

УДК: 519.81

**ЭЛЕМЕНТЫ СИНТЕЗА СИСТЕМЫ РАВНОЭФФЕКТИВНЫХ
ЗАРУБЕЖНЫХ ВОЕННЫХ БАЗ**

**ELEMENTS OF SYNTHESIS OF A SYSTEM OF EQUALLY EFFECTIVE
ABOARD MILITARY BASES**

Д-р воен. наук А.М. Кудрявцев, канд. техн. наук М.В. Куликов, М.П. Сагалаев

DPhil A.M. Kudryavtsev, PhD M.V. Kulikov, M.P. Sagalaev

ВАС им. С.М. Буденного

Современные геополитические вызовы требуют создания системы зарубежных военных баз (ЗВБ) для защиты и продвижения национальных интересов России. При этом сами ЗВБ являются ограниченным «ресурсом», требующим оптимального распределения, таким образом синтез системы зарубежных военных баз в теории сложных систем является оптимизационной задачей. Предложенная концепция синтеза системы ЗВБ основывается на общих принципах системного подхода, но вместе с тем, включает в себя ряд особенностей, характеризующихся синтезируемой системой. Решение задачи синтеза сводится к необходимости определения как места размещения зарубежных военных объектов, так и их типа. Решение задачи выбора места дислокации ЗВБ возможно на основе выявления «ядер» центров силы, а анализ выявленных «ядер» позволит определить тип ЗВБ, при этом требуется найти оптимальное распределение ресурса в виде равноэффективных ЗВБ по объектам охвата («ядрам»), при которых суммарный эффект (полнота охвата) будет максимальным.

Ключевые слова: зарубежные военные базы, оптимизация, максимизация, целевая функция.

Modern geopolitical challenges require the creation of a system of aboard military bases (AMB) to protect and promote Russia's national interests. At the same time, the AMB itself is a limited «resource» that requires optimal distribution, so the synthesis of a system of aboard military bases is the improvement task in a complex systems theory. The proposed concept for the synthesis of the AMB system is based on the General principles of the system approach, but at the same time includes a number of features that are characterized by the synthesized system. The solution of the synthesis problem is reduced to the need to determine both the location of aboard military facilities and their type. The solution to the problem of choosing the locations of the AMB it is possible on the basis of the identification of cores of the centers of power, and the analysis of the detected «cores» will help to determine the type of AMB, it is required to find the optimal distribution of resource in the form of the AMB equally the object of coverage («cores»), under which the total effect (full coverage) will be the maximum.

Keywords: aboard military bases, optimization, maximization, objective function.

Введение

Возросшая роль и в тоже время ответственность органов военного управления в процессе

развития Вооруженных Сил (ВС) приводит к необходимости научного обоснования принимаемых решений. В настоящее время такую область знаний принято называть исследованием опера-

ций, практической проблемой которой является оптимальное распределение ресурсов. Метод оптимизации ресурсов, в нашем случае зарубежных военных объектов, должен быть детерминирован и конечен, а его аргументы целочисленные. Другими словами, под ресурсом в виде зарубежной военной базы (ЗВБ), как элемента системы ЗВБ, будем понимать часть системы, объект, не подлежащий дальнейшему расчленению на данном уровне рассмотрения системы.

Концепция синтеза системы Зарубежных военных баз

Под системой ЗВБ, включая радиоэлектронные центры (РЦ), будем понимать совокупность ресурсов, зарубежных военных объектов, выполняющих общую функцию и связанных единым назначением.

Процессом оптимизации системы ЗВБ, как управляемой (кибернетической) системы, является последовательность действий для определения наилучших способов ее функционирования, а в рассматриваемом случае — самом синтезе системы. Синтез системы ЗВБ сводится к следующему:

- необходимо определить оптимальный континент, страну, район и место размещения зарубежных военных объектов;

- необходимо определить какой именно тип реализации ЗВБ, например, аэродром, военно-морскую базу, РЦ [2, 3] и др., а также оптимально дислоцировать в выбранном месте.

Один из подходов к обоснованию выбора места дислокации ЗВБ основан на выявлении локаций опережающего экономического развития мира, так называемых «ядер» центров силы [1], где проецирование военной силы необходимо для продвижения национальных интересов РФ за рубежом.

Жизненные циклы «ядер» глобальных (региональных) центров силы обеспечиваются за счет различного рода ресурсов. Стягивание ресурсов к «ядру» центра силы позволяет увеличить валовый внутренний продукт (ВВП) страны, являющейся географическим центром этого «ядра», а также приводит к непропорциональности развития, т.е. существенному отставанию ресурсов, не вовлеченных под действием центростремительной силы в стягивание к «ядру».

Дифференциация ресурсов под действиями двух противоположно направленных сил приводит к возникновению очагов напряженности, угроз национальной безопасности Российской Федерации (РФ), кризисных ситуаций, выявление которых возможно с применением методов нелинейной динамики [4].

Влияние центробежных сил, ведущих к отторжению ресурсов от «ядра» центра силы, ведет к распаду связей [5]. В тоже время центростремительная сила непрерывно укрупняет уже имеющиеся «ядра». Укрупнение «ядра» центра глобальной силы осуществляется за счет притока ресурсов под действием центростремительной силы, которые в свою очередь влияют на геополитические факторы, такие как экономические, географические, политические и демографические. Структурная модель ключевых геополитических факторов, оказывающих влияние на «ядро» глобального центра силы представлена на рис. 1.

Количественная оценка формирования «ядер» глобальных центров силы может являться одним из, так называемых, «классификаторов», учитываемых при анализе военно-политической обстановки (ВПО) [1]. При этом выходными данными такой оценки являются, например, результаты анализа движения ресурсов по основным морским путям в виде графа грузонапряженности или среднесуточного прохождения судов на морских путях и подходах к портам (рис. 2) [5].

Ресурсы «ядра» центра силы в таком представлении являются объектами охвата синтезируемой системы ЗВБ РФ. Значения, указанные у вершин графа и его ребрах [7], являются важностью или весом объекта охвата ЗВБ РФ. Сравнение графов во времени, например, с годовым циклом анализа, позволяет оценить динамику движения ресурсов, степень поляризованности ресурсов, т.е. оценить влияние центростремительной или центробежной силы на ресурсы.

Одной из задач органов информационно-аналитической работы в процессе оценки ВПО [7] является выявление угроз национальной безопасности РФ. Выявленные угрозы национальным интересам РФ за рубежом являются стимулом к их нивелированию как политическим, так и военным путем, в частности, с помощью передового военного присутствия.

Результаты оценки угроз в качестве полученных исходных данных в виде перечня объ-

писанным в виде целевой функции. В математической интерпретации данную задачу можно свести к нахождению оптимального вектора $\mathbf{X}_0 = \{\mathbf{x}_i^0\} \mathbf{S}$, доставляющий максимум функции [6].

$$F(X) = \sum_{i=1}^S F_i(x_i) = \sum_{i=1}^S A_i (1 - \varepsilon_i^{x_i}), \quad (1)$$

где A_i — важность (вес) объекта охвата;
 $\varepsilon_i^{x_i}$ — вероятность охвата объекта.

Необходимо найти оптимальное распределение ресурса x_i^0 в виде равноэффективных ЗВБ по объектам охвата, при которых суммарный эффект (полнота охвата), выражаемый формулой (1), будет максимальным при линейном ограничении его компоненты

$$\sum_{i=1}^S x_i \leq N$$

и при дополнительных условиях:

$$\left. \begin{array}{l} x_i \in \{0, 1, \dots, N\}, \\ 0 \leq (\varepsilon_i = 1 - \omega_i) \leq 1, \\ A_i > 0, \end{array} \right\} i = 1, \dots, S,$$

где i ($i = 1, \dots, S$) — объекты охвата зарубежных военных баз; ω_i — полнота охвата объекта.

Так как

$$\begin{aligned} F(X_0) &= \max F(X) = \\ &= \sum_{i=1}^S A_i - \min \sum_{i=1}^S A_i \varepsilon_i^{x_i} \sim \min \sum_{i=1}^S A_i \varepsilon_i^{x_i}, \end{aligned}$$

то можно заметить, что задача максимизации функции (1) эквивалентна задаче минимизации функции

$$\tilde{F}(X) = \sum_{i=1}^S A_i \varepsilon_i^{x_i}.$$

Из анализа цели задачи распределения средств ЗВБ следует, что максимизация охвата $F(X)$ эквивалентна максимизации величины охвата, приходящейся в среднем на каждую ЗВБ N , за счет которых достигается полный охват всех объектов, т.е.

$$\max F(X) \sim \max \left\{ \frac{F(x)}{N} = v(X) \right\}.$$

Средний охват, приходящийся на одну ЗВБ $v(X)$, будет максимален, если на каждом шаге

процесса распределения ЗВБ закреплять одну из равноэффективных ЗВБ для охвата того из объектов $i = l_t$, где прирост охвата на данном шаге процесса ($\Delta_{l_t}^+$) наибольший.

Можно полагать, что такой процесс распределения, не учитывающий перспективу, а исходящий только из интересов каждого шага, будет оптимален, т.к. каждая из функций $F_i(x_i)$ выпукла кверху и составляет убывающую последовательность приращений полноты охвата (Δ_{ik}^+) от распределения (появления) каждой ЗВБ

$$\begin{aligned} F_i(x_i) &= A_i (1 - \varepsilon_i^{x_i}) = \\ &= A_i \omega_i + A_i \varepsilon_i \omega_i + \dots + A_i \varepsilon_i^{x_i-1} \omega_i = \\ &= \Delta_{1i}^+ + \Delta_{2i}^+ + \dots + \Delta_{x_i i}^+ = \sum_{k=1}^{x_i} \Delta_{ki}^+; \end{aligned}$$

$$\Delta_{ki}^+ = A_i \varepsilon_i^{k-1} \omega_i,$$

и, следовательно, допускает распределение ЗВБ равными и минимальными порциями (единицами), и в силу равноэффективности ЗВБ не требуется взаимная замена каких-либо двух баз.

Необходимо определить выражение для вычисления величины приращения $\Delta_{l_t}^+$ целевой функции, получаемого ею на произвольном (t -м) шаге процесса оптимизации. К моменту распределения t -й ЗВБ на t -м шаге процесса уже было распределено ($t-1$) ЗВБ, так что i -й объект охвачен с некоторой вероятностью $P_i^{(t-1)}$ ($i = 1, \dots, S$) и, следовательно, текущее значение целевой функции можно записать в виде:

$$F_{t-1}^+ = \sum_{i=1}^S A_i P_i^{(t-1)}. \quad (2)$$

После назначения t -й ЗВБ для охвата по l -му объекту ($l = 1, \dots, S$) текущее значение целевой функции увеличится только за счет увеличения охвата l -го объекта и станет равным

$$F_t^+ = \sum_{i \neq l} A_i P_i^{(t-1)} + A_l (1 - Q_l^{(t-1)} \varepsilon_l), \quad (3)$$

где $Q_l^{(t-1)} = 1 - P_l^{(t-1)}$ — вероятность «неохвата» l -го объекта до «распределения» t -й ЗВБ; $\varepsilon_l = 1 - \omega_l$ — условная вероятность его «неохвата» t -й ЗВБ.

Прибавляя и вычитая из правой части формулы (3) член $A_l P_l^{(t-1)}$ и учитывая запись (2), получаем

$$F_t^+ = F_{t-1}^+ + A_t(1 - Q_t^{(t-1)}\varepsilon_t) - A_t P_t^{(t-1)}.$$

Искомое приращение после элементарных преобразований запишется в виде:

$$\Delta_t^+ = F_t^+ - F_{t-1}^+ = A_t Q_t^{(t-1)} \omega_t = A_t^{(t-1)} \omega_t, \quad l = 1, \dots, S.$$

Если A_t исходная важность (вес) объекта, $A_t^{(t-1)} = A_t Q_t^{(t-1)}$ — его вес после распределения $(t-1)$ единиц ЗВБ. Знак плюс у функции F_t^+ означает, что эта функция не убывает по мере увеличения t (приращение Δ_t^+ неотрицательное).

Выводы

Предложенный математический аппарат распределения ЗВБ одинаковых по составу и по эффективности позволяет определять необходимое и достаточное количество ЗВБ с целью максимизации функции полноты охвата объектов с заданной вероятностью при поэтапном распределении (добавлении) ЗВБ. При этом под объектами охвата понимаются ресурсы «ядра» центра силы. В качестве исходных данных математического метода выступают численные значения одной характеристики объекта (ресурса) интерпретированная в виде важности (вес) объекта охвата.

Литература

1. Галов С.Ю., Кудрявцев А.М., Куликов М.В., Сагалаев М.П., Смирнов А.А. Методика локализации «ядер» глобальных и региональных центров силы // Стратегическая стабильность. 2020. № 3 (92). С. 21–26.
2. Гудков А.А., Клецков Д.А., Кузьмин В.В., Малышев С.Р. Многофакторная структурно-статистическая модель формирования облика отдельного центра радиомониторинга // Известия ТулГУ. Технические науки. 2018. № 1. С. 258–266.
3. Гудков А.А., Малышев С.Р., Краснов С.В. Параметрический синтез систем радиомониторинга и радиотехнического контроля на основе формального подхода // Автоматизация процессов управления. 2018. № 2 (52). С. 14–19.
4. Галов С.Ю., Заика П.В., Куликов М.В., Сагалаев М.П., Смирнов А.А. Применение методов нелинейной динамики для прогнозирования

кризисных ситуаций в региональных и глобальных центрах силы // Известия ТулГУ. Технические науки. 2020. № 8. С. 123–130.

5. Розанова Л.И. Попадание в десятку: центробежные и центростремительные силы регионов // Социодинамика. 2014. № 5. С. 93–106.

6. Саати Т.Л. Математические методы исследования операций — М.: Воениздат. 1963. 420 с.

7. Барынькин В.М. Оценка военно-политической обстановки: методологический аспект // Военная мысль 1999. № 5. С. 23–30.

8. Национальная безопасность России: проблемы и пути обеспечения. — М.: РАГС. 2012. 256 с.

References

1. Galov S.Yu., Kudryavcev A.M., Kulikov M.V., Sagalaev M.P., Smirnov A.A. Method of localization of «cores» of global and regional centers of power // Strategic stability. 2020. 3 (92). P. 21–26.
2. Gudkov A.A., Kleckov D.A., Kuzmin V.V., Malyshev S.R. Multi-factor structural and statistical model of formation of the image of a separate radio monitoring center // Proceedings of the Tula state University. Technical science. 2018. № 1. P. 258–266.
3. Gudkov A.A., Malyshev S.R., Krasnov S.V. Parametric synthesis of radio monitoring and radio control systems based on a formal approach // Automation of management processes. 2018. № 2 (52). P. 14–19.
4. Galov S.Yu., Zaika P.V., Kulikov M.V., Sagalaev M.P., Smirnov A.A. Application of nonlinear dynamics methods for predicting crisis situations in regional and global centers of power // News Of TulSU. Technical science. 2020. № 8. P. 123–130.
5. Rosanova L.I. Getting into the top ten: centrifugal and centripetal forces of regions // Sociodynamics. 2014. № 5. P. 93–106.
6. Saati T.L. Mathematical methods of operations research — М.: Voenisdat. 1963. 420 p.
7. Baryinkin V.M. Assessment of the military-political situation: methodological aspect // Military thought. 1999. № 5. P. 23–30.
8. National safety of Russia: problems and ways to ensure. — М.: RAPA. 2012. 256 p.