

Белорозов Р.С.

### О способе оценки сбалансированности вариантов развития системы вооружения на основе принципа комплектности и применения методов стохастического моделирования

*Статья посвящена решению проблемы сбалансированности вариантов развития системы вооружения. Предлагается способ, который позволяет показательно оценить сбалансированность вариантов развития системы вооружения с использованием принципа комплектности образцов вооружения и военной техники в воинских формированиях. В работе строится стохастическая модель для оценки достоверности расчетов показателя сбалансированности, позволяющая в целом повысить оперативность решения рассматриваемой задачи.*

В общем виде оценку сбалансированности вариантов развития системы вооружения Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ) целесообразно рассматривать относительно внешнего и внутреннего круга решаемых ею задач [1].

Сбалансированность системы вооружения ВС РФ относительно внешнего круга задач (или внешняя сбалансированность системы вооружения) заключается в соответствии боевых возможностей системы вооружения задачам и условиям вооруженной борьбы (текущим и прогнозируемым) [2]. Таким образом, внешняя сбалансированность представляет собой определенную закономерность, отражающую соответствие технического уровня и общего количества вооружения в ВС РФ характеру (содержанию) и объемам задач, стоящих перед системой вооружения, а также условиями их выполнения.

Боевые свойства образцов вооружения и военной техники (ВВТ), составляющих систему вооружения ВС РФ, должны соответствовать требованиям, определяемым характером боевых задач ВС РФ, для выполнения которых они создаются. В частности, такими свойствами являются: основное предназначение, вид и степень поражающего воздействия средств вооруженной борьбы, досягаемость, мобильность, боевая устойчивость, скрытность, защищенность, боеготовность [1].

На сегодняшний день необходимый уровень боевых свойств образцов ВВТ и требуемое их количество определяются в ходе специальных исследований по: выявлению потенциальных угроз военной безопасности РФ, разработке методов их парирования, определению масштабов вооруженного проти-

воборства и, исходя из этого, формированию возможных боевых задач ВС РФ в рамках ожидаемых результатов их выполнения существующими ВВТ ВС РФ [3]. По результатам данных исследований обосновываются тактико-технические требования к новым образцам ВВТ и необходимый состав войск (боевых систем) ВС РФ.

Безусловно, обоснование требований к перспективной системе вооружения ВС РФ и новым образцам ВВТ необходимо проводить с учетом внешней сбалансированности, так как невыполнение данного условия может привести либо к завышению боевых возможностей ВС РФ относительно требуемого уровня, что дополнительно связано с перерасходом бюджетных средств, либо к их снижению, в результате чего уровень решения задач окажется ниже требуемого [4].

Суть *внутренней сбалансированности* системы вооружения заключается в решении задачи обеспечения согласованного развития составляющих ее боевых средств – образцов ВВТ [4, 5]. Необходимость решения данной задачи вызвана тем, что образцы ВВТ различного назначения (ударное оружие, системы управления и средства различных видов обеспечения) в рамках системы вооружения объективно требуют сбалансированного развития, заключающегося в определении рационального состава и количественного соотношения в рамках системы вооружения ВС РФ образцов ВВТ, условно относящихся (по своему назначению) к классам ударных, управляющих и обеспечивающих средств.



К основным задачам, целям балансирования можно отнести:

- необходимость наиболее эффективного совместного применения образцов ВВТ различного назначения, привлекаемых к выполнению определенной задачи вооруженного противоборства, и, как следствие, достижения рациональных пропорций между ними;

- необходимость рационального распределения выделяемых объемов ассигнований и других ресурсов на развитие системы вооружения ВС РФ, исключающего недофинансирование развития востребованных классов (по назначению) образцов ВВТ.

Указанные обстоятельства порождают задачу определения рациональных пропорций развития, или, иначе говоря, проблему внутренней сбалансированности системы вооружения ВС РФ. Решение данной проблемы имеет целью такое распределение выделенных ресурсов между классами образцов ВВТ, при котором достигалась бы максимальная эффективность от применения системы вооружения ВС РФ по предназначению.

Каждая боевая система<sup>1</sup> в зависимости от ее размеров и мощности способна обеспечить решение определенных задач, стоящих перед ВС РФ. Эффективность решения таких задач связана со сбалансированностью боевых систем ВС по ударным, управляющим и обеспечивающим средствам, то есть с рациональным распределением количества ВВТ по указанным компонентам в боевой системе. Учитывая, что с точки зрения закупок количество образцов ВВТ в боевой системе пропорционально их стоимости, можно утверждать, что такой тип сбалансированности определяется критерием «эффективность-стоимость» и поэтому для ее оценки целесообразно использовать методы статистического анализа технико-экономических показателей [4].

В настоящей работе предлагается способ оценки внутренней сбалансированности вариантов развития ВВТ в разрезе решаемых ими задач с декомпозицией по ударным, управляющим и обеспечивающим средствам. Данный подход основан на *принципе ком-*

*плектности* образцов ВВТ в воинском формировании, заключающемся в соблюдении количественной сбалансированности поставляемых образцов ВВТ в комплектах вооружения воинского формирования при поставке их в войска и принятии на вооружение ВС РФ. Базовыми понятиями этого принципа являются: воинские формирования, типовые воинские формирования, образцы ВВТ, комплекты вооружения.

Рассмотрим данные понятия.

**Воинские формирования.** Исходя из содержания возлагаемых на ВС РФ задач, Генеральным штабом ВС РФ определяется структура и боевой состав ВС РФ в виде перечня и количества воинских формирований. Структура воинских формирований ВС РФ имеет иерархический характер и классифицируется на следующие уровни иерархии:

1. «Объединения» (армия, флот);
2. «Бригады»;
3. «Части»;
4. «Подразделения» (батальон, эскадрилья).

Рассмотрим иерархию воинских формирований ВС РФ снизу вверх.

Уровень «Подразделения» - находится на самом нижнем уровне иерархии ВС РФ. К нему относятся батальоны (дивизионы, эскадрильи), роты (батареи, авиазвенья), взводы, отделения (экипажи).

Выше находится уровень воинских частей, являющихся организационно самостоятельными боевыми и административно-хозяйственными единицами в ВС РФ, содержащиеся по установленным нормам. К воинским частям относятся корабли 1, 2 и 3 рангов, отдельные батальоны (дивизионы, эскадрильи), не входящие в состав полков, а также роты, не входящие в состав батальонов и полков.

Далее по иерархии находится уровень «Бригады», включающий воинские формирования, состоящие из нескольких воинских частей, обычно различных родов войск (сил, служб), а также воинских частей (подразделений) обеспечения, объединенных единым командованием и предназначенных для решения тактических задач.

Вершину иерархии ВС РФ занимает уровень «Объединения». Каждое из них пред-

<sup>1</sup> Под **боевой системой** понимается совокупность простых образцов ВВТ (либо единичный сложный образец ВВТ), способных выполнять боевые задачи того воинского формирования, для которого они предназначены.



ставляет собой воинское формирование, включающее несколько бригад, частей различных видов и родов войск Вооруженных Сил РФ, объединенных единым штатным командованием, предназначенное для решения стратегических, оперативно-стратегических, оперативных и оперативно-тактических задач.

Боевые составы объединений могут меняться в зависимости от решаемых задач: стратегические, оперативно-стратегические, оперативные и оперативно-тактические.

В период военного времени воинские формирования для решения определенных задач объединяются в группировки. Под группировкой понимаются расположенные (развернутые) на определенном театре боевых действий объединения, бригады и воинские части видов и родов войск ВС РФ, а также войска, не входящие в виды и рода войск и тыла, предназначенные для выполнения задач в операциях (боевых действиях).

**Типовые воинские формирования.** В интересах снижения размерностей решаемых задач тактического, оперативно-тактического и стратегического характера, а также в связи с необходимостью типизации информационного обеспечения по воинским формированиям ВС РФ целесообразно оперировать так называемыми «типовыми воинскими формированиями» (ТВФ) [6], которые являются своего рода базовыми единицами существующих различных воинских формирований. В результате существующие воинские формирования имеют основные общие компоненты с типовыми формированиями, но в то же время отличаются своими специфическими особенностями, в зависимости от решаемых задач и условий проведения операций (например, на различных оперативных направлениях общевойсковые дивизии имеют отличающийся состав и структуру).

Структура типовых воинских формирований носит иерархический характер аналогично структуре воинских формирований ВС РФ. Уровни иерархии ТВФ аналогичны уровням структуры ВС РФ: «Подразделения», «Части», «Бригады», «Объединения».

**Образцы ВВТ.** Под вооружением и военной техникой понимается многообразие образцов ВВТ и военно-техническое имущество,

принятые на снабжение ВС РФ (предметы снабжения ВС РФ), которые закреплены за видами ВС и родами войск и состоят в оперативном распоряжении Минобороны России.

Как видно из определения ВВТ, базовым понятием является образец ВВТ. Под понятием *образец ВВТ* понимается (ГОСТ РВ 5154-2005) изделие военной техники, предназначенное для выполнения задач в соответствии с его назначением самостоятельно и имеющее присвоенное в установленном порядке обозначение.

Также среди множества образцов ВВТ в зависимости от их функционального предназначения можно выделить группы ударных образцов, образцов систем управления и обеспечения. При этом под *образцом системы управления* целесообразно понимать совокупность средств, основным назначением которых является организация процессов управления, технического сопровождения и информационного взаимодействия с другими образцами.

Под *образцом системы обеспечения ВВТ* понимается образец, функциональные свойства и возможности которого необходимы для обеспечения процесса функционирования других образцов.

Под *ударным образцом ВВТ* понимается образец ВВТ, предназначенный для огневого поражения объектов и целей противника. Следует отметить, что один и тот же ударный образец, в зависимости от возложенных на него задач и уровня применения, может быть укомплектован различными образцами систем управления и обеспечения.

По типу применения образцы ВВТ целесообразно подразделять на финальные и финальные комплектующие. *Финальные комплектующие образцы* - это образцы, представляющие собой средства поражения (боеприпасы, ракеты, торпеды) и другие расходные комплектующие, применение которых невозможно без участия других образцов ВВТ. В свою очередь, под *финальным образцом ВВТ* понимается образец ВВТ, который может применяться самостоятельно или призван обеспечивать применение финальных комплектующих образцов. Причем один и тот же финальный образец, в зависимости от возложенных на него задач, а также от уров-



ня применения, может быть укомплектован различными комплектуемыми образцами.

**Комплекты вооружения воинского формирования.** Под *комплексом вооружения* понимается финальный образец ВВТ, использующийся самостоятельно, либо совокупность финального образца ВВТ и комплектуемых образцов, необходимых для решения определенных функциональных задач. Причем на базе одного и того же финального образца ВВТ может формироваться один и более комплектов вооружения.

К примеру, в качестве финального образца могут выступать самолеты, танки, автоматы, радиостанции и т. д. В качестве комплектуемых образцов ВВТ выступают боеприпасы, средства поражения и др. расходные материалы. Объем вооружения, приходящийся на каждый из финальных образцов ВВТ, определяется на основе таблиц ВВТ к штатам воинских формирований, определяемых Генеральным штабом ВС РФ.

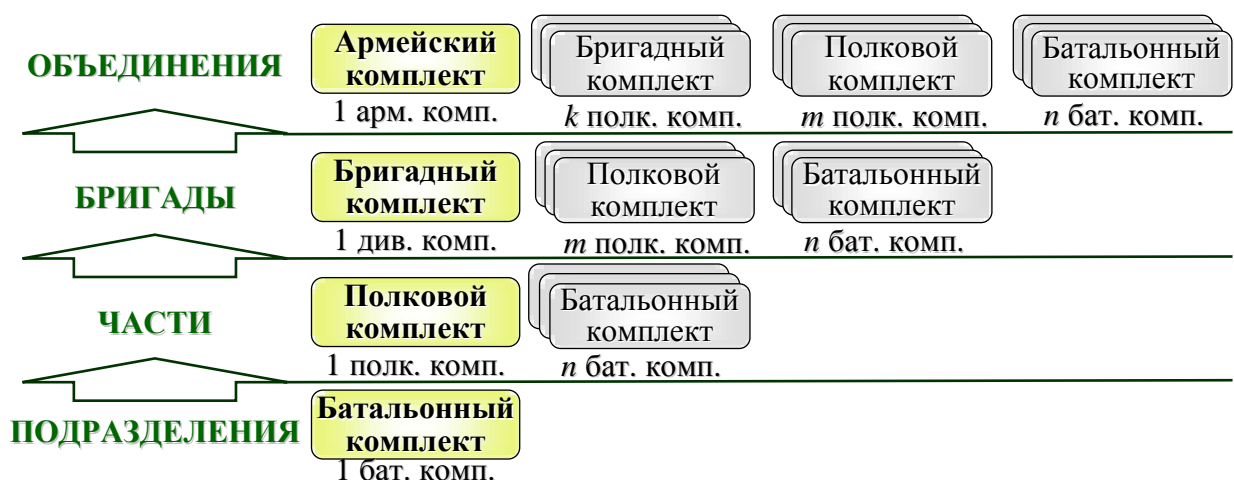
Важно отметить, что, исходя из решаемых задач, типовые воинские формирования снабжаются различными комплектами вооружения. Набор и количество этих комплектов вооружения также определяется на основе таблиц ВВТ к штатам воинских формирований.

Если обозначить совокупность комплектов вооружения, входящих в состав типового

воинского формирования, как *комплект вооружения типового воинского формирования* или *типовой комплект вооружения*, тогда возможно рассматривать структуру ВС РФ в виде типовых воинских формирований. При этом необходимо отметить, что типовое воинское формирование вышестоящего уровня может в себя включать не только комплекты вооружения входящих типовых воинских формирований, но и приданное вооружение, например, дополнительные средства связи, разведки и т.п. Совокупность приданного вооружения, необходимого воинскому формированию для решения своих задач, образуют так называемый *собственный комплект вооружения*.

Таким образом, *полный комплект вооружения* любого типового воинского формирования, включающего другие воинские формирования, состоит из комплектов вооружения входящих типовых воинских формирований и собственного комплекта вооружения, что отображено на **рисунке 1**.

В целом оснащение типовых воинских формирований может быть представлено в виде множества комплектов вооружения. При этом боевые системы в виде таких воинских формирований сбалансированы в рамках решаемых ими задач с декомпозицией по ударным, управляющим и обеспечивающим средствам.



**Рисунок 1 - Состав полных типовых комплектов вооружения для различных уровней классификационных ТВФ**

Заметим, что в комплекте вооружения типового воинского формирования основная часть финальных образцов ВВТ, как прави-

ло, является ударными средствами вооружения, а комплектуемые образцы ВВТ включают средства управления и обеспечения.

Таким образом, типовой комплект вооружения является такой боевой системой, которая при заданной укомплектованности ВВТ способна выполнять возложенные на нее задачи, в том числе задачи ударных средств, средств управления и обеспечения в полном объеме. Поэтому такой комплект вооружения сбалансирован в рамках рассматриваемой декомпозиции боевых систем, то есть имеют место требуемые пропорции распределения ВВТ по ударным, управляющим и обеспечивающим компонентам. Далее эти пропорции в рамках данной работы будем называть *эталонными*.

В основе предлагаемого способа лежит сравнение располагаемых или прогнозируемых пропорций в развитии сил и средств ВС РФ с эталонно сбалансированными пропорциями.

*Эталонно сбалансированные пропорции* – это пропорции, при которых достигается максимальная удельная эффективность выполнения задач боевыми системами ВС на единицу стоимостных затрат требуемого ВВТ. Такие пропорции могут быть получены решением оптимизационной задачи определения боевого состава ВС РФ при снятии ограничений по начальному составу и возможностям промышленности, деформирующим оптимальные пропорции развития средств.

Пропорции реального боевого состава ВС РФ отличаются от эталонных в связи с временно сложившейся диспропорцией существующего состава ВС в результате влияния внешних и внутренних экономических и политических факторов [7, 8]. При оценке сбалансированности существующего боевого состава ВС РФ сравниваемые с ним «эталонные» пропорции определяются исходя из требований основных нормативных и правовых документов в области развития ВВТ.

Пусть эталонные доли компонент в комплекте вооружения  $i$ -й боевой системы (воинского формирования) на  $j$ -м уровне иерархии воинских формирований, полученные из задачи «эталонного» сбалансирования, составляют  $\alpha_{ij}^{y\partial}, \alpha_{ij}^{ynp}, \alpha_{ij}^{ob}$  и аналогично обозначим реальные (оцениваемые) доли этих компонент  $\hat{\alpha}_{ij}^{y\partial}, \hat{\alpha}_{ij}^{ynp}, \hat{\alpha}_{ij}^{ob}$ .

где  $\alpha_{ij}^{y\partial}, \hat{\alpha}_{ij}^{y\partial}$  – доли ударных средств в комплекте вооружения эталонной и оцениваемой  $i$ -й боевой системы (воинского формирования) на  $j$ -м уровне иерархии воинских формирований соответственно;

$\alpha_{ij}^{ynp}, \hat{\alpha}_{ij}^{ynp}$  – доли средств управления в комплекте вооружения эталонной и оцениваемой  $i$ -й боевой системы (воинского формирования) на  $j$ -м уровне иерархии воинских формирований соответственно;

$\alpha_{ij}^{ob}, \hat{\alpha}_{ij}^{ob}$  – доли средств обеспечения в комплекте вооружения эталонной и оцениваемой  $i$ -й боевой системы (воинского формирования) на  $j$ -м уровне иерархии воинских формирований соответственно;

Логично предположить, что важность (значимость) рассматриваемых средств в каждом конкретном типовом комплекте вооружения не является равнозначной. В связи с этим дополнительно необходимо в рамках указанных долей учесть значимость образцов в комплекте ВВТ путем ввода коэффициентов их важности в рамках типового комплекта. Для решения этой задачи может быть использован экспертный подход определения весов (важности) сравниваемых объектов. Введем обозначения коэффициентов значимости (весов) для соответствующих средств комплекта вооружения:  $w_{ij}^{y\partial}, \hat{w}_{ij}^{y\partial}$  – для ударных средств,  $w_{ij}^{ynp}, \hat{w}_{ij}^{ynp}$  – для средств системы управления,  $w_{ij}^{ob}, \hat{w}_{ij}^{ob}$  – для средств системы обеспечения. Для определения данных пропорций в боевых системах ВС РФ в разрезе решаемых ими задач используются следующие выражения:

- «эталонные» пропорции

$$\alpha_{ij}^{y\partial} = \frac{w_{ij}^{y\partial} N_{ij}^{y\partial}}{w_{ij}^{y\partial} N_{ij}^{y\partial} + w_{ij}^{ynp} N_{ij}^{ynp} + w_{ij}^{ob} N_{ij}^{ob}},$$

$$\alpha_{ij}^{ynp} = \frac{w_{ij}^{ynp} N_{ij}^{ynp}}{w_{ij}^{y\partial} N_{ij}^{y\partial} + w_{ij}^{ynp} N_{ij}^{ynp} + w_{ij}^{ob} N_{ij}^{ob}},$$

$$\alpha_{ij}^{ob} = \frac{w_{ij}^{ob} N_{ij}^{ob}}{w_{ij}^{y\partial} N_{ij}^{y\partial} + w_{ij}^{ynp} N_{ij}^{ynp} + w_{ij}^{ob} N_{ij}^{ob}},$$



- пропорции оцениваемой (реальной) боевой системы

$$\hat{\alpha}_{ij}^{y\delta} = \frac{\hat{w}_{ij}^{y\delta} \hat{N}_{ij}^{y\delta}}{\hat{w}_{ij}^{y\delta} \hat{N}_{ij}^{y\delta} + \hat{w}_{ij}^{yn} \hat{N}_{ij}^{yn} + \hat{w}_{ij}^{ob} \hat{N}_{ij}^{ob}},$$

$$\hat{\alpha}_{ij}^{yn} = \frac{\hat{w}_{ij}^{yn} \hat{N}_{ij}^{yn}}{\hat{w}_{ij}^{y\delta} \hat{N}_{ij}^{y\delta} + \hat{w}_{ij}^{yn} \hat{N}_{ij}^{yn} + \hat{w}_{ij}^{ob} \hat{N}_{ij}^{ob}},$$

$$\hat{\alpha}_{ij}^{ob} = \frac{\hat{w}_{ij}^{ob} \hat{N}_{ij}^{ob}}{\hat{w}_{ij}^{y\delta} \hat{N}_{ij}^{y\delta} + \hat{w}_{ij}^{yn} \hat{N}_{ij}^{yn} + \hat{w}_{ij}^{ob} \hat{N}_{ij}^{ob}},$$

то есть каждая пропорция характеризуется отношением количества рассматриваемых образцов ВВТ (ударных, управления и обеспечения) к общему количеству образцов в  $i$ -й боевой системе (воинском формировании) на  $j$ -м уровне иерархии воинских формиро-

$$K_{ij}^{нсб} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^{I_j} \left( \left| \alpha_{ij}^{y\delta} - \hat{\alpha}_{ij}^{y\delta} \right| + \left| \alpha_{ij}^{ynp} - \hat{\alpha}_{ij}^{ynp} \right| + \left| \alpha_{ij}^{ob} - \hat{\alpha}_{ij}^{ob} \right| \right)$$

- показатель несбалансированности средств боевых систем на  $j$ -м уровне иерархии воинских формирований

$$K_j^{нсб} = \frac{1}{I_j} \sum_{i=1}^{I_j} K_{ij}^{нсб} = \frac{1}{3 \cdot I_j} \sum_{i=1}^{I_j} \left( \left| \alpha_{ij}^{y\delta} - \hat{\alpha}_{ij}^{y\delta} \right| + \left| \alpha_{ij}^{ynp} - \hat{\alpha}_{ij}^{ynp} \right| + \left| \alpha_{ij}^{ob} - \hat{\alpha}_{ij}^{ob} \right| \right),$$

- показатель несбалансированности всех боевых систем ВС в целом:

$$K_{\Sigma}^{нсб} = \frac{1}{3 \cdot J} \sum_{j=1}^J K_j^{нсб} = \frac{1}{3 \cdot J} \sum_{j=1}^J \frac{1}{I_j} \sum_{i=1}^{I_j} \left( \left| \alpha_{ij}^{y\delta} - \hat{\alpha}_{ij}^{y\delta} \right| + \left| \alpha_{ij}^{ynp} - \hat{\alpha}_{ij}^{ynp} \right| + \left| \alpha_{ij}^{ob} - \hat{\alpha}_{ij}^{ob} \right| \right),$$

где  $I_j$  - максимальное количество боевых систем (воинских формирований) на  $j$ -м уровне иерархии воинских формирований;  $J$  - максимальное число уровней структуры воинских формирований ВС.

$$K_{\Sigma}^{сб} = 1 - K_{\Sigma}^{нсб} = 1 - \frac{1}{3 \cdot J} \sum_{j=1}^J \frac{1}{I_j} \sum_{i=1}^{I_j} \left( \left| \alpha_{ij}^{y\delta} - \hat{\alpha}_{ij}^{y\delta} \right| + \left| \alpha_{ij}^{ynp} - \hat{\alpha}_{ij}^{ynp} \right| + \left| \alpha_{ij}^{ob} - \hat{\alpha}_{ij}^{ob} \right| \right). \quad (2)$$

Из выражения (2) с учетом (1) видно, что величина  $K_{\Sigma}^{сб}$  находится в пределах от 0 до 1.

Предложенные показатели оценки сбалансированности и несбалансированности имеют достаточно универсальный характер и могут быть применены к оценке пропорций боевого состава ВС РФ в любых разрезах (по стоимостям, по боевым потенциалам и

ваний с учетом введенного выше веса образцов ВВТ.

Тогда справедливо соотношение для пропорций сбалансированности компонент в комплекте вооружения для любого воинского формирования (боевой системы)

$$\alpha_{ij}^{y\delta} + \alpha_{ij}^{ynp} + \alpha_{ij}^{ob} = \hat{\alpha}_{ij}^{y\delta} + \hat{\alpha}_{ij}^{ynp} + \hat{\alpha}_{ij}^{ob} = 1. \quad (1)$$

Для количественной оценки несбалансированности оцениваемого реального соотношения элементов могут служить показатели, отражающие долю элементов (ресурсов), требующих перераспределения:

- показатель несбалансированности средств в  $i$ -й боевой системе (воинском формировании) на  $j$ -м уровне иерархии воинских формирований:

Итак, для оценки сбалансированности боевых систем ВС в разрезе решаемых ими задач с декомпозицией по ударным, управляющим и обеспечивающим средствам используется следующий показатель:

т.д.). Однако такая оценка требует предварительного решения оптимизационных задач по определению эталонных и прогнозируемых пропорций боевого состава.

Для оценки достоверности расчетов в настоящей работе предлагается применять методы стохастического моделирования [9]. Использование таких методов возможно при наличии модели сбалансированности, вклю-

чающей характеристики случайного характера. Необходимо заметить, что методы стохастического моделирования применяются в ситуациях, когда обоснование и оценку последствий решений трудно или невозможно выполнить на основе точных расчетов. Такие ситуации часто возникают при разработке современных проблем управления сложными системами и особенно при прогнозировании и долгосрочном планировании крупных и важных задач. Вообще, стохастические модели могут описывать как экономические [10], так и инженерные процессы. В качестве аналога такого подхода можно привести стохастическое моделирование процесса обтекания самолета набегающим потоком при полете в условиях неполной информации. Случайные составляющие этой задачи связаны с ошибками измерений приборов, вибрациями механизированных и силовых агрегатов, помехами в энергетических и радиолокационных системах, а также с другими ошибками. Вихревым методом [11] такая аэродинамическая задача может быть сведена к стохастическому интегральному урав-

нению 
$$\int_{-b-l}^b \int_{-l}^l \frac{\gamma(x, z, \omega) dx dz}{(x_0 - x)(z_0 - z)} = f(x_0, z_0, \omega)$$
. Вычислительная схема оценки приближенного случайного решения  $\gamma(x_0, z_0, \omega)$  такого уравнения основана на подходах статистиче-

$$K_{\Sigma}(\omega^{y^d}, \omega^{y^n}, \omega^{o^b}) = m_{K_{\Sigma}}(\omega^{y^d}, \omega^{y^n}, \omega^{o^b}) + \sum \xi_i(\omega^{y^d}, \omega^{y^n}, \omega^{o^b}) K_{\Sigma_i}(\omega^{y^d}, \omega^{y^n}, \omega^{o^b})$$

- значение показателя сбалансированности как случайной величины,

$$m_{K_{\Sigma}}(\omega^{y^d}, \omega^{y^n}, \omega^{o^b}) = M[K_{\Sigma}(\omega^{y^d}, \omega^{y^n}, \omega^{o^b})]$$

математическое ожидание,

$$D[\xi_i(\omega^{y^d}, \omega^{y^n}, \omega^{o^b})] = D_i \neq 0$$

- дисперсия.

$$K_{\Sigma}^{o^b}(\omega^{y^d}, \omega^{y^n}, \omega^{o^b}) = 1 - \frac{1}{3 \cdot J} \sum_{j=1}^J \frac{1}{I_j} \sum_{i=1}^{I_j} \left( \left| \alpha_{ij}^{y^d}(\omega^{y^d}, \omega^{y^n}, \omega^{o^b}) - \hat{\alpha}_{ij}^{y^d}(\omega^{y^d}, \omega^{y^n}, \omega^{o^b}) \right| + \left| \alpha_{ij}^{y^n}(\omega^{y^d}, \omega^{y^n}, \omega^{o^b}) - \hat{\alpha}_{ij}^{y^n}(\omega^{y^d}, \omega^{y^n}, \omega^{o^b}) \right| + \left| \alpha_{ij}^{o^b}(\omega^{y^d}, \omega^{y^n}, \omega^{o^b}) - \hat{\alpha}_{ij}^{o^b}(\omega^{y^d}, \omega^{y^n}, \omega^{o^b}) \right| \right)$$

Далее построенная вероятностная модель реализуется с помощью ЭВМ. Получаемые результаты являются приближенным реше-

ского моделирования. При этом решение представляется в виде канонического разложения

$$\gamma(x_0, z_0, \omega) = m_{\gamma}(x_0, z_0) + \sum \xi_i(\omega) \gamma_i(x_0, z_0)$$

с новыми неизвестными функциями: математическим

$$m_{\gamma}(x_0, z_0) = M[\gamma(x_0, z_0, \omega)]$$

и координатными функциями  $\gamma_i(x_0, z_0)$ .

В качестве коэффициентов разложения  $\xi_i(\omega)$  выбираются некоррелированные между собой центрированные случайные величины, коррелированные с

данной случайной правой частью  $f(x_0, z_0, \omega)$  и имеющие дисперсии

$$D[\xi_i(\omega)] = D_i \neq 0$$

. По каноническому представлению можно определить как значения линейных функционалов от искомого решения, так и статистические характеристики значений этих функционалов и самого решения  $\gamma(x_0, z_0, \omega)$ .

Точно также использование экспертного подхода для определения весов (важности) образцов ВВТ при расчете показателя сбалансированности дает результат случайного характера. Поэтому имеют место статистические характеристики для получаемого показателя:

Для получения стохастической модели расчета представим веса (важность) соответствующих средств в  $i$ -м воинском формировании на  $j$ -м уровне их иерархии в виде

случайных величин  $w^{y^d}(\omega^{y^d})$ ,  $w^{y^n}(\omega^{y^n})$ ,  $w^{o^b}(\omega^{o^b})$ .

Тогда с учетом (2) получим

Для получения стохастической модели расчета представим веса (важность) соответствующих средств в  $i$ -м воинском формировании на  $j$ -м уровне их иерархии в виде

случайных величин  $w^{y^d}(\omega^{y^d})$ ,  $w^{y^n}(\omega^{y^n})$ ,  $w^{o^b}(\omega^{o^b})$ .

Тогда с учетом (2) получим

Для получения стохастической модели расчета представим веса (важность) соответствующих средств в  $i$ -м воинском формировании на  $j$ -м уровне их иерархии в виде

случайных величин  $w^{y^d}(\omega^{y^d})$ ,  $w^{y^n}(\omega^{y^n})$ ,  $w^{o^b}(\omega^{o^b})$ .

Тогда с учетом (2) получим

Для получения стохастической модели расчета представим веса (важность) соответствующих средств в  $i$ -м воинском формировании на  $j$ -м уровне их иерархии в виде

случайных величин  $w^{y^d}(\omega^{y^d})$ ,  $w^{y^n}(\omega^{y^n})$ ,  $w^{o^b}(\omega^{o^b})$ .

Тогда с учетом (2) получим

Для получения стохастической модели расчета представим веса (важность) соответствующих средств в  $i$ -м воинском формировании на  $j$ -м уровне их иерархии в виде

случайных величин  $w^{y^d}(\omega^{y^d})$ ,  $w^{y^n}(\omega^{y^n})$ ,  $w^{o^b}(\omega^{o^b})$ .

Тогда с учетом (2) получим

Для получения стохастической модели расчета представим веса (важность) соответствующих средств в  $i$ -м воинском формировании на  $j$ -м уровне их иерархии в виде

случайных величин  $w^{y^d}(\omega^{y^d})$ ,  $w^{y^n}(\omega^{y^n})$ ,  $w^{o^b}(\omega^{o^b})$ .

Тогда с учетом (2) получим

Для получения стохастической модели расчета представим веса (важность) соответствующих средств в  $i$ -м воинском формировании на  $j$ -м уровне их иерархии в виде

случайных величин  $w^{y^d}(\omega^{y^d})$ ,  $w^{y^n}(\omega^{y^n})$ ,  $w^{o^b}(\omega^{o^b})$ .

Тогда с учетом (2) получим

Для получения стохастической модели расчета представим веса (важность) соответствующих средств в  $i$ -м воинском формировании на  $j$ -м уровне их иерархии в виде

случайных величин  $w^{y^d}(\omega^{y^d})$ ,  $w^{y^n}(\omega^{y^n})$ ,  $w^{o^b}(\omega^{o^b})$ .



законами распределения, полученными на основе данных статистического анализа. Таким образом, применение методов стохастического моделирования позволяет снизить размерность задачи и в целом повысить оперативность ее выполнения.

О возможности применения предложенного способа оценки сбалансированности боевых систем ВС РФ в разрезе решаемых ими задач говорит следующий пример. На этапе обоснования параметров Государственной программы вооружения на период 2011-2020 годов специалистами 46 ЦНИИ МО РФ с использованием принципа комплектности ВВТ разработан потребный вариант развития системы вооружения ВС РФ, выполнение которого позволит обеспечить 100%-ное решение задач ВС РФ. В этом случае, пренебрегая ограничениями по финансированию мероприятий ГПВ, в рамках данного варианта система вооружения ВС РФ будет являться сбалансированной в разрезе решаемых ВС задач с декомпозицией по ударным, управляющим и обеспечивающим средствам.

Наличие в реальной обстановке финансовых ограничений, существенно снижающих вероятность выполнения потребного варианта, пока что не позволяет говорить даже о возможности его реализации. Однако пропорции сбалансированности системы вооружения при выполнении потребного варианта в рамках рассмотрения компонент боевых систем ВС можно назвать эталонными. Это позволяет оценить, в рамках данных пропор-

ций, степень сбалансированности как текущей, так перспективной системы вооружения ВС РФ при реализации различных вариантов ее развития.

В целом, поставленная задача оценки сбалансированности боевых систем решается посредством последовательного прохождения следующих этапов:

Классификация (с использованием методов экспертной оценки) образцов ВВТ (боевых систем), входящих в различные комплекты вооружения воинских формирований по ударной, управляющей и обеспечивающей компонентам.

Определение оцениваемых и эталонных количественных пропорций внутренней сбалансированности боевых систем ВС РФ по заданным компонентам.

Расчет показателя сбалансированности для каждого организационно-штатного формирования ВС РФ, их совокупности и системы вооружения ВС в целом.

Оценка достоверности расчетов показателя сбалансированности с использованием методов стохастического моделирования.

К примеру, результаты выполнения рассматриваемой задачи для оценки сбалансированности текущей системы вооружения ВС РФ показаны на рисунке 2. Решение задачи оценки сбалансированности системы вооружения ВС РФ для рассмотренного модельного примера с использованием описанного выше способа позволяет сделать вывод о том, что текущее состояние системы вооружения ВС РФ сбалансировано на 94,6%.





Наименование организационно-штатного формирования	Оцениваемая боевая система			Эталонная боевая система			Коэффициент сбалансированности, %
<i>Задача сдерживания агрессора от развязывания ядерной (крупномасштабной) войны</i>							
Объединения	50	11	39	60	13	27	94,0
Бригады	54	20	26	64	22	14	94,0
Части	66	15	19	71	11	18	96,5
Подразделения	55	13	32	62	10	28	96,5
<i>Задача обеспечения действий войск и развития ВВТ в мирное и военное время</i>							
Объединения	35	12	53	45	12	43	90,5
Бригады	28	17	55	40	17	43	90,5
Части	26	20	54	35	20	45	92,0
Подразделения	23	21	56	30	21	49	93,0
<i>Задача отражения агрессии на КТВД в войнах и военных конфликтах</i>							
Объединения	68	19	13	70	20	10	98,5
Бригады	70	14	16	73	16	11	97,5
Части	75	13	12	75	14	11	99,5
Подразделения	77	12	11	80	10	10	98,5
<i>Задача отражения агрессии с океанских (морских) направлений (на О(М)ТВД)</i>							
Объединения	65	15	20	76	15	9	94,5
Бригады	61	10	29	78	12	10	90,5
Части	72	9	19	81	11	8	94,5
Подразделения	70	11	19	85	9	6	92,5
<b>Система вооружения ВС РФ</b>							<b>94,6</b>
Ударная компонента боевой системы			Управляющая компонента боевой системы			Обеспечивающая компонента боевой системы	

Рисунок 2 – Результаты расчета показателя сбалансированности боевых систем ВС РФ (модельный пример)

Таким образом, предложенный способ позволяет оценить сбалансированность вариантов развития системы вооружения ВС с использованием принципа комплектности ВВТ в воинских формированиях и дает возможность выработать рекомендации по корректировке программ и планов развития системы вооружения ВС РФ в сторону повышения ее сбалансированности в разрезе решаемых

ВС задач с декомпозицией по ударным, управляющим и обеспечивающим средствам. Кроме того, в данной работе предложена и построена стохастическая модель для оценки достоверности расчетов показателя сбалансированности, позволяющая в целом повысить оперативность решения рассматриваемой задачи.

#### Список использованных источников

1. Буренок В.М., Ляпунов В.М., Мудров В.И. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения. - М.: Граница, 2005.
2. Мунтяну А.В., Печатнов Ю.А., Тагиров Р.Г. К вопросу о понятии «сбалансированная система вооружений» // Военная мысль. - 2007. - №12.- С.30-34.
3. Буренок В.М., Ляпунов В.М., Мудров В.И. Теория вооружения (учебное пособие). Под ред. А.А. Рахманова. - М.: 46 ЦНИИ МО, 2002.
4. Викулов С.Ф. Военно-экономический анализ. - М.: Военное издательство, 2001.
5. Буравлев А.И. Агрегированная модель противоборства боевых систем // Электронный журнал «Вооружение и экономика». – 2009. – №2(6). – С.20-25, <http://www.mil.ru/info/1070/51205/index.shtml>.
6. Чумичкин А.А., Пьянков А.А. Методический подход к формированию мероприятий Государственной программы вооружения в интересах переоснащения ВС РФ // Электронный журнал «Вооружение и экономика».

мика» – 2009. – №2(6), с.127-132, <http://www.mil.ru/info/1070/51205/index.shtml>.

7. Поповкин В.А. Государственная программа вооружения на период до 2020 года – основа определения перспектив развития отечественного оборонно-промышленного комплекса // Ежегодный специализированный выпуск «Федерального справочника» «Оборонно-промышленный комплекс России». - Том 5, раздел III.

8. Буренок В.М., Мельников И.Д., Лавринов Г.А. Качество Государственной программы вооружения: проблемы и пути их решения // Военная мысль. – 2002. - №2.

9. Пугачёв В.С. Теория вероятностей и математическая статистика. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002.

10. Ермольев Ю.М., Ястремский А.И. Стохастические модели и методы в экономическом планировании. - М.: Наука, 1979.

11. Белоцерковский С.М. Тонкая несущая поверхность в дозвуковом потоке газа // - М.: Наука, 1965.

пр

