Бобрик И.П., кандидат технических наук
Ветрюк Р.Ю.
Шипунов А.С.

Переоснащение парка отдельного типа вооружения, военной и специальной техники в условиях ограниченного финансирования

В статье представлен подход, основанный на максимизации обобщенного коэффициента состояния парка отдельного типа вооружения, военной и специальной техники, рассматриваемого в качестве критерия оценки обобщенной эффективности системы вооружения, при реализации мероприятий по техническому переоснащению парка в каждый год программного периода и на его окончание в условиях ограниченного финансирования на серийные закупки и ремонт. Задача максимизации обобщенного коэффициента состояния парка решена аналитически в общем виде методом множителей Лагранжа с ограничениями в виде неравенств.

В соответствии с принятой в настоящее время методологией управление развитием вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) осуществляется на плановой основе посредством разработки и реализации государственной программы вооружения (ГПВ) и государственного оборонного заказа (ГОЗ) [1]. В ГПВ задаются долгосрочные цели, а при их реализации через ГОЗ учитываются текущие приоритеты управления развитием ВВСТ. Основное содержание ГПВ составляют мероприятия по проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), закупкам, ремонту и модернизации ВВСТ. В связи с этим возникает необходимость оценки состояния системы вооружения и анализа эффективности проводимых программных мероприятий.

В настоящее время для оценки системы вооружения широко применяется понятие «боевого потенциала» образца отдельного типа техники (элементарного субъекта декомпозиции структуры совокупности ВВСТ), который позволяет оценить его «потенциальную» эффективность. Однако в случае невозможности определения значений боевых потенциалов и, как следствие, достижения полноты системы исходных данных, в качестве критерия оценки обобщенной эффективности применяется *обобщенный коэффициент состояния парка отдельного типа техники* [2]. На основе анализа данного показателя проводится сравнение формируемых исследовательских вариантов программных мероприятий между собой в целях выяснения их преимуществ и недостатков.

В данной работе представлен подход, основанный на максимизации *обобщенного коэффициента состояния парка* отдельного типа ВВСТ, рассматриваемого в качестве критерия оценки обобщенной эффективности системы вооружения, при реализации мероприятий по техническому переоснащению парка *в каждый год* программного периода и на его окончание в условиях ограниченного финансирования на серийные закупки и ремонт.

Задача определения обобщенного коэффициента состояния парка отдельного типа техники и его максимизации решается на основе свертки частных показателей оснащенности $K_{osn_{i,j,t}}$, современности $K_{sov_{i,j,t}}$, исправности $K_{isp_{i,j,t}}$ и технического уровня $K_{tech_{i,j,t}}$ парка *i*-го типа образцов ВВСТ в *j*-м подразделении на *t*-й год программного периода [2]:

$$K_{sost_{i,j,t}} = \alpha_{osn} K_{osn_{i,j,t}} + \alpha_{sov} K_{sov_{i,j,t}} + \alpha_{isp} K_{isp_{i,j,t}} + \alpha_{tech} K_{tech_{i,j,t}}, \quad (1)$$

где α_{osn}, α_{sov}, α_{isp}, α_{tech} – коэффициенты влияния анализируемых показателей парка

на общий уровень решения задач по предназначению.

1. Оснащенность.

$$K_{osn_{i,j,t}} = \frac{N_{ob_{i,j,t}}}{N_{treb_{i,j}}}, \quad (2)$$

где $N_{ob_{i,j,t}}$ – общая обеспеченность *i*-м типом образцов ВВСТ, складывающаяся из существующего парка без мероприятий ГПВ *t*-го года $N^{bez}_{ob_{i,j,t}}$, объемов мероприятий по продлению ресурса при капитальном ремонте с модернизацией $N_{mod_{i,j,t}}$, а также по серийной закупке современных $N^{sp}_{sov_{i,j,t}}$ и новых $N^{sp}_{nov_{i,j,t}}$ образцов в *j*-м подразделении на *t*-й год ПП;

$N_{treb_{i,j}}$ – требуемое количество (положенность) *i*-х образцов по штату в *j*-м подразделении на весь ПП:

$$N_{ob_{i,j,t}} = N^{bez}_{ob_{i,j,t}} + \left(N_{mod_{i,j,t}} + N^{sp}_{sov_{i,j,t}} + N^{sp}_{nov_{i,j,t}}\right). \quad (3)$$

2. Современность.

$$K_{sov_{i,j,t}} = \frac{N_{sov_{i,j,t}}}{N_{treb_{i,j}}}, \quad (4)$$

где $N_{sov_{i,j,t}}$ – общее количество современных образцов ВВСТ i-го типа, складывающееся из наличия в существующем парке без мероприятий ГПВ t-го года современных $N^{bez}_{sov_{i,j,t}}$, ранее модернизированных $N^{bez}_{mod_{i,j,t}}$ и новых $N^{bez}_{nov_{i,j,t}}$ образцов[1], а также объемов мероприятий по продлению ресурса при капитальном ремонте с модернизацией $N_{mod_{i,j,t}}$, серийной закупке современных $N^{sp}_{sov_{i,j,t}}$ и новых $N^{sp}_{nov_{i,j}}$ образцов в *j*-м подразделении на *t*-й год ПП:

$$N_{sov_{i,j,t}} = N^{bez}_{sov_{i,j,t}} + N^{bez}_{mod_{i,j,t}} + N^{bez}_{nov_{i,j,t}} + \left(N_{mod_{i,j,t}} + N^{sp}_{sov_{i,j,t}} + N^{sp}_{nov_{i,j,t}}\right). \quad (5)$$

3. Исправность.

$$K_{isp_{i,j,t}} = \frac{N_{isp_{i,j,t}}}{N_{ob_{i,j,t}}}, \quad (6)$$

где $N_{isp_{i,j,t}}$ – количество образцов ВВСТ *i*-го типа, складывающееся из существующего исправного парка без мероприятий ГПВ *t*-го года $N^{bez}_{isp_{i,j,t}}$, объемов мероприятий по продлению ресурса техники при капитальном ремонте $N_{rem_{i,j,t}}$, объемов мероприятий по продлению ресурса при капитальном ремонте с модернизацией $N_{mod_{i,j,t}}$, а также по серийным закупкам современных $N^{sp}_{sov_{i,j,t}}$ и новых $N^{sp}_{nov_{i,j,t}}$ образцов в *j*-м подразделении на *t*-й год ПП:

$$N_{isp_{i,j,t}} = N^{bez}_{isp_{i,j,t}} + N_{rem_{i,j,t}} + \left(N_{mod_{i,j,t}} + N^{sp}_{sov_{i,j,t}} + N^{sp}_{nov_{i,j,t}}\right). \quad (7)$$

4. Коэффициент технического уровня парка.

$$K_{tech_{i,j,t}} = \frac{1}{N_{ob_{i,j,t}}}\left[N_{ust_{i,j,t}} K^{ust}_{tech_i} + \left(N^{bez}_{sov_{i,j,t}} + N^{sp}_{sov_{i,j,t}}\right) K^{sov}_{tech_i} + \left(N^{bez}_{mod_{i,j,t}} + N_{mod_{i,j,t}}\right) K^{mod}_{tech_i} + \left(N^{bez}_{nov_{i,j,t}} + N^{sp}_{nov_{i,j,t}}\right) K^{nov}_{tech_i}\right], \quad (8)$$

где $K^{ust}_{tech_i}$, $K^{sov}_{tech_i}$, $K^{mod}_{tech_i}$, $K^{nov}_{tech_i}$ – коэффициенты технического уровня различных по поколениям групп ВВСТ *i*-го типа (устаревшей, современной, модернизированной и новой), определяемые по свертке соотношений отдельных значимых характеристик образцов в сравнении с лучшими мировыми аналогами $\left(K^{***}_{tech_i} \le 1\right)$, при этом связанных неравенством:

$$K^{mod}_{tech_i} < K^{sov}_{tech_i} < K^{nov}_{tech_i}. \quad (9)$$

Допущения и ограничения

Согласно выбранной модели распределения ассигнований между элементами сложной системы [3], а также схеме переоснащения парка отдельного типа техники, представленной на рисунке 1, варьируемыми являются только три параметра: $N^{sp}_{nov_{i,j,t}}$, $N^{sp}_{sov_{i,j,t}}$ и $N_{mod_{i,j,t}}$. При этом величина $N_{mod_{i,j,t}}$ ограничена условием:

$$N_{mod_{i,j,t}} \le N_{treb_{i,j}} - N^{bez}_{ob_{i,j,t}} - N^{sp}_{sov_{i,j,t}} - N^{sp}_{nov_{i,j,t}}. \quad (10)$$

1 На первый год программного периода остаток современных, модернизированных и новых образцов из ныне существующих определяется «точечно» (поскольку, эти образцы в парке единичны и ведется их табельный учет).

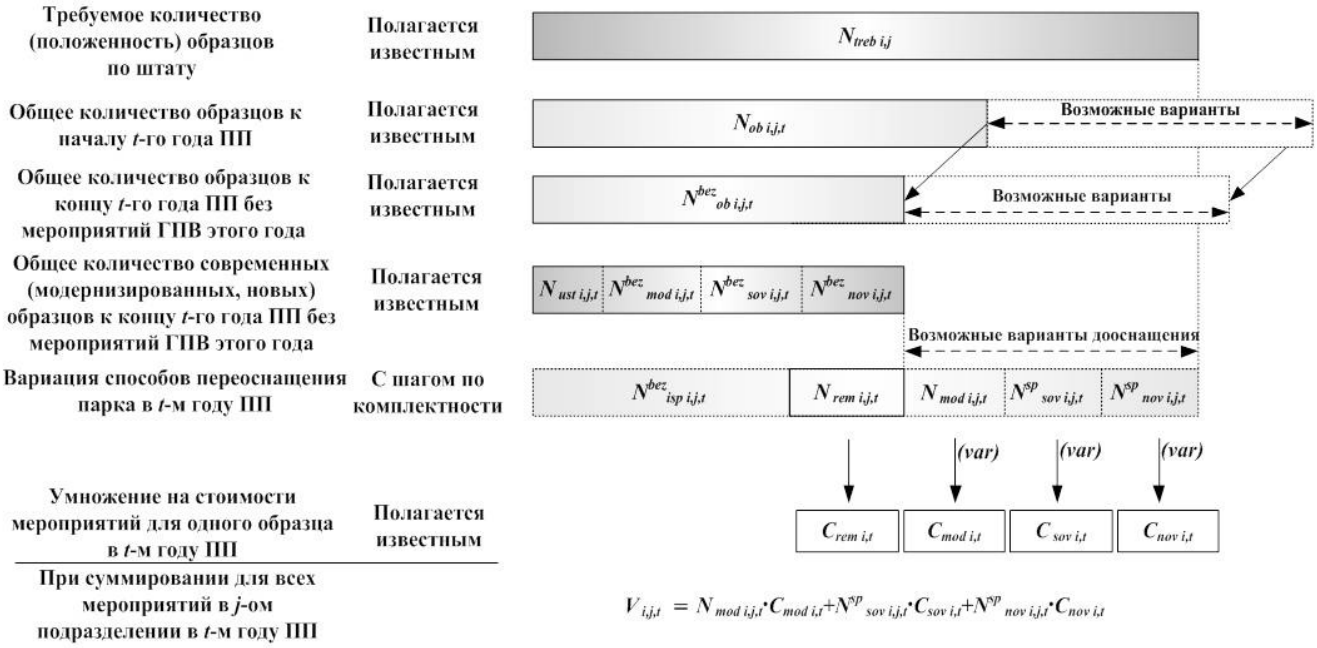

Рисунок 1 – Схема переоснащения парка для сравнения с выделенным лимитом финансирования на серийные закупки и ремонт

Выделяемые ассигнования распределяются на затраты по плановому капитальному ремонту $V_{rem_{i,j,t}}$, продлению ресурса $V_{mod_{i,j,t}}$, серийным закупкам современных $V^{sp}_{sov_{i,j,t}}$ и новых $V^{sp}_{nov_{i,j,t}}$ i-х образцов [2]:

$$V'_{i,j,t} = V_{rem_{i,j,t}} + V_{mod_{i,j,t}} + V^{sp}_{sov_{i,j,t}} + V^{sp}_{nov_{i,j,t}}.$$

Исключив затраты на плановый капитальный ремонт, получим:

$$V_{i,j,t} = N_{mod_{i,j,t}} \cdot C_{mod_{i,t}} + N^{sp}_{sov_{i,j,t}} \cdot C_{sov_{i,t}} + N^{sp}_{nov_{i,j,t}} \cdot C_{nov_{i,t}}, \quad (11)$$

где $C_{mod_{i,t}}$ – стоимость планового капитального ремонта и модернизации с продлением ресурса одного образца ВВСТ, с учетом индексов инфляции K_t в t-й год ПП;

$C_{sov_{i,t}}$, $C_{nov_{i,t}}$ – стоимость современного и нового i-го образца ВВСТ, с учетом индексов инфляции K_t в t-й год ПП.

Введем переменные x_1, x_2, x_3, соответствующие $N_{mod_{i,j,t}}$, $N^{sp}_{sov_{i,j,t}}$, $N^{sp}_{nov_{i,j,t}}$. Аналогично, c_1, c_2, c_3 соответствуют $C_{mod_{i,t}}$, $C_{sov_{i,t}}$, $C_{nov_{i,t}}$.

Используя (1)-(8), запишем $K_{sost_{i,j,t}}$ с учетом введенных переменных:

$$K_{sost_{i,j,t}} = \frac{\alpha_{osn}\left(N^{bez}_{ob_{i,j,t}} + x_1 + x_2 + x_3\right) + \alpha_{sov}\left(N^{bez}_{sov_{i,j,t}} + N^{bez}_{mod_{i,j,t}} + N^{bez}_{nov_{i,j,t}} + x_1 + x_2 + x_3\right)}{N_{treb_{i,j}}} + \frac{\alpha_{isp}\left(N_{isp_{i,j,t}} + N_{rem_{i,j,t}} + x_1 + x_2 + x_3\right)}{N^{bez}_{ob_{i,j,t}} + x_1 + x_2 + x_3} + \frac{\alpha_{tech}\left(N_{ust_{i,j,t}} K^{ust}_{tech_i} + \left(N^{bez}_{sov_{i,j,t}} + x_2\right) K^{sov}_{tech_i} + \left(N^{bez}_{mod_{i,j,t}} + x_1\right) K^{mod}_{tech_i} + \left(N^{bez}_{nov_{i,j,t}} + x_3\right) K^{nov}_{tech_i}\right)}{N^{bez}_{ob_{i,j,t}} + x_1 + x_2 + x_3}. \quad (12)$$

Исходя из условий задачи, а также согласно (10) и (11), необходимо обеспечить максимизацию $K_{sost_{i,j,t}}$ и определить целочисленные значения x_1, x_2, x_3 при следующих ограничениях:

$$V_{i,j,t} \geq c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3, \quad (13)$$

$$x_1 \le N_{treb_{i,j}} - N^{bez}_{ob_{i,j,t}} - x_2 - x_3, \quad (14)$$

$$x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0,\ x_3 \ge 0. \quad (15)$$

Порядок решения задачи

Для решения поставленной задачи применим следующий подход. Определим начальную точку оптимизации на основе метода множителей Лагранжа, осуществив переход от дискретных переменных x_1, x_2, x_3 к непрерывным. Полученное решение, в случае не выполнения условий целочисленности переменных, уточним в области дискретных переменных с помощью метода ветвей и границ. При больших x_1, x_2, x_3 данный способ существенно сокращает число операций для получения оптимального решения.

Решим задачу максимизации обобщенного коэффициента состояния парка в аналитически общем виде методом множителей Лагранжа с ограничениями в виде неравенств (13)-(15).

Запишем выражение целевой функции (12) в матричной форме:

$$f(X) = A \cdot 1^T X + A_0 + \frac{B^T X + B_0}{1^T X + N_0}, \quad (16)$$

где

$$1^T X = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = x_1 + x_2 + x_3;$$

$$A = \frac{a_{osn} + a_{sov}}{N_{treb_{i,j}}};\ N_o = N^{bez}_{ob_{i,j,t}};$$

$$A_0 = \frac{a_{osn} \cdot N^{bez}_{ob_{i,j,t}} + a_{sov} \cdot \left(N^{bez}_{sov_{i,j,t}} + N^{bez}_{mod_{i,j,t}} + N^{bez}_{nov_{i,j,t}} \right)}{N_{treb_{i,j}}};$$

$$B_0 = a_{isp} \left(N_{isp_{i,j,t}} + N_{rem_{i,j,t}} \right) + a_{tech} \cdot \left(N^{bez}_{ob_{i,j,t}} - N^{bez}_{sov_{i,j,t}} - N^{bez}_{mod_{i,j,t}} - N^{bez}_{nov_{i,j,t}} \right) \cdot K^{ust}_{tech_i} + a_{tech} \cdot \left(N^{bez}_{sov_{i,j,t}} \cdot K^{sov}_{tech_i} + N^{bez}_{mod_{i,j,t}} \cdot K^{mod}_{tech_i} + N^{bez}_{nov_{i,j,t}} \cdot K^{nov}_{tech_i} \right);$$

$$B^T X = \begin{bmatrix} b_1 & b_2 & b_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3;$$

$$b_1 = a_{isp} + a_{tech} \cdot K^{mod}_{tech_i};\ b_2 = a_{isp} + a_{tech} \cdot K^{sov}_{tech_i};$$

$$b_3 = a_{isp} + a_{tech} \cdot K^{nov}_{tech_i}.$$

При этом стоимости различных по поколениям групп материальных средств *i*-го типа связаны между собой аналогичным неравенством: $c_1 < c_2 < c_3$.

Выражения для ограничений целевой функции (13)-(15) также запишем в матричной форме:

$$C^T X \le V_{i,j,t}, \quad (17)$$

$$1^T X \le N_{treb_{i,j}} - N^{bez}_{ob_{i,j,t}}, \quad (18)$$

$$x_k \ge 0,\ k = \overline{1,3}. \quad (19)$$

1. Определение безусловного экстремума целевой функции без ограничений.

В соответствии с методом множителей Лагранжа определим точки безусловного экстремума целевой функции без ограничений. Для этого определим производную целевой функции и приравняем ее к нулю.

$$\frac{df(X)}{dX} = A \cdot 1^T + \frac{B^T (1^T X + N_0) - 1^T \cdot (B^T X + B_0)}{(1^T X + N_0)^2}. \quad (20)$$

После приведения к общему знаменателю и сокращения на знаменатель, получим:

$$A \cdot 1^T \cdot (1^T X + N_0)^2 + B^T (1^T X + N_0) - 1^T \cdot (B^T X + B_0) = 0. \quad (21)$$

Выражение (21), записанное в матричной форме, описывает систему уравнений, в которой первое и третье слагаемое являются общими для всей системы уравнений, поэтому справедливо следующее равенство:

$$b_1 (1^T X + N_0) = b_2 (1^T X + N_0) = b_3 (1^T X + N_0).$$

После упрощения получим:

$$b_1 = b_2 = b_3. \quad (22)$$

Тогда согласно (16), выражение (22) можно переписать так:

$$a_{isp} + a_{tech} \cdot K^{mod}_{tech_i} = a_{isp} + a_{tech} \cdot K^{sov}_{tech_i} = a_{isp} + a_{tech} \cdot K^{nov}_{tech_i},$$

$$K^{mod}_{tech_i} = K^{sov}_{tech_i} = K^{nov}_{tech_i}.$$

Таким образом, безусловный экстремум целевой функции наблюдается при равенстве коэффициентов технического уровня различ-

ных по поколениям групп материальных средств *i*-го типа (модернизированной, современной и новой). Однако в связи с тем, что практически коэффициенты технического уровня равными быть не могут согласно (9), то равенство (22) не может быть выполнено.

Следовательно, целевая функция при отсутствии ограничений не имеет экстремумов в области определения. Поэтому поочередно активизируются ограничения (17)-(19) и целевая функция (16) оптимизируется методом множителей Лагранжа при наличии ограничений.

2. Определение экстремума функции при наличии ограничений.

Активизируем ограничение (17), которое в данном случае будет представлять собой равенство $C^T X = V$. Функция Лагранжа в этом случае примет вид:

$$L(X,\lambda) = A \cdot 1^T X + A_0 + \frac{B^T X + B_0}{1^T X + N_0} + \lambda (C^T X - V). \quad (23)$$

Определим экстремумы функции Лагранжа, приравняв к нулю частные производные функции Лагранжа по X и λ.

Проведенные расчеты показали, что функция Лагранжа при активном ограничении (17) имеет точку максимума вне допустимой области.

Дальнейшие исследования целевой функции при активизации ограничений (18) и (19) показали, что при любом одном активном ограничении целевая функция оптимальных решений в допустимой области не имеет.

Аналогично при одновременной активизации двух ограничений целевая функция также не имеет оптимальных решений в допустимой области.

Поэтому активизируем одновременно три ограничения. В этом случае решение задачи будет находиться в месте пересечения трех ограничений и будет представлять собой точку с координатами $(x_1; x_2; x_3)$. При этом в соответствии с (24) образуется следующее количество вариантов решений:

$$Q = \frac{M!}{(M - m_L)! \cdot m_L!}, \quad (24)$$

где M – общее количество ограничений целевой функции. В данной задаче согласно (13)-(15) $M = 5$;

m_L – число ограничений для получения варианта решения. В данном случае экстремум функции определяется при наличии трех ограничений, $m_L = 3$.

Подставив известные значения в формулу (24), получим множество из десяти вариантов решений (точек с координатами $(x_1; x_2; x_3)$), приведенных в таблице 1. В этом случае варианты решений определяются накладываемыми на целевую функцию ограничениями и выражаются из формул (13)-(15).

Так как полученные решения соответствуют комбинации из трех ограничений, то необходимо провести проверку на соответствие решения двум оставшимся ограничениям. При этом часть решений будут являться недопустимыми. Оптимальное решение будет соответствовать всем ограничениям (13)-(15) и будет обеспечивать максимальное значение целевой функции $K_{sost_{i,j}}$.

Таким образом, по результатам расчетов искомых значений $(x_1; x_2; x_3)$ таблицы 1, можно построить функции $N_{mod_{i,j}} = f(V_{i,j,t})$, $N_{sov_{i,j}} = f(V_{i,j,t})$, $N_{nov_{i,j}} = f(V_{i,j,t})$, (график 1 рисунка 2), а также функцию $K_{sost_{i,j}} = f(V_{i,j,t})$ (график 2 рисунка 2). Рассмотрим, как ведут себя функции при увеличении объема выделяемых ассигнований $V_{i,j,t}$.

1. При недостаточном финансировании, когда $V_{i,j,t} < N^{treb}_{mod_{i,j}} \cdot C_{mod_{i,t}}$ может проводиться только модернизация образцов в недостаточном объеме. В этом случае не обеспечивается требуемый уровень оснащенности, а коэффициент состояния парка принимает минимальное значение $K_{sost_{i,j}} = min$.

2. Увеличение объема ассигнований $V_{i,j,t}$ позволяет увеличить количество модернизируемых образцов и обеспечить рост $K_{sost_{i,j}}$, вплоть

до выполнения равенства $V_{i,j,t}=N^{treb}_{mod_{i,j}}\cdot C_{mod_{i,t}}$ (точка А на графике 1 рисунка 2).

Таблица 1 – Комбинации ограничений целевой функции и выражения для расчета вариантов решений

	Комбинации ограничений			Искомые значения $(x_1; x_2; x_3)$		
				x_1	x_2	x_3
1	(13)	(14)	$x_1=0$	0	$N'-\frac{V-c_2N'}{c_3-c_2}$	$\frac{V-c_2N'}{c_3-c_2}$
2	(13)	(14)	$x_2=0$	$N'-\frac{V-c_1N'}{c_3-c_1}$	0	$\frac{V-c_1N'}{c_3-c_1}$
3	(13)	(14)	$x_3=0$	$N'-\frac{V-c_1N'}{c_2-c_1}$	$\frac{V-c_1N'}{c_2-c_1}$	0
4	(13)	$x_1=0$	$x_2=0$	0	0	$\frac{V}{c_3}$
5	(13)	$x_1=0$	$x_3=0$	0	$\frac{V}{c_2}$	0
6	(13)	$x_2=0$	$x_3=0$	$\frac{V}{c_1}$	0	0
7	$x_1=0$	$x_2=0$	(14)	0	0	N'
8	$x_1=0$	(14)	$x_3=0$	0	N'	0
9	(14)	$x_2=0$	$x_3=0$	N'	0	0
10	$x_1=0$	$x_2=0$	$x_3=0$	0	0	0
Примечание: $N_{treb_{i,j}}-N^{bez}_{ob_{i,j,t}}=N'$						

В свою очередь, точка А на графике 2 рисунка 2, представляет собой точку перегиба функции $K_{sost_{i,j}}=f(V_{i,j,t})$, здесь достигается требуемый уровень оснащенности, однако только за счет модернизируемых образцов.

3. При увеличении объема ассигнований $V_{i,j,t}$ обобщенный коэффициент состояния парка $K_{sost_{i,j}}$ растет за счет увеличения уровня современности (соотношения модернизируемых, современных и новых образцов). В точке В, где $V_{i,j,t}=V_B$, максимальное значение $K_{sost_{i,j}}$ обеспечивается при закупках одинакового количества модернизируемых и современных образцов ВВСТ *i*-го типа. Дальнейшее увеличение объема ассигнований позволяет закупать большее количество современных образцов.

4. В точке *C*, где выполняется равенство $V_{i,j,t}=N^{treb}_{sov_{i,j}}\cdot C_{mod_{i,t}}$, максимизация коэффициента состояния парка $K_{sost_{i,j}}$ обеспечивается за счет закупок только современных образцов ВВСТ *i*-го типа.

5. Закупка новых образцов может быть осуществлена при увеличении объема ассигнований, когда $V_{i,j,t}>V_C$. Так в точке *D* максимальное значение $K_{sost_{i,j}}$ обеспечивается при закупках одинакового количества современных и новых образцов ВВСТ *i*-го типа.

6. Дальнейшее увеличение ассигнований до объема $V_{i,j,t}=N^{treb}_{nov_{i,j}}\cdot C_{mod_{i,t}}$ позволяет обеспечить максимальное значение коэффициента состояния парка $K_{sost_{i,j}}$ при закупках только новых образцов ВВСТ *i*-го типа. Здесь

обеспечивается максимальное значение коэффициента состояния парка $K_{sost_{i,j}} = max$.

Таким образом, значение обобщенного коэффициента состояния парка возрастает при увеличении объема выделяемых ассигнований за счет изменения соотношения объемов модернизируемых образцов ВВСТ *i*-го типа и объемов серийных закупок современных и новых образцов ВВСТ *i*-го типа.

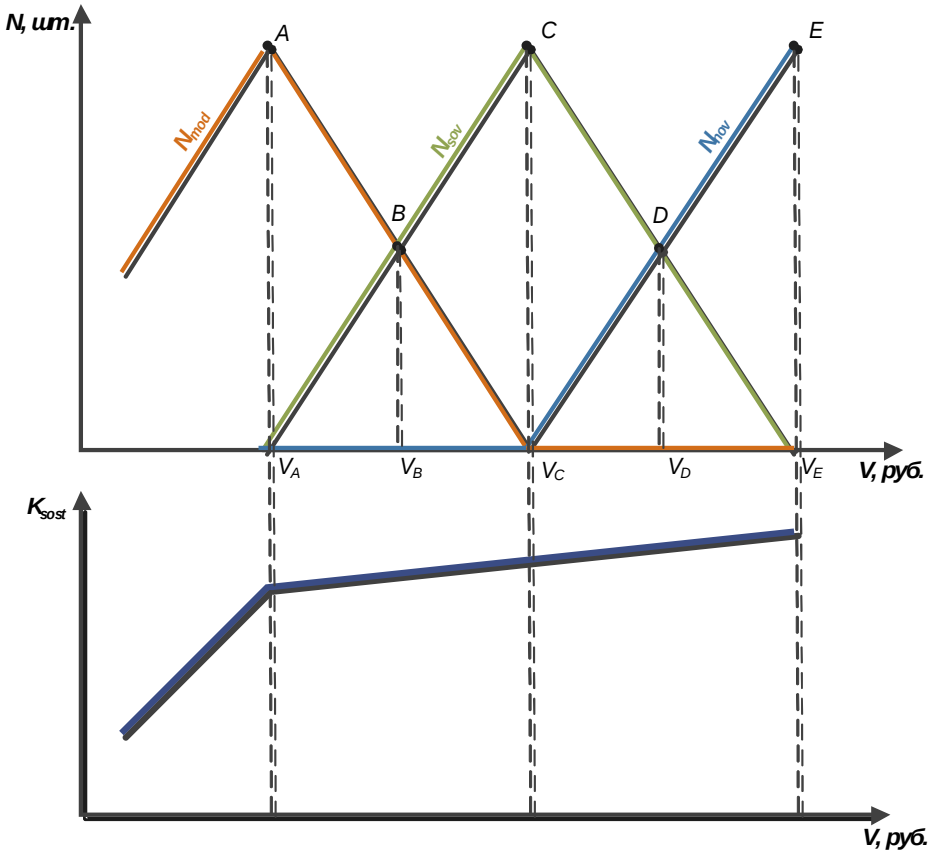

Рисунок 2 – Варианты распределения объемов модернизации и закупок, а также изменение обобщенного коэффициента состояния парка в зависимости от объема выделяемых ассигнований

Необходимо отметить, что полученные варианты объемов модернизации и серийных закупок обеспечивают максимизацию обобщенного коэффициента состояния парка под выделенные ассигнования. При иных вариантах распределения ассигнований не обеспечивается либо максимальное значение обобщенного коэффициента состояния парка, либо не выполняются ограничения (13)-(15).

При разработке вариантов программных мероприятий необходимо учитывать ряд дополнительных условий:

- практической целесообразности проведения модернизации образцов ВВСТ *i*-го типа;
- возможностей промышленности по проведению модернизации и закупок образцов (особенно новых) на требуемом объеме;
- необходимость поддержки определенных предприятий ОПК для обеспечения определенного уровня объемов заказов на проведение модернизации и серийных закупок образцов ВВСТ *i*-го типа;
- выполнение требований по обеспечению установленных руководящими документами темпов обновления парка ВВСТ *i*-го типа.

Перечисленные условия необходимо учитывать при расчетах обобщенного коэффици-

ента состояния парка в качестве ограничений (14), (15).

Вывод

В статье приведен подход, основанный на максимизации интегрального показателя состояния парка отдельного типа техники при реализации мероприятий по техническому переоснащению парка в условиях ограниченного финансирования на серийные закупки и ремонт. Существенным преимуществом разработанной универсальной процедуры является то, что в результате ее реализации становится возможным определение затрат на модернизацию и серийные закупки образцов ВВСТ *в каждый год* программного периода и на его окончание, поскольку при добавлении соответствующего индекса t ко всем приведенным параметрам общность логики сохраняется. При этом в общем случае выбор конкретного критерия для сравнения вариантов планов долгосрочного развития сложной организационно-технической системы зависит от целевой установки по их разработке.

Список использованных источников

1. Буренок В.М., Ляпунов В.М., Мудров В.И. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения, издание второе. – М.: Граница, 2005. – 520 с.

2. Буренок В.М., Погребняк Р.Н., Скотников А.П. Методология обоснования перспектив развития средств вооруженной борьбы общего назначения. – М.: Машиностроение, 2010. – 368 с.

3. Шипунов А.С. Модель распределения ассигнований в системе с приоритетами при финансировании серийных закупок и ремонта в ходе формирования планов долгосрочного развития сложных организационно-технических систем / А.С. Шипунов, Р.Ю. Ветрюк // Вооружение и экономика. – 2011. – № 14. – С. 81–86.

4. Таха Х.А. Введение в исследование операций, издание шестое / Перевод с английского. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 912 с., ил.