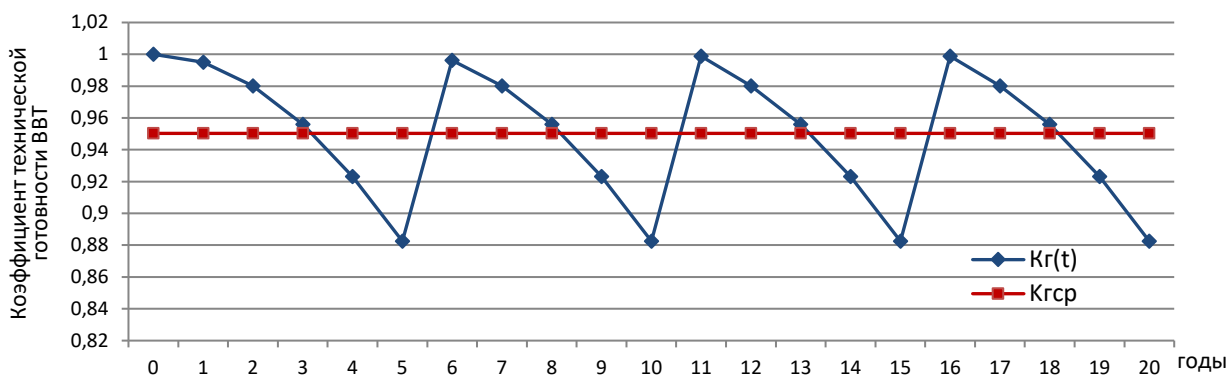


Рисунок 1 – Динамика изменения коэффициента технической готовности парка ВВТ

Суммарные затраты на закупку ВВТ и их техническое обеспечение в составе ГВ в течение заданного программного периода составят:

$$C_{ГВ} = \sum_{i=1}^n \beta_i(t) C_{3i} \delta_{N_i}(t).$$

Распределение запланированного объема ассигнований на реализацию программных мероприятий по оснащению группировки ВВТ и обеспечению его технической готовности в процессе эксплуатации должно осуществляться по критерию «обеспечение максимальной технической готовности ВВТ и боевого потенциала группировки при заданной стоимости затрат на их обеспечение».

В качестве оптимизируемых параметров выступают:

$N_i, (i = \overline{1, m})$ – численность ВВТ в составе группировки;

$K_{ВВТ_i}$ – состав парка ВВТ по ВТУ ВВТ;

характеристики надежности и ремонтпригодности образцов ВВТ: λ – интенсивность отказов изделия; t_{MP} – межремонтный период; τ_{TP}, τ_{BP} – среднее время выполнения текущего и восстановительного ремонта.

Исходными данными являются:

- типаж ВВТ, необходимый для оснащения группировки войск;
- объем запланированных ассигнований на закупку и восстановительный ремонт ВВТ по годам программного периода;
- объем запланированных ассигнований на обеспечение эксплуатации ВВТ в войсках;
- возможности промышленности по производству и капитальному ремонту ВВТ;
- организационно-штатные возможности войсковых частей по обеспечению эксплуатации ВВТ.

Математическая формулировка оптимального распределения запланированных ассигнований на оснащение и техническое обеспечение ВВТ в составе группировки войск имеет следующий вид:

$$\Delta K_{ГВ}(t) = \max_{m, K_{ВВТ_i}, N_i, K_{Г_i}, K_{ОCi}} \sum_{i=1}^m \alpha_i K_{ВВТ_i} K_{Г_i} (T-t) K_{ОCi} (T-t); t = 0, 1, 2, \dots, T;$$

$$C_{ГВ}(t) = \sum_{i=1}^m C_{ВВТ_i} N_i(t) \leq C_B(t);$$

$$K_{ГВ}(T) = \sum_{t=0}^T \Delta K_{ГВ}(t) \geq K_{КГ}^T;$$

$$C_{ГВ}(T) = \sum_{t=1}^T \Delta C_{ГВ}(t) = C_B(T).$$

Сформулированная задача является задачей динамического программирования с заданными значениями целевой функции и ресурсных ограничений на конце и в ходе программного периода. Ее решение существует, если текущие и конечные граничные значения будут согласованы между собой.

2 Методика решения задачи

Рассмотрим приближенный алгоритм решения данной задачи. Он состоит из двух этапов.

Первый этап.

Распределение объема ассигнований по годам программного периода с учетом вклада ВВТ в обеспечение боевого потенциала группировки войск⁷:

$$C_{Бi}(t) = \alpha_i \frac{C_B(T)}{T}, \tag{10}$$

где $\alpha_i = \frac{P_{ВВТ_i}}{C_{ВВТ_i}} / \sum_{i=1}^m \frac{P_{ВВТ_i}}{C_{ВВТ_i}}$ – коэффициент вклада ВВТ i -го типа в боевой потенциал группировки войск, $\sum_{i=1}^m \alpha_i = 1$.

Второй этап.

Для каждого программного года рассчитывается необходимая численность закупки и ремонта ВВТ.

⁷ Буравлев А.И., Нестеров А.А. Оптимизация типажа и численности парка ВВТ по критерию «эффект-затраты» с учетом требования его современности // Вооружение и экономика. 2022. №4(62). С. 5-13.

Представим общую численность изделий ВВТ i -го типа $N_i(t)$ в виде суммы численностей закупаемых изделий N_{3i} и численности изделий, направляемых на восстановительный ремонт N_{BPi} :

$$N_i(t) = N_{3i}(t) + N_{BPi}(t).$$

Общая численность ВВТ $N_i(t)$ i -го типа определяется объемом ассигнований, запланированным на закупку и восстановительный ремонт:

$$N_i(t) = \frac{C_{Bi}(t)}{C_{BBTi}}; (i = \overline{1, m}). \quad (11)$$

Выразим боевой потенциал ВФ по i -му типу ВВТ как сумму боевых потенциалов закупаемых и ремонтируемых ВВТ:

$$P_{B\Phi i}(t) = K_{\Gamma_i}^3(t)P_{BBTi}^3 N_{3i}(t) + K_{\Gamma_i}^P(t)P_{BBTi}^P N_{BPi}(t). \quad (12)$$

Теперь на каждом шаге t программного периода можно осуществлять выбор численности закупок и ремонта ВВТ i -го типа при заданном объеме ассигнований C_{Bi} и расчетной стоимости их закупки и восстановительного ремонта ВВТ.

Выбор численности закупок и ремонта ВВТ производится в результате решения условно оптимальной задачи в обратном времени на каждом шаге программного периода:

$$P_{B\Phi i}(t) = \max_{N_{3i}} \{K_{\Gamma_i}^3(t)P_{BBTi}^3 N_{3i}(t) + K_{\Gamma_i}^{BP}(t)P_{BBTi}^{BP} [N_i - N_{3i}(t)]\}; N_i = \frac{C_{Bi}}{C_{BBTi}}; t = T, T-1, \dots, 0, \quad (13)$$

где $C_{BBTi} = C_{BBTi}^3 \delta_{3i} + C_{BBTi}^{BP} \delta_{BPi}$; $\delta_{3i} = N_{3i}/N_i$, $\delta_{BPi} = N_{BPi}/N_i$ – долевые численности ВВТ i -го типа.

Значения коэффициентов готовности рассчитываются по формуле (7) в зависимости от текущего времени и возраста изделий ВВТ.

На последнем шаге ($t = T$) ремонт ВВТ, выработавших ресурс, не имеет смысла. Поэтому $N_{BPi} = 0$ и весь запланированный объем ассигнований расходуется на только на закупку изделий ВВТ. На предпоследнем шаге ($t = T - 1$) выбор уже осуществляется из условия достижения максимального боевого потенциала ВФ в зависимости от соотношения численностей закупок и ремонта ВВТ. Двигаясь в обратном времени до начального момента ($t = 0$), получаем условно оптимальные решения по закупкам и ремонту ВВТ. При $t = 0$, задаваясь начальными параметрами $K_{\Gamma_i}(0)$, $P_{BBTi}(0)$, $\delta_{3i}(0)$, по формулам (10), (11), (12) находим безусловные численности закупок и ремонта ВВТ по годам программного периода.

Рассмотренную задачу целесообразно использовать при разработке опорного плана ГПВ для заданного типажа ВВТ.

Список источников

1. Методы военно-научных исследований систем вооружения / Под общ. ред. В.М. Буренка. М.: Граница, 2017. 511 с.
2. Методология программно-целевого планирования развития системы вооружения на современном этапе / Под общ. ред. В.М. Буренка. М.: Граница, 2013. 519 с.
3. Вентцель Е.С. Введение в исследование операций. М.: Сов. радио, 1964. 388 с.
4. Методы оценки эффективности вооружения и военной техники / Под ред. В.М. Буренка. Изд. 2-е доп. М.: Граница, 2022. 264 с.
5. Семенов С.С. Оценка качества и технического уровня сложных систем: Практика применения метода экспертных оценок. М.: URSS, 2019. 352 с.
6. Буравлев А.И., Белорозов М.С. Модель управления технической готовностью ВВСТ при планировании и реализации Государственной программы вооружений // Вооружение и экономика. 2022. №1(59). С. 12-32.

Информация об авторах

А.И. Буравлев – доктор технических наук, профессор.
 М.С. Белорозов – SPIN код автора 2621-7897.
 А.В. Михалкин – SPIN код автора 8081-3284.