УДК 519.816

МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ КОНВЕРСИРОВАНИЯ

М.И. Гиневский, В.П. Марченко

В статье описана модель нахождения уровней оборонного потенциала для определения степени конверсирования ВПК.

Одной из актуальных задач моделирования управления процессами конверсии военно-промышленного комплекса (ВПК) является определение степени конверсии. Априорной информацией для определения степени конверсирования ВПК являются показатели, характеризующие военную мощь государства - оборонительный и наступательный потенциал Вооруженных Сил. Масштаб этих потенциалов и позволяет очертить то минимальное количество предприятий ВПК, не подлежащих конверсированию, и способных обеспечить оборонную достаточность на прогнозируемый период .

Сформулируем критерий выбора масштаба сил и средств оборонительного потенциала $\mathbf{P^O}$, обеспечивающего сохранение равновесия и отвечающего принципу оборонной достаточности:

Критерий **A**: оборонный потенциал стороны **A** должен заставить противника расходовать на поражение объектов ВПК такое же относительное количество ударных средств, что и ее ударные силы при решении
аналогичных задач на его территории; ограничивать ущерб (относительные потери) своих объектов от ударов стороны **B** на уровне, не превышающем ущерб, нанесенный его объектам ударными силами при аналогичных ответных действиях :

$$\mathbf{G_1 - G_2 = 0,} \tag{1}$$

где $\mathbf{G_1}$, $\mathbf{G_2}$ - оборонные потенциалы первой и второй стороны. Исходя из того, что расход ударных сил можно представить как некоторые потери, возникающие при ведении наступательных действий, далее при расчете сил и средств оборонительного потенциала будем учитывать как оборонительные так и ударные силы обеих сторон.

Таким образом, левая часть равенства (1) зависит от четырех параметров: $\mathbf{G_1 - G_2 = f\left(P_1^0, P_1^H, P_2^0, P_2^H\right)}$, в качестве которых выступают оборонительные $\mathbf{P_1^o}$, $\mathbf{P_2^o}$ и наступательные $\mathbf{P_1^н}$, $\mathbf{P_2^н}$ потенциалы сторон. Поэтому в плане определения величины $\mathbf{P_1^o}$, соотношение (1) является незамкнутой моделью, требующей доопределения остальных параметров. При этом, если выбор $\mathbf{P_2^o}$, $\mathbf{P_2^н}$ зависит от противоположной стороны, то определение $\mathbf{P_1^н}$ полностью зависит от стороны **А**, и для замыкания модели можно использовать равенство не скалярного, а векторного соотношения: $\mathbf{\vec{G}_1 = \vec{G}_2}$, подбирая удобным образом компоненты векторов. Например, разделяя потери ударных сил и обороняемых объектов. Такой подход предполагает достаточную сходность состояний обеих сторон и не оправдан при определенных ассиметриях. В этой связи представляется целесообразным действовать иначе и замыкание модели осуществлять введением дополнительного условия экономической эффективности.

Критерий **Б**: Достижение требуемого эффекта, выражаемого, в частности, соотношением типа (1), должно происходить при наименьших затратах на вооружение. Математически это выглядит так:

$$\min_{P_1^0, P_2^0} \mathbf{Z^{сум}} \Big| (\mathbf{G_1; G_2}) \in \mathbf{0}\ , \qquad (2)$$

где $$\mathbf{Z_1 \equiv Z_1^O + Z_2^H \equiv Z_1^O\ (P_1^O) + Z_1^H\ (P_1^H)}, \qquad (3)$$

О - область ограничений значений потерь, соответствующая требуемому эффекту. Здесь и далее полагается, что функции затрат $\mathbf{Z(P)}$ являются непрерывными и монотонно растущими и, следовательно, определены обратные функции $\mathbf{P(Z)}$. Что касается моделирования действий противоположной стороны, то в настоящее время нет оснований утверждать, что противник будет следовать критерию **А**. Анализ опыта международных конфликтов свидетельствует об обратном: в настоящее время гарантия национальной безопасности видится в достижении превосходства[1]. Поэтому введем дополнительные понятия:

$$\mathbf{V_{ау} = V_{ау}(P_а^O, P_б^H),\ \ \{а, б\} = \{1, 2\}}, \qquad (4)$$

- означает потери стороны а, обусловленные действием наступательных (ударных) сил стороны **б**;

$$\mathbf{V_{ao} = V_{ao}(P_a^H, P_б^O)} \tag{5}$$

- потери стороны а в результате действия оборонительных сил стороны **б**. Аналогично вводятся потери $\mathbf{V_{б\ у}}$ и $\mathbf{V_{б\ у}}$ стороны **б.**

Учитывая замечания относительно функции затрат (вкладов) на развитие потенциалов можно записать

$$\begin{cases} \mathbf{V_{ay} = F_{ay}(Z_a^O, Z_б^H)}, \\ \mathbf{V_{ao} = F_{ao}(Z_a^H, Z_б^O)}, \\ \mathbf{V_{бy} = F_{бy}(Z_б^O, Z_a^H)}, \\ \mathbf{V_{бo} = F_{бo}(Z_б^H, Z_a^O)}. \end{cases} \tag{6}$$

При этом непрерывные функции $\mathbf{F_{ay}}$, $\mathbf{F_{бy}}$ монотонно убывают по своим первым аргументам и монотонно растут по вторым аргументам. Функции $\mathbf{F_{ao}}$, $\mathbf{F_{бy}}$ монотонно возрастают по своим первым и вторым аргументам.

В качестве нижних границ затрат на оборонительный и наступательный потенциалы $\mathbf{З^о_{инж}}$, $\mathbf{З^н_{инж}}$ можно принять нули. Сделаем замену переменных:

$$\begin{cases} \mathbf{a^O = \dfrac{Z^O - Z^O_{ниж}}{Z^{сум} - Z^O_{ниж} - Z^H_{ниж}}}, \\ \mathbf{a^H = \dfrac{Z^H - Z^H_{ниж}}{Z^{сум} - Z^O_{ниж} - Z^H_{ниж}}} \end{cases} \tag{7}$$

Из (3) и (8) следует: $\mathbf{a^O + a^H = 1}$, $\mathbf{a^O; a^H \in [\,0, 1\,]}$.

Поэтому будем использовать только одну переменную, например $\mathbf{a^O}$, опустив верхний индекс $\mathbf{a^O = a}$. Так, используя новые переменные, можно записать

$$\begin{cases} \mathbf{V_{ay} = F_{ay}(Z_a, Z_б) \overset{O}{=} f_{ay}(a_a, 1 - a_б) = L_{ay}(a_a, a_б)}, \\ \mathbf{V_{ao} = F_{ao}(Z_a, Z_б) \overset{H}{=} f_{ao}(1 - a_a, a_б) = L_{ao}(a_a, a_б)}. \end{cases} \tag{8}$$

Определенная таким образом функция $\mathbf{L_{ay}}$ монотонно убывает как по первому $\mathbf{a_a}$, так и по второму $\mathbf{a_б}$ аргументу; функция **L** монотонно убывает по аргументу **а** и растет по аргументу **а**. Естественна постановка вопроса: что можно сказать о суммарной функции $\mathbf{V_a}$?

$$\mathbf{V_a = V_{ay} + V_{ao} = L_{ay} + L_{ao} = L_a} \,. \tag{9}$$

Очевидно, что эта функция убывает по первому аргументу $\mathbf{a_a}$ (как сумма двух монотонно убывающих функций). Характер зависимости по второму аргументу $\mathbf{a_б}$ определяется привлечением дополнительных свойств. В действительности имеет место факт, выражаемый следующей формулой:

$$-\frac{\mathbf{dL_{ay}}}{\mathbf{da_б}} = \frac{\mathbf{dL_{ay}}}{\mathbf{d(1-a_б)}} > \frac{\mathbf{dL_{ao}}}{\mathbf{dL_б}}, \tag{10}$$

т.е. убывание функции $\mathbf{L_{ay}}$ по аргументу $\mathbf{a_б}$ идет быстрее, чем рост в аналогичных условиях функции $\mathbf{L_{ao}}$ по этому аргументу. Физически это означает, что наносимый ущерб (потери) изменяется от вклада в наступательное оружие быстрее, чем в оборонительное. На этом основании можно считать, что функция $\mathbf{L_a(a_a}$, $\mathbf{a_б}$) является монотонно убывающей по обоим аргументам.

Наряду с функцией $\mathbf{V_a}$ рассмотрим связанную с ней функцию предотвращенных потерь

$$\mathbf{W_a = Q_a - V_a} \,, \tag{11}$$

где $\mathbf{Q_a}$ - та часть национального достояния стороны **а**, которая будет уничтожаться стороной **б** для достижения целей войны. Эта функция является монотонно возрастающей от $\mathbf{a_a}$, $\mathbf{a_б}$. Впрочем, в ходе моделирования и контроля расчетов удобнее использовать нормированные функции

$$\mathbf{u_a = \frac{V_a}{Q_a}}; \qquad \mathbf{w = 1 - u_a}, \tag{12}$$

которые сохраняют свойства монотонности, но имеют область значений в отрезке **[0,1].**

Совершенно аналогично вводится группа функций, связанных со стороной **б.** При этом функция $\mathbf{u_б}$ $\mathbf{(a_a, a_б)}$ монотонно убывает по своим аргументам, а $\mathbf{w_б}$ **(а**, **а)** - монотонно растет.

Формализуем критерии предпочтительного выбора параметров $\mathbf{a_а}$ и $\mathbf{a_б}$. С каждой стороны свяжем пару функций

$$(\mathbf{а}) : \{\mathbf{w_а}, \mathbf{u_б}\},$$
$$(\mathbf{б}) : \{\mathbf{w_б}, \mathbf{u_а}\}.$$

Опыт подсказывает, что располагая ограниченными вкладами $\mathbf{Z}$ в военную область, каждая сторона заинтересована в максимизации ожидаемого эффекта

$$(\mathbf{а}) : \{\mathbf{w_а}, \mathbf{U_б}\} \rightarrow \mathbf{max},$$
$$(\mathbf{б}) : \{, \mathbf{U_а}\} \rightarrow \mathbf{max}.$$

Таким образом, возникают двухкритериальные задачи оптимизации. Теория системного анализа дает апробированный подход к их решению. Суть дела состоит в следующем. Осуществляется свертка критериев

$$\mathbf{\Phi_а = \min\,[\mu_а w_а;\ \nu_а u_б] = \Phi_а\,(a_а, a_б),\ a_а, a_б}$$
$$\mathbf{\Phi_б = \min\,[\mu_б w_б;\ \nu_б u_а] = \Phi_{á}\,(a_а, a_б),\ \mu;\nu \in [0,1],\ \mu+\nu=1,} \qquad (13)$$

и решается задача оптимизации.

Весовые множители μ,ν зависят от выбранной политики (доктрин) сторон. В частном случае, когда $\mu=\nu=0.5$, имеем так называемую равнозначную политику по отношению к задачам обороны и наступления. При приближении μ к нулю в доктрине преобладает оборонительный характер, при смещении μ к единице - наступательный. Политика (доктрина) одной стороны может не совпадать с политикой (доктриной) другой - поэтому веса снабжены соответствующими индексами.

В качестве $\mathbf{a_а}$, $\mathbf{a_б}$, оптимизирующих $\mathbf{\Phi_а}$, $\mathbf{\Phi_б}$, можно попытаться взять значения $\hat{\mathbf{a}}_\mathbf{а}, \hat{\mathbf{a}}_\mathbf{б}$, удовлетворяющие системе

$$\begin{cases} \mathbf{\Phi_а(\hat{a}_а, \hat{a}_б) = \max \Phi(a_а, \hat{a}_б);} \\ \mathbf{\Phi_б(\hat{a}_а, \hat{a}_б) = \max \Phi(\hat{a}_а, a_б).} \end{cases} \qquad (14)$$

По определению, эти значения называют равновесными. Как показывает теория, значения $\hat{\mathbf{a}}, \hat{\mathbf{a}}$ находятся путем решения системы уравнений

$$\begin{cases} \mathbf{\mu_а w_а(a_а, a_б) = \nu_а u_б(a_а, a_б);} \\ \mathbf{\mu_б w_б(a_а, a_б) = \nu_б u_а(a_а, a_б).} \end{cases} \qquad (15)$$

В практических случаях множество решений системы (17) не пустое и в силу описанных свойств монотонности $\boldsymbol{\mu_а}$, $\mathbf{w_а}$, $\mathbf{u_б}$, $\mathbf{w_б}$ содержит одну пару $\hat{\mathbf{a}}_а, \hat{\mathbf{a}}_б$, которая обладает следующими свойствами:

во-первых, является устойчивой (по Нешу), т.е. отклонение в одностороннем порядке от $\hat{\mathbf{a}}$ ведет к снижению показателя $\mathbf{Ф}$ отклонившейся стороны,

$$\mathbf{Ф_а(\tilde{a}_а, \hat{a}_б) < Ф_а(\hat{a}_а, \hat{a}_б), (\tilde{a}_а \neq \hat{a}_а);}$$

$$\mathbf{Ф_б(\hat{a}_а, \tilde{a}_б) < Ф_б(\hat{a}_а, \hat{a}_б), (\tilde{a}_б \neq \hat{a}_б).}$$

во-вторых, эта пара является эффективной (по Парето), т.е. не существует иной пары $\tilde{\tilde{\mathbf{a}}}_а, \tilde{\tilde{\mathbf{a}}}_б$, для которой одновременно выполняется два неравенства:

$$\mathbf{Ф_а(\tilde{\tilde{a}}_а, \tilde{\tilde{a}}_б) > Ф_а(\hat{a}_а, \hat{a}_б);}$$

$$\mathbf{Ф_б(\tilde{\tilde{a}}_а, \tilde{\tilde{a}}_б) > Ф_б(\hat{a}_а, \hat{a}_б).}$$

Таким образом, если решения системы (17) существуют, то существует и устойчивый выбор сторонами параметров $\hat{\mathbf{a}}_а, \hat{\mathbf{a}}_б$. Далее, располагая величинами $\hat{\mathbf{a}}_а, \hat{\mathbf{a}}_б$ можно рассчитать величины вкладов (затрат), оборонительных и наступательных потенциалов и других показателей в соответствии с (3) - (12). Из последнего следует, что путем моделирования можно подобрать те минимальные значения затрат, которые удовлетворяли бы требуемому уровню развития вооружений и явились отправной информацией на этапе определения масштабов конверсирования предприятий ВПК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арбатов А. Сколько обороны достаточно? //Международная жизнь, 1989. - №3. - С. 43 - 49.