

УДК 351.746:32 (477)

В.Ф. АВДЕЕВ, С.Н. ОСИПЕНКО

Харьковский университет Воздушных Сил, Украина

МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЕКТИРУЕМЫХ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ОБЪЕМОВ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Предлагается метод, позволяющий решать как задачу разработки сложных технических систем с требуемыми характеристиками при минимальных расходах, так и обратную задачу достижения максимальных характеристик системы в пределах выделенных средств.

оптимизация характеристик, ассигнования, разработка, эффективность, технический уровень

Введение

Боеспособность вооруженных сил и эффективность выполнения возложенных на них задач в значительной степени зависят от состояния их системы вооружения. Поэтому к числу основных направлений деятельности, связанной с обеспечением обороноспособности страны, относится техническое оснащение ее вооруженных сил, основной целью которого является поддержание на требуемом уровне состояния системы вооружения и проведение мероприятий по дальнейшему ее развитию.

По мнению военных специалистов, авиастроителей и разработчиков авиационной техники, основными общими тенденциями развития авиационной техники в ближайшей перспективе можно считать: снижение радиолокационной, визуальной, инфракрасной заметности летательных аппаратов; их унификацию; способность использования высокоточного управляемого оружия; усовершенствование бортового радиоэлектронного оборудования для обеспечения всепогодности и круглосуточности боевого применения; повышение точности навигационного обеспечения самолетовождения и применения оружия; усовершенствование комплексов бортовых средств радиоэлектронной борьбы для личной защиты; уменьшение взлетно-посадочной дистанции для обеспечения живучести, расширения возможностей использования на коротких взлетно-

посадочных полосах и отрезках автострад; увеличение боевого радиуса действия, дальности и длительности полета; использование единой автоматизированной бортовой системы управления и т.д.

В условиях отсутствия крупномасштабной военной угрозы и достаточных финансово-экономических возможностей государства целесообразно для технического перевооружения вооруженных сил использовать сочетание модернизации и продления сроков службы накопленных образцов вооружения и военной техники (ВВТ) с созданием задела НИОКР по разработке образцов нового поколения. При этом эффективность выделенных на разработку (модернизацию) ассигнований зависит от того, на улучшение каких характеристик образца их следует направить, чтобы получить наибольший эффект.

1. Формулирование проблемы

Существующее законодательство ориентирует процесс размещения и выполнения государственных заказов на использование контрактно-конкурсных процедур, однако конкурсы проводятся в условиях прогнозных показателей государственного заказа, которые характеризуются большой степенью неопределенности, а контракты заключаются уже после принятия бюджета. Соответственно требования к разрабатываемому образцу вооружения и военной техники, которые должны формиро-

ваться заказчиком на основе показателя “эффективность – стоимость”, будут оптимальными для определенного значения стоимости, соответствующего прогнозируемому уровню финансирования. При выделении объема средств, превышающего прогнозируемое значение, возникает задача “освоения бюджетных средств”, что было характерным для 70-80-х годов, когда новые образцы, зачастую обеспечивая увеличение эффективности решения задач на несколько процентов, превышали стоимость существующих в десятки раз [1]. В противоположном случае, что соответствует реалиям сегодняшнего дня, выделенные средства успешно расходуются, но на выходе получают полное отсутствие результата.

Поэтому решение задачи обеспечения условий для реализации в конечной цене продукции плановой оценки затрат является актуальным.

За последние годы опубликовано значительное количество научных работ по вопросам программно-целевого планирования [2], реализуемости проектов и программ [3, 4].

Одни работы носят концептуальный характер [5], в других обосновываются лишь тактико-технические характеристики (ТТХ) образцов ВВТ, их количество, делаются попытки оптимально распределять выделяемый ресурс [6]. Для обеспечения финансовой реализуемости создания новых образцов вооружения и военной техники в промышленно развитых странах используется методика “проектирование систем с заданной стоимостью”, однако в существующих публикациях [7, 8] она представлена в самом общем виде, без рассмотрения методического аппарата ее реализации.

Целью статьи является разработка метода оптимизации тактико-технических характеристик сложных технических систем, позволяющего заказчику дифференцировать требования на их создание в условиях неопределенности предполагаемого объема финансирования проекта.

2. Решение проблемы

Неопределенность объема ассигнований, выделяемых на реализацию государственного заказа на этапе его формирования, обуславливает задание требований к тактико-техническим характеристикам создаваемых (модернизируемых) образцов осуществлять в виде интервала приемлемых значений, соответствующих предполагаемым уровням финансирования (нижняя граница – с учетом возможности его реализации с минимально необходимыми значениями параметров образца, верхняя граница – желательный уровень ТТХ системы) [7]. При этом необходимо решение задачи определения параметров образца, которые обеспечивают максимальное значение показателя его эффективности для выделенного объема ассигнований. Данная задача решалась и ранее [9]. Для каждого шага увеличения затрат на образец по имеющимся зависимостям значений оптимизируемого параметра (при фиксированных значениях остальных параметров) от изменения общих затрат на образец определялись возможные значения оптимизируемых параметров и соответствующие приращения эффективности ($\Delta \mathcal{E}_j$). При этом распределение величины дополнительных средств на улучшение рассматриваемых j -х параметров образца осуществлялось на каждом шаге пропорционально нормированным значениям приращений эффективности (q_j):

$$q_j = \frac{\Delta \mathcal{E}_j}{\sum_j \Delta \mathcal{E}_j}. \quad (1)$$

Проведенный анализ показал, что такой подход имеет ряд недостатков. Оптимизации подвергается только ограниченная номенклатура основных параметров образца, при этом не учитывается их взаимное влияние и возможный значительный вклад нерассматриваемых параметров в стоимостные характеристики. Зависимости значений оптимизируемых параметров от общих затрат на образец не позволяют определить предельный уровень затрат, необхо-

димых для достижения значений конкретного параметра при заданном уровне эффективности. Определение оптимального распределения выделяемых средств на основе выражения (1) реально приводит к снижению показателя эффективности по сравнению с расчетным для данного уровня финансирования.

Для устранения рассмотренных недостатков предлагается следующий алгоритм решения данной задачи (рис. 1).

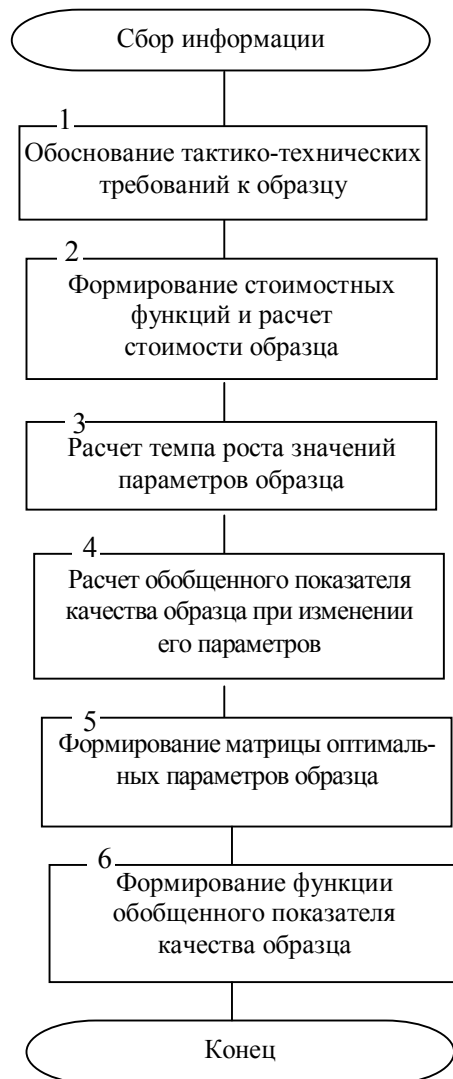


Рис. 1. Блок-схема алгоритма оптимизации параметров образца в пределах заданного интервала стоимости

В блоке 1 на основании предварительно проведенного оперативно-тактического анализа, опреде-

ляющего место и роль образца в формировании боевых возможностей соответствующего войскового формирования, а также технологических, научных, экономических возможностей обосновываются интервальные значения его параметров

$$\vec{X}_j = \left\{ \vec{X}_{j \min}, \vec{X}_{j \max} \right\}.$$

Для уменьшения количества параметров, характеризующих потребительские свойства (качество) образца и подлежащих оптимизации, используются методы кластерного анализа [10]. При этом выделяются группы сходных параметров, а затем выбираются представители в каждой группе. Полученные таким образом параметры являются наиболее информативными и характеризуются сильной корреляцией внутри групп и отсутствием ее между группами.

В блоке 2 формируется исходная информация для расчета стоимостных характеристик образца. При этом на основе статистической или экспертной информации определяются зависимость между параметрами образца и затратами на их обеспечение $C_j = f_j(X_j)$ и значение стоимостного показателя образца, соответствующего минимальным (C_{\min}) и максимальным (C_{\max}) значениям ГТХ. При этом

$$\begin{cases} C_{\min} = \sum_j C_{j \min} = \sum_j f_j(X_{j \min}); \\ C_{\max} = \sum_j C_{j \max} = \sum_j f_j(X_{j \max}). \end{cases} \quad (2)$$

Важным моментом является то, чтобы значения полученных стоимостных показателей не превышали допустимой стоимости разработки и серийного производства образца ВВТ, в противном случае необходимо делать вывод о нецелесообразности выполнения его разработки.

В основе определения границы стоимости, выше которой заказчику образца ВВТ невыгодно его приобретать, лежат лимитные цены. Исходными данными для их расчета являются значения требований к стоимости научно-технической и серийной про-

дукции, представляющие собой значения затрат на разработку и серийное производство образца ВВТ, рассчитанные исходя из установленных критериев экономической целесообразности его создания. При этом для их расчета могут применяться различные методы и соответствующие им критерии [11].

В блоке 3 осуществляется выбор размера шага выделения средств (ΔC) на достижение j -го параметра образца и расчет относительного изменения его значений в заданном интервале изменения средств

$$\Delta X_{ji} = \frac{X_{ji} - X_{ji-1}}{X_{ji-1}}, \quad (3)$$

где X_{ji} , X_{ji-1} – значения j -го параметра в интервале ΔC на i -м шаге выделения средств.

В блоке № 4 происходит расчет обобщенного показателя качества (эффективности) образца. В теории маркетинга для оценивания конкурентоспособности изделий в качестве такого показателя используется индекс обобщенного технического уровня [12], текущее значение которого (K_{myi}) определяется для каждого значения стоимости в границах выбранного интервала по формуле

$$K_{myi} = \sum_{j=1}^n K_{myji} \cdot \alpha_j, \quad (4)$$

где K_{myji} – коэффициент технического уровня по j -му параметру для i -го значения стоимости; α_j – весовой коэффициент j -го параметра.

Коэффициент K_{myji} рассчитывается как

$$K_{myji} = \left(\frac{X_{ji}}{X_{ji-1}} \right)^{\pm 1}, \quad (5)$$

где знак “+” означает положительный рост параметра, а “–” – отрицательный.

Соответственно вклад изменения значений j -го параметра на i -м шаге в обобщенный показатель качества образца ΔK_{myji} определяется как

$$\Delta K_{myji} = \Delta X_{ji} \cdot \alpha_j. \quad (6)$$

В блоке 5 с использованием метода динамического программирования осуществляется пошаговая оптимизация ТТХ на основе критерия (5), который показывает, на улучшение какого параметра следует направить очередную долю выделенных ассигнований, чтобы получить наибольший эффект

$$\max_j \Delta K_{myji}. \quad (7)$$

По выбранному значению ΔK_{myji} на i -м шаге определяются новые значения j -го параметра.

В блоке 6 на основании сформированной матрицы оптимальных значений ТТХ определяется зависимость оптимального технического уровня образца от выделяемых денежных средств в границах $\{C_{\min}; C_{\max}\}$, т.е. $K_{my}^{opt} = f(C)$.

По виду этой зависимости и ее характерным точкам можно определить как приемлемый по затратам денежных средств технический уровень образца, предлагаемого к разработке, так и соответствующие ему оптимальные ТТХ (\bar{X}_{opt}) и объем ассигнований (C_{opt}).

Заключение

Таким образом, задание требований к тактико-техническим характеристикам в виде интервала приемлемых значений позволяет снять неопределенность объема ассигнований, выделяемого на разработку образца ВВТ. В результате решения сформулированной задачи оптимизации для каждой дискретной точки объема ассигнований в заданных границах определяются конкретные значения параметров объекта анализа, которые обеспечивают максимальное значение обобщенного показателя качества.

Предложенный подход может быть реализован в методике размещения государственного оборонного заказа на разработку образца ВВТ [13] при подготовке заказчиком запроса на предложение со стороны подрядчика об условиях контракта в двух вари-

антах: при желательном и минимальном уровнях требований к системе.

Дальнейшее развитие метода предполагается в учете факторов риска при выделении дискретности денежных средств на реализацию того или иного параметра разрабатываемого образца. При этом необходимо рассматривать как научно-технический риск, так и производственно-технологический риск, связанный с вероятностью невыполнения предприятием-исполнителем тактико-технических требований или технических условий.

Литература

1. Военный бюджет государства. Методы обоснования и анализа / Под общ. ред. Г.С. Олейника. – М.: Воениздат, 2000. – 359 с.
2. Довгополий А.С., Мітрахович М.М. Науково-технічне супроводження озброєння та військової техніки на стадіях програмування їх розвитку та розроблення // Наука і оборона. – 2000. – № 1. – С. 34 – 38.
3. Луханин М.И. Основы научно-методического обеспечения оценки реализуемости государственных программ и проектов. – К.: КИТ, 2002. – 206 с.
4. Дружинін Є.А., Яшина О.С. Оцінка вартості проектів складних технічних систем на початкових етапах розробки // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". – Х.: НТУ "ХПІ". – 2002. – № 3. – С. 87 – 91.
5. Бондарчук Р.В., Скурський П.П. Проблеми формування, розміщення та виконання державного оборонного замовлення в Україні // Наука і оборона. – 1999. – № 4. – С. 33 – 37.
6. Харченко О.В., Фінадорін Г.О., Самков О.В. Наукові аспекти обґрунтування та реалізації Програми розвитку вітчизняного озброєння // Наука і оборона. – 2002. – № 1. – С. 46 – 50.
7. Военная экономика: управление, планирование, военно-экономическая безопасность. Ч.1 / Под ред. А.С. Сумина и Ю.И. Арепина. – М.: ВИМИ, 1995. – 183 с.
8. Осипенко С.М., Авдеев В.Ф., Хмелевська О.О. Оптимізація параметрів зразка озброєння на стадії розробки // IV Наукова конференція молодих вчених ХВУ. – Х.: ХВУ. – 2004. – С. 71.
9. Военная экономика: программно-информационное обеспечение на этапах планирования разработок и закупок военной техники. Ч.2 / Под ред. А.С. Сумина и Ю.И. Арепина. – М.: ВИМИ, 1997. – 167 с.
10. Плюта В. Сравнительный многомерный анализ в экономических исследованиях: Методы таксономии и факторного анализа / Пер. с пол. В.В. Иванова. – М.: Статистика, 1980. – 151 с.
11. Оценка интеллектуальной собственности: Учебное пособие / Под ред. С.А. Смирнова. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 352 с.
12. Маркетинг: Учебник для вузов / Г.Л. Багиев, В.М. Тарасевич, Х. Анн; под ред. Г.Л. Багиева. – М.: Экономика, 1999. – 703 с.
13. Авдеев В.Ф. Методика размещения государственного оборонного заказа на разработку и производство вооружения и военной техники // Системы обработки інформації. – Х.: ХВУ. – 2004. – Вип. 2. – С. 200 – 209.

Поступила в редакцию 2.11.04

Рецензент: д-р воен. наук, проф. А.Н. Шмаков, Военный институт Внутренних Войск МВД Украины, Харьков.