

А.А. Шмидт, кандидат технических наук
В.Н. Шахрай

К вопросу обоснования темпов обновления вооружения для поддержания достигнутого уровня развития системы вооружения

В статье предложен подход к обоснованию необходимых темпов обновления вооружения, военной и специальной техники для поддержания достигнутого уровня развития системы вооружения. Разработанный подход позволяет рассчитать необходимые темпы обновления парка ВВСТ с учетом его количественно-качественных изменений, обусловленных выходом ВВСТ из строя, истечением срока службы, а также его техническим и технологическим устареванием. В рамках предложенного подхода в расчетах используются сведения по закупкам и ремонтам ВВСТ в течении рассматриваемого программного периода.

В настоящее время Россия столкнулась с целой серией геополитических, политических, экономических и военных вызовов. Большинство из этих вызовов не предусматривались реализуемыми ранее сценариями развития страны или считались относительно маловероятными. Это ставит вопрос о качестве долгосрочного планирования государственного и оборонного строительства. Угрозы и риски, возникшие после начала гражданской войны на Украине, резкое обострение отношений с США и рядом европейских стран, ухудшение геополитической обстановки на западных рубежах России фактически привели к возрождению ситуации холодной войны. В перспективе длительное и всестороннее противостояние с наиболее развитыми странами мира, причем противостояния с усилением роли военных аспектов – с опорой на военный потенциал [1].

В этих условиях оснащение Вооруженных Сил (ВС) Российской Федерации (РФ), других войск, воинских формирований и органов вооружением, военной и специальной техникой (ВВСТ) является одной из важнейших задач обеспечения национальной безопасности РФ. Одним из основных инструментов решения указанной задачи является государственная программа вооружения (ГПВ) [2]. ГПВ – долгосрочный плановый документ, содержащий взаимоувязанный по целям, ресурсам и срокам осуществления комплекс работ по созданию, производству и поддержанию в боеготовом состоянии образцов ВВСТ, обеспечивающих решение задач, стоящих перед ВС РФ, другими войсками, воинскими формированиями и органами. Порядок разработки и реализации ГПВ определен «Правилами разработки и реализации государственной программы вооружения», утвержденными Указом Президента РФ (далее – Правила).

В соответствии с Правилами в целях осуществления контроля за ходом реализации ГПВ в рамках государственного оборонного заказа Министерством обороны РФ при участии других государственных заказчиков, заинтересованных органов и организаций разрабатываются методические рекомендации по подготовке отчета о ходе выполнения мероприятий, предусмотренных ГПВ (далее – Методические рекомендации). В Методических рекомендациях в качестве показателей, отражающих влияние ГПВ на состояние системы вооружения ВС РФ, используются представленные в паспорте ГПВ плановые значения показателей, отражающих состояние системы вооружения ВС РФ, на конец каждого года программного периода. Основными из указанных показателей, отражающих состояние системы вооружения ВС РФ, являются:

- обеспеченность ВВСТ;
- доля современных образцов ВВСТ;
- обеспеченность исправными образцами ВВСТ.

Основными задачами ГПВ являются осуществление мероприятий по разработке, производству и поддержанию в боеготовом состоянии вооружения, военной и специальной техники, обеспечивающих решение задач, поставленных перед ВС РФ, другими войсками, воинскими формированиями и органами. Однако при разработке государственных программ вооружения, как правило, делался акцент на решение одной приоритетной задачи. Например, в ГПВ на период до 2015 года основным приоритетом являлось создание научно-технического и производственно-технологического заделов для разработки вооружения и военной техники новых поколений, что позволило создать основу для перехода к комплектным закупкам и максимально поддержать в исправном состоянии существующий парк техники. В рамках ГПВ на период до 2020 года главной целью являлись поставки в войска оружия новых поколений в виде комплектов вооружения. При этом комплектность предполагала закупку количества техники кратного требуемому для оснащения организационно-штатного формирования. Действующая ГПВ на период до 2027 года обеспечивает завершение заданных работ в предыдущей программе по созданию основных образцов ВВСТ, их комплектной закупке и доведение показателей, отражающих состояние системы вооружения ВС РФ, до установленных Президентом РФ.

В настоящее время планируется очередной цикл формирования ГПВ. Учитывая, что показатели, отражающие состояние системы вооружения ВС РФ, в рамках действующей ГПВ, будут доведены до установленных Президентом РФ, а также отсутствие необходимости увеличения их значений в условиях текущей военно-политической обстановки, особенностью следующей ГПВ будет являться «поддержание» достигнутых показателей.

Таким образом, необходимо разработать подход, позволяющий обосновать необходимые темпы обновления вооружения различных подсистем вооружения для поддержания достигнутого состояния системы вооружения ВС РФ, выраженного через соответствующие показатели, с учетом убыли образцов ВВСТ из-за неисправности, истечения срока службы, технического и технологического устаревания.

Данную задачу можно сформулировать следующим образом. На начало программного периода t_n в парке вооружения находится A_i образцов ВВСТ i -го типа со сроками эксплуатации (окончания) службы t_i^{cs} и прогнозными сроками работы, в течение которых они являются исправными t_i^{cu} , из которых B_i образцы ВВСТ i -го типа, являющиеся современными со сроками перехода из категории «современный» в «устаревший» t_i^{cc} . Требуется рассчитать необходимые темпы обновления TO_i^k образцами ВВСТ i -го типа от начала t_n и до конца t_k программного периода по годам k ($k=t_n, (t_n+1), (t_n+2), \dots, (t_k-1), t_k$) для поддержания достигнутых в предыдущий программный период значений показателей, отражающих состояние системы вооружения: DO_T – требуемая (достигнутая в предыдущие годы) доля оснащения образцами ВВСТ парка вооружений, DI_T – требуемая (достигнутая в предыдущие годы) доля исправных образцов ВВСТ в парке вооружения и DC_T – требуемая (достигнутая в предыдущие годы) доля современных образцов ВВСТ в парке вооружения.

Темпы обновления (серийные поставки и ремонт) образцами ВВСТ i -го типа в k -й год программного периода TO_i^k определяются выражениями (1), (2):

без учета предыдущих годов:

$$TO_i^k = \frac{b_i^k}{A_i}, \quad (1)$$

с учетом предыдущих годов:

$$TO_i^k = \frac{\sum_{t_n}^k b_i^k}{A_i}, \quad (2)$$

где b_i^k – количество образцов ВВСТ i -го типа, планируемые к закупке (ремонту) в k -й год программного периода.

При этом, средний ежегодный темп обновления TO_i^{cp} будет равен:

$$TO_i^{cp} = \frac{\sum_{t_n}^{t_k} b_i^k}{A_i N}, \quad (3)$$

где N – количество лет рассматриваемого программного периода: $N = t_k - t_n + 1$.

Из выражения (1) можно выразить b_i^k :

$$b_i^k = TO_i^k \cdot A_i. \quad (4)$$

Следует отметить, что в течении всего программного периода парк вооружения будет пополнен b_i количеством образцов ВВСТ i -го типа:

$$b_i = \sum_{t_n}^{t_k} TO_i^k A_i. \quad (5)$$

Образцы ВВСТ имеют определенный срок службы, по истечении которого выводятся из парка вооружения. Темпы убыли образцов ВВСТ TUC_i^k i -го типа в k -й год программного периода в связи с истечением срока службы определяются выражением:

$$TUC_i^k = \frac{f_i^k}{A_i}, \quad (6)$$

где f_i^k – количество образцов ВВСТ i -го типа, планируемые к списанию из парка вооружения в k -й год программного периода, в связи с истечением срока службы (в соответствии с военно-техническими исходными данными).

В ходе эксплуатации образцы ВВСТ выходят из строя и требуют определенного ремонта. Темпы убыли образцов ВВСТ TUI_i^k i -го типа в k -й год программного периода, в связи с выходом из строя, определяются выражением:

$$TUI_i^k = \frac{q_i^k}{A_i}, \quad (7)$$

где q_i^k – прогнозируемое количество образцов ВВСТ i -го типа, являющееся неисправными в парке вооружения в k -й год программного периода (в соответствии с военно-техническими исходными данными).

Таким образом, количественный состав образцов ВВСТ A_i^k в k -й год программного периода можно определить следующим образом:

$$A_i^k = A_i + \sum_{t_n}^k b_i^k - \sum_{t_n}^k f_i^k - \sum_{t_n}^k q_i^k. \quad (8)$$

При этом доля оснащения DO образцами ВВСТ i -го типа в k -й год программного периода:

$$DO = 1 + \frac{\sum_{t_n}^k b_i^k}{A_i} - \frac{\sum_{t_n}^k f_i^k}{A_i}. \quad (9)$$

А доля исправных DI образцов ВВСТ i -го типа в k -й год программного периода:

$$DI = 1 + \frac{\sum_{i=1}^k b_i^k}{A_i} - \frac{\sum_{i=1}^k q_i^k}{A_i} \quad (10)$$

Исходя из постановки задачи требуется «поддержание» на требуемом уровне DO и DI , значит, $DO = DO_T = const$ и $DI = DI_T = const$. Учитывая (2), выражения (9) и (10) примут вид:

$$DO_T = 1 + \widehat{TO}_i^k - \frac{\sum_{i=1}^k f_i^k}{A_i} \quad (11)$$

$$DI_T = 1 + \check{TO}_i^k - \frac{\sum_{i=1}^k q_i^k}{A_i} \quad (12)$$

Выразим из (11), (12) TO_i^k :

$$\widehat{TO}_i^k = DO_T - 1 + \frac{\sum_{i=1}^k f_i^k}{A_i} \quad (13)$$

$$\check{TO}_i^k = DI_T - 1 + \frac{\sum_{i=1}^k q_i^k}{A_i} \quad (14)$$

или с учетом (3):

$$\widehat{TO}_i^{cp} = DO_T - 1 + \frac{\sum_{i=1}^{t_k} f_i^k}{A_i N} \quad (15)$$

$$\check{TO}_i^{cp} = DI_T - 1 + \frac{\sum_{i=1}^{t_k} q_i^k}{A_i N} \quad (16)$$

Учитывая выражения (1) и (8), получим:

$$TO_i^k = \widehat{TO}_i^k + \check{TO}_i^k \quad (17)$$

При этом следует учитывать, что закупаемые образцы ВВСТ с момента времени t_n , аналогично стоящим на вооружении, с истечением срока службы t_i^{cs} и выхода из строя выводятся из парка вооружения, что приводит к дополнительной убыли образцов ВВСТ. Следовательно, (15) примет вид:

$$\widehat{TO}_i^{cp} = \begin{cases} DO_T - 1 + \frac{\sum_{i=1}^{t_k} f_i^k}{A_i N}, & t_i^{cs} \geq N \\ DO_T - 1 + \frac{\sum_{i=1}^{t_k} f_i^k}{A_i N} + \frac{\sum_{i=1}^{N-t_i^{cs}} b_i^k}{A_i N}, & t_i^{cs} < N \end{cases} \quad (18)$$

А выражение (16) примет вид:

$$\check{T}O_i^{CP} = \begin{cases} DI_T - 1 + \frac{\sum_{i=1}^{t_k} q_i^k}{A_i N}, & t_i^{cu} > N \\ DI_T - 1 + \frac{\sum_{i=1}^{t_k} q_i^k}{A_i N} + \frac{\sum_{i=1}^{N-t_i^{cu}} b_i^k}{A_i N}, & t_i^{cu} < N \end{cases} \quad (19)$$

Полученные выражения позволяют рассчитать необходимые усредненные по годам k программного периода темпы обновления TO_i^{CP} образцами ВВСТ i -го типа. Но учитывая специфику различных подсистем вооружения, а именно длительные сроки эксплуатации, производства и технологического состояния, которые могут составлять более одного программного периода, необходимо рассчитывать TO_i^k по годам k программного периода.

Таким образом, начиная со 2-го года программного периода $k=(t_n+1)$, с учетом возможной убыли образцов ВВСТ, выражение (18) (за счет окончания t_i^{c3}) примет вид:

$$\widehat{T}O_i^k = \begin{cases} DO_T - 1 + \sum_{(t_n+1)}^{t_k} \frac{f_i^k}{A_i}, & t_i^{c3} > k \\ DO_T - 1 + \sum_{(t_n+1)}^{t_k} \left(\frac{f_i^k}{A_i} + \frac{b_i^{t_n}}{A_i} \right), & k-1 < t_i^{c3} < k \\ DO_T - 1 + \sum_{t_n+1}^{t_k} \frac{f_i^k}{A_i} + \sum_{t_n}^{k-(N-1)} \frac{b_i^k}{A_i}, & k-2 < t_i^{c3} < k-1 \\ \dots, & \dots \\ DO_T - 1 + \sum_{t_n+1}^{t_k} \frac{f_i^k}{A_i} + \sum_{t_n}^{k-2} \frac{b_i^k}{A_i}, & k-(N-1) < t_i^{c3} < k-(N-2) \\ DO_T - 1 + \sum_{t_n+1}^{t_k} \frac{f_i^k}{A_i} + \sum_{t_n}^{k-1} \frac{b_i^k}{A_i}, & k-N < t_i^{c3} < k-(N-1) \end{cases} \quad (20)$$

А выражение (16) (за счет окончания прогнозируемого t_i^{cu}) примет вид:

$$\check{T}O_i^k = \begin{cases} DI_T - 1 + \sum_{t_n+1}^{t_k} \frac{q_i^k}{A_i}, & t_i^{cu} > k \\ DI_T - 1 + \sum_{t_n+1}^{t_k} \left(\frac{q_i^k}{A_i} + \frac{b_i^{t_n}}{A_i} \right), & k-1 < t_i^{cu} < k \\ DI_T - 1 + \sum_{t_n+1}^{t_k} \frac{q_i^k}{A_i} + \sum_{t_n}^{k-(N-1)} \frac{b_i^k}{A_i}, & k-2 < t_i^{cu} < k-1 \\ \dots, & \dots \\ DI_T - 1 + \sum_{t_n+1}^{t_k} \frac{q_i^k}{A_i} + \sum_{t_n}^{k-2} \frac{b_i^k}{A_i}, & k-(N-1) < t_i^{cu} < k-(N-2) \\ DI_T - 1 + \sum_{t_n+1}^{t_k} \frac{q_i^k}{A_i} + \sum_{t_n}^{k-1} \frac{b_i^k}{A_i}, & k-N < t_i^{cu} < k-(N-1) \end{cases} \quad (21)$$

Таким образом, используя выражения (17), (20), (21), можно рассчитать необходимые темпы обновления (серийные поставки и ремонт) образцов ВВСТ i -го типа по годам k программного периода TO_i^k .

По аналогии с полученным выражением для расчета TO_i^{cp} и TO_i^k необходимо получить выражение для расчета темпов обновления современными образцами ВВСТ i -го типа средних за программный период TOC_i^{cp} и по годам k программного периода TOC_i^k , учитывая при этом, что современные образцы ВВСТ характеризуются определенным периодом времени, по истечении которого они переходят из категории «современный» в «устаревший».

Темпы обновления (серийные поставки и ремонт) современными образцами ВВСТ i -го типа в k -й год программного периода TOC_i^k определяются выражением:

$$TOC_i^k = \frac{bc_i^k}{B_i}, \quad (22)$$

где bc_i^k – количество образцов ВВСТ, относящихся к категории современных до t_i^{cc} i -го типа, планируемых к закупке или модернизации в k -й год программного периода.

При этом, средний ежегодный темп обновления TOC_i^{cp} будет равен:

$$TOC_i^{cp} = \frac{\sum_{t_n}^{t_k} bc_i^k}{B_i N}. \quad (23)$$

Из выражения (23) можно выразить bc_i^k :

$$bc_i^k = TOC_i^k \cdot B_i, \quad (24)$$

В течение всего программного периода парк вооружения будет пополнен bc_i количеством образцов ВВСТ i -го типа:

$$bc_i = \sum_{t_n}^{t_k} TOC_i^k B_i. \quad (25)$$

Рассматриваемые образцы ВВСТ имеют определенный срок службы t_i^{cs} , по истечении которого выводятся из парка вооружения, и прогнозируемый срок выхода из строя в связи с неисправ-

ностью t_i^{cu} , а также характеризуются определенным периодом времени, по истечении которого они переходят из категории «современный» в «устаревший» t_i^{cc} . С учетом этого темпы убыли образцов ВВСТ TOC_i^k i -го типа в k -й год программного периода определяются выражением:

$$TOC_i^k = \frac{fc_i^k}{B_i} + \frac{hc_i^k}{B_i} + \frac{qc_i^k}{B_i}, \quad (26)$$

где fc_i^k – количество современных образцов ВВСТ i -го типа, планируемых к списанию из парка вооружения в k -й год программного периода в связи с истечением срока службы;

hc_i^k – количество современных образцов ВВСТ i -го типа, переходящих из категории «современный» в «устаревший» в k -й год программного периода;

qc_i^k – прогнозируемое количество современных образцов ВВСТ i -го типа, являющихся не исправными в k -й год программного периода.

Таким образом, количественный состав современных образцов ВВСТ B_i^k в k -й год программного периода можно определить следующим образом:

$$B_i^k = B_i + \sum_{t_n}^k bc_i^k - \sum_{t_n}^k fc_i^k - \sum_{t_n}^k hc_i^k - \sum_{t_n}^k qc_i^k. \quad (27)$$

Доля оснащения ДС современными образцами ВВСТ i -го типа в k -й год программного периода:

$$DC = \frac{B_i^k}{B_i}. \quad (28)$$

С учетом (27) выражение (28) примет вид:

$$DC = 1 + \frac{1}{B_i} \left(\sum_{t_n}^k bc_i^k - \sum_{t_n}^k fc_i^k - \sum_{t_n}^k hc_i^k - \sum_{t_n}^k qc_i^k \right). \quad (29)$$

Исходя из поставленной задачи требуется «поддерживать» на требуемом уровне ДС, значит, $DC = DC_T = \frac{B_i^k}{B_i} = const$ и, учитывая (23), выражение (29) примет вид:

$$DC_T = 1 + TOC_i^k - \frac{1}{B_i} \left(\sum_{t_n}^k fc_i^k + \sum_{t_n}^k hc_i^k + \sum_{t_n}^k qc_i^k \right). \quad (30)$$

Выразим из (30) TOC_i^k и с учетом (23) получим:

$$TOC_i^{cp} = DC_T - 1 + \frac{\sum_{t_n}^{t_k} fc_i^k}{B_i N} + \frac{\sum_{t_n}^{t_k} hc_i^k}{B_i N} + \frac{\sum_{t_n}^{t_k} qc_i^k}{B_i N}. \quad (31)$$

При этом следует учитывать, что закупаемые современные образцы ВВСТ, с момента времени t_n , аналогично стоящим на вооружении, будут с истечением срока службы t_i^{cs} и прогнозируемого времени выхода из строя t_i^{cu} выводиться из парка вооружения, а также переходить из категории «современный» в «устаревший», что приведет к дополнительной убыли современных образцов ВВСТ. Учет данных факторов позволит рассчитать необходимые усредненные по годам k программного периода темпы обновления TOC_i^{cp} образцами ВВСТ i -го типа. Но, учитывая специфику различных подсистем вооружения, а именно длительные сроки эксплуатации, производства и технологического состояния, которые могут составлять более одного программного периода, необходимо рассчитывать TOC_i^k по годам k программного периода.

Таким образом, начиная со 2-го года программного периода $k=(t_n+1)$ с учетом возможной убыли образцов ВВСТ соответствующее выражение примет вид:

- за счет окончания t_i^{cc} :

$$\begin{aligned}
 DC_T - 1 + \sum_{(t_n+1)}^{t_k} \frac{hc_i^k}{B_i}, t_i^{cc} > k \\
 DC_T - 1 + \sum_{(t_n+1)}^{t_k} \frac{hc_i^k}{B_i} + \frac{bc_i^{t_n}}{B_i}, k-1 < t_i^{cc} < k \\
 DC_T - 1 + \sum_{t_n+1}^{t_k} \frac{hc_i^k}{B_i} + \sum_{t_n}^{k-(N-1)} \frac{bc_i^k}{B_i}, k-2 < t_i^{cc} < k-1 \\
 cc\ TOC_i^k = & \hspace{15em} ; \hspace{1em} (32) \\
 & \dots, \dots
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 DC_T - 1 + \sum_{t_n+1}^{t_k} \frac{hc_i^k}{B_i} + \sum_{t_n}^{(k-2)} \frac{bc_i^k}{B_i}, k-(N-1) < t_i^{cc} < k-(N-2) \\
 DC_T - 1 + \sum_{t_n+1}^{t_k} \frac{hc_i^k}{B_i} + \sum_{t_n}^{(k-1)} \frac{bc_i^k}{B_i}, k-N < t_i^{cc} < k-(N-1)
 \end{aligned}$$

- за счет окончания t_i^{c3} и за счет окончания прогнозируемого t_i^{cu} формулы для $c3\ TOC_i^k$ и $cu\ TOC_i^k$ будут аналогичны (32) с заменой в ней индекса cc в первом случае на $c3$, во втором – на cu , а параметра h соответственно на f и q .

Следовательно:

$$TOC_i^k = cc\ TOC_i^k + c3\ TOC_i^k + cu\ TOC_i^k . \hspace{10em} (33)$$

Таким образом, TOC_i^k является частью TO_i^k , что позволяет сделать вывод: в k -й год программного периода необходимо планировать закупки образцов ВВСТ i -го типа с темпами TO_i^k , из которых темпы обновления современными образцами ВВСТ должны быть TOC_i^k .

Представленный подход позволяет рассчитать необходимые темпы обновления вооружения для поддержания достигнутого уровня развития системы вооружения ВС РФ в предыдущие программные периоды, что позволит лицу, принимающему решение, производить предварительную интегральную оценку потребностей системы вооружения ВС РФ в предстоящий программный период.

Список использованных источников

1. Аналитический доклад Центра анализа стратегий и технологий «Государственные программы вооружения Российской Федерации: проблемы исполнения и потенциал оптимизации» / http://www.cast.ru/files/report_cast.pdf (дата обращения: 24.02.2019).
2. Методология программно-целевого планирования развития системы вооружения на современном этапе. Ч. 1, 2 / Под ред. В.М. Буренка. – М.: Граница, 2013. – 520 с.
3. Буренок В.М. Технологические и технические основы развития вооружения и военной техники. – М.: Граница, 2010. – 216 с.
4. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике (для научных работников и инженеров). – 6-е изд. стер. – СПб.: Лань, 2003. – 832 с.
5. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. 2-е изд. – М.: Физматлит, 2007.
6. Реньи А. Трилогия о математике / Под ред. Б.В. Гнеденко. – М.: Мир, 1980. – 376 с.