

УДК 338.2

**А.Г. ПОДОЛЬСКИЙ**, доктор экономических наук, профессор  
**С.А. РОСТОВЦЕВ**

## **ПОСТАНОВКА КОМПЛЕКСНОЙ ЗАДАЧИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБРАЗЦА ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ И КОНТРОЛЯ ХОДА ЕГО РАЗРАБОТКИ**

*В статье изложена суть и содержание процесса технико-экономического обоснования значений стоимостных и временных показателей жизненного цикла образца военной техники, а также его характеристик, при формировании планового документа. Приведены вербальные и формализованные постановки задач, которые должны быть решены в процессе технико-экономического обоснования, а также дана формулировка задачи, решаемой в ходе контроля разработки образца в условиях неопределенности и риска.*

**Ключевые слова:** *жизненный цикл; образец военной техники; стоимостные и временные показатели; технико-экономическое обоснование; технико-экономические показатели; характеристики образца; эффект.*

Создание перспективных образцов военной техники (ВТ) требует значительных финансовых, временных, научно-технических и производственно-технологических ресурсов, которые расходуются на значительном отрезке времени, достигающем нескольких десятков лет. При жестких ограничениях на объемы финансирования планов развития ВТ и в условиях обострения военно-политической и финансово-экономической обстановки в мире важное значение для обеспечения военной безопасности Российской Федерации имеет эффективное расходование выделяемых государством бюджетных средств и выполнение плановых сроков разработки перспективных образцов.

Одним из инструментов, способствующих их эффективному расходованию, является методический аппарат технико-экономического обоснования рациональных значений стоимостных и временных показателей жизненного цикла (ЖЦ) образца ВТ, а также его характеристик, и методический аппарат мониторинга процесса разработки образца ВТ, включающий оценку риска превышения запланированного срока его разработки.

Вопросы технико-экономического обоснования в военной области наиболее полно рассмотрены в работах [1; 2], в которых изложены методы и методики оценки эффективности и уровня технического совершенства образцов (комплексов, систем) ВТ, прогнозирования полных затрат и методология решения задач многокритериального выбора, а также основы программно-целевого планирования развития военных технологий.

Указанные работы логично дополняют: работа [3], в которой изложено методическое обеспечение оценки стоимостных показателей высокотехнологичной продукции военного назначения; работа [4], посвященная изложению методов военно-научных исследований систем вооружения; работа [5], в которой приведена методология военно-экономического анализа.

Следует отметить также работу [6], в которой рассмотрены вопросы оценки и управления рисками в процессе разработки государственного оборонного заказа и в ходе его реализации.

В то же время в указанных работах недостаточное внимание уделено вопросу технико-экономического обоснования рациональных значений стоимостных и временных показателей ЖЦ образца ВТ, а также его характеристик, и мониторингу хода разработки перспективного образца – важнейшей стадии ЖЦ, от результатов выполнения которой зависят не только результативность функционирования образца, но и расходы на реализацию последующих стадий его ЖЦ, доля которых в суммарных затратах на реализацию ЖЦ образца ВТ значительна. Это обусловило актуальность написания данной статьи.

Рассмотрим суть предлагаемого методического обеспечения технико-экономического обоснования. При этом там, где это не нарушает логики изложения, под технико-экономическими показателями ЖЦ образца будем понимать совокупность стоимостных и временных показателей стадий его ЖЦ, а под показателями ЖЦ образца будем понимать технико-экономические показатели ЖЦ образца и его характеристики.

Научно-методический аппарат технико-экономического обоснования показателей жизненного цикла образца ВТ является составной частью теории военно-экономического анализа и направлен на эффективное (по критерию «эффект-затраты-время») расходование финансовых ресурсов путем решения комплекса оптимизационных задач, в которых финансовые ресурсы могут выступать в качестве целевой функции или ограничения, а временные показатели мероприятий ЖЦ и характеристики образца ВТ являются управляемыми переменными и могут варьироваться в определенных областях, формирование которых осуществляется исходя из специфики решаемой задачи.

Для того, чтобы результаты решения задачи технико-экономического обоснования значений показателей ЖЦ образца ВТ и задачи контроля хода его разработки носили обоснованный и объективный характер они должны базироваться на научно-методическом аппарате, который должен удовлетворять следующим требованиям:

1. Научно-методический аппарат должен включать комплекс экономико-математических моделей, позволяющих формировать стоимостные и временные показатели ЖЦ образца ВТ в зависимости от потребительских свойств образца, в качестве которых выступают важнейшие его характеристики и эффект от применения образца.

2. Научно-методический аппарат при определении значений стоимостных и временных показателей ЖЦ образца, а также его характеристик, в ходе решения оптимизационной задачи должен использовать, в зависимости от сути решаемой задачи, в качестве критериев минимум ожидаемых предстоящих суммарных затрат на плановом периоде или максимум ожидаемого эффекта от применения разработанного образца ВТ на плановом периоде.

Выполнение указанных требований позволит реализовать ценностный подход к формированию показателей ЖЦ образца ВТ, заключающийся в использовании при их определении показателей, характеризующих результативность процесса разработки и применения образцов ВТ.

Следует иметь в виду, что важно не только обосновать рациональные значения характеристик образца, но и обеспечить их достижение в процессе его разработки в запланированные сроки. Для этого научно-методический аппарат должен содержать модель оценки риска превышения планового срока завершения опытно-конструкторских работ, которая применяется в ходе проведения мониторинга результативности использования научно-технической и производственно-технологической базы организаций оборонно-промышленного комплекса.

При этом под научно-технической базой организации оборонно-промышленного комплекса понимается совокупность зданий, сооружений, лабораторного и испытательного оборудования, технических средств, информационных и человеческих ресурсов, которые могут использоваться для выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (исключая изготовление опытных образцов).

Под производственно-технологической базой организации оборонно-промышленного комплекса понимается совокупность зданий, сооружений, оборудования и технологий, а также человеческие ресурсы, которые могут использоваться для изготовления опытных и серийных образцов ВТ.

Для правильной постановки и решения задачи технико-экономического обоснования значений показателей ЖЦ образца ВТ и контроля хода его разработки следует учитывать ряд важных аспектов, первый из которых состоит в ограниченности финансовых ресурсов, которые могут быть направлены на выполнение опытно-конструкторских работ и реализацию последующих стадий ЖЦ образца ВТ.

Второй аспект заключается в ограниченности временных ресурсов разработки, производства и эксплуатации образцов ВТ, что обусловлено моральным старением образца,

вызванным быстрым развитием науки и техники, а также совершенствованием средств воздействия вероятного противника.

Что касается научно-технических и производственно-технологических ресурсов, то предполагается, что имеющихся на момент начала реализации мероприятия указанных видов ресурсов достаточно для выполнения научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы и осуществления в запланированные сроки и в требуемых объемах производства, капитального ремонта и сервисного обслуживания образцов ВТ.

Третий аспект состоит в том, что ключевую роль в создании перспективных образцов играет стадия разработки, так как на указанной стадии создается не только конструкция образца ВТ, но и разрабатывается технологическая документация, необходимая для производства, капитального ремонта и сервисного обслуживания, а также эксплуатационная документация.

Кроме того, эффект от применения образца ВТ и затраты на реализацию последующих стадий ЖЦ, а также его конкурентоспособность на внешнем рынке в существенной степени зависят от принимаемых конструкторских и технологических решений на стадии его разработки.

Четвертый аспект заключается в том, что планируемые к разработке образцы ВТ обладают, как правило, значительной новизной, так как для их разработки применяются последние достижения науки и техники, обеспечивающие создание таких образцов ВТ, которые в условиях расширения блока НАТО и нарастания военно-политической напряженности в мире способствуют сдерживанию вероятного противника, а при необходимости – к принуждению его к миру и демилитаризации.

Пятый аспект состоит в том, что из-за сложности научных, инженерных и экспериментальных работ, а также введенных против Российской Федерации санкций, невозможно достоверно утверждать, что за запланированное время будет разработан образец ВТ нового поколения с требуемыми характеристиками или осуществлена модернизация существующего образца ВТ, что характерно, в первую очередь, для образца, в составе которого имеются подсистемы, функционирующие на новых физических принципах. Поэтому в процессе разработки новых и модернизации существующих образцов необходимо, исходя из текущей ситуации, оценивать риск того, что планируемые сроки разработки могут быть превышены. Причем величина указанного риска в ходе разработки образца ВТ должна периодически определяться для своевременного выявления сложившейся неблагоприятной ситуации и принятия мер по парированию указанного риска.

Что касается рисков, связанных с превышением запланированных сроков выполнения стадий, следующих за разработкой образца ВТ, то хотя они и имеют место, но характеризуются существенно меньшей величиной, так как реализуемые в ходе их выполнения процессы осуществляются в соответствии с документацией (инструкциями, положениями), созданными на стадии разработки образца ВТ.

Шестой аспект заключается в том, что имеют место погрешности прогнозирования стоимостных и временных показателей ЖЦ перспективных образцов ВТ и ожидаемого эффекта, достигаемого при их применении, в связи с учетом ограниченного числа влияющих на них факторов, а также использования моделей, приближенно описывающих процесс их формирования, и невозможностью точно спрогнозировать характеристики средств воздействия вероятного противника. В связи с этим правомерно говорить о целесообразности учета фактора неопределенности при проведении технико-экономического обоснования.

Седьмой аспект состоит в том, что перспективный образец ВТ представляет собой, как правило, сложную техническую систему, состоящую из совокупности подсистем различного функционального назначения. При этом каждая подсистема может быть создана в общем случае в нескольких альтернативных вариантах, каждый из которых характеризуется отличающимися характеристиками и различными стоимостными и временными показателями стадий ЖЦ. Степень технического совершенства отдельных подсистем определяет уровень технического совершенства образца в целом.

Поэтому в процессе технико-экономического обоснования необходимо осуществлять декомпозицию образца на подсистемы, что позволит учесть особенности модернизации существующего образца и создания образца нового поколения, а также оценить вклад каждой подсистемы в результативность функционирования образца ВТ и потребные для его создания финансовые и временные ресурсы. Это, в свою очередь, позитивно скажется на точности прогнозных оценок технико-экономических показателей, обоснованности принимаемых плановых решений и эффективности расходования бюджетных средств.

Восьмой аспект состоит в том, что на планируемом отрезке времени достижение заданного эффекта может быть осуществлено путем применения различных видов образцов одного функционального назначения, но имеющих различный уровень технического совершенства. Они, по сути, конкурируют между собой. Существующий образец конкурирует за право продолжения своего ЖЦ с образцами новой разработки, а образцы новой разработки конкурируют с существующим образцом ВТ, а также между собой, за право начала своего ЖЦ и его продолжения. При этом ключевыми показателями, характеризующими уровень конкурентоспособности образцов, являются потребные затраты, характеристики образца, эффект от его применения и сроки создания.

Девятый аспект состоит в том, что долгосрочное прогнозирование, как правило, осуществляется в условиях малого объема исходных данных, когда затратный метод, базирующийся на калькулировании себестоимости, применить не представляется возможным. В этом случае должны использоваться другие методы, базирующиеся на знании потребительских свойств образца и реализующие ценностный подход.

Изложенные требования к научно-методическому аппарату и приведенные аспекты делают необходимым в процессе технико-экономического обоснования значений показателей ЖЦ образца ВТ и контроля хода его разработки решение четырех задач, три из которых решаются в ходе проведения научно-исследовательской работы, а четвертая – на стадии разработки образца ВТ.

Структурно постановка каждой из указанных задач включает в себя составные части: целевую функцию, управляемые и неуправляемые переменные, параметры, а также ограничения. Учет указанных составных частей придает технико-экономическому обоснованию строгость и объективность.

Для обеспечения обоснованности плановых решений, принимаемых на основе результатов технико-экономического обоснования значений показателей ЖЦ образца ВТ, проводимого в ходе научных исследований, в качестве целевых функций в решаемых при этом задачах используются:

минимум суммарного потребного финансирования стадий ЖЦ совокупности образцов ВТ различных видов (одного функционального назначения и различного уровня технического совершенства) на фиксированном отрезке времени  $[t_H, t_K]$ ;

максимум общего достигаемого эффекта от применения совокупности образцов ВТ различных видов (одного функционального назначения и различного уровня технического совершенства) на фиксированном отрезке времени  $[t_H, t_K]$ ;

максимум достигаемого эффекта от применения образца ВТ определенного вида.

Здесь под видом образца ВТ понимается существующий образец или новый образец, созданный в одном из следующих вариантов разработки: образец нового поколения или модернизированный образец.

В качестве отрезка времени  $[t_H, t_K]$  принимается отрезок, начало которого соответствует плановому периоду, а окончание – ожидаемому последнему году, после которого начинается замена образца ВТ нового поколения на образец новой разработки (модernизированный образец или образец следующего поколения). Это обеспечивает возможность рассмотрения в течение указанного отрезка времени всех возможных вариантов разработки перспективного образца. Причем указанные варианты разработки в общем случае могут реализовываться на отрезке времени  $[t_H, t_K]$  в различных сочетаниях, одно из которых в результате решения оптимизационной задачи принимается в качестве рационального. При этом последний год планового периода  $t_K$  остается неизменным.

Первая задача состоит в минимизации потребных суммарных затрат финансовых ресурсов на фиксированном отрезке времени на достижение заданных значений годовых эффектов путем варьирования управляемых переменных, в качестве которых выступают временные показатели реализации ЖЦ образцов ВТ различных видов, имеющих одно функциональное назначение.

Вторая из указанных задач отражает ситуацию, когда финансовые ресурсы на плановом периоде ограничены и требуется определить максимальный ожидаемый эффект, который при этом может быть достигнут от применения совокупности образцов различных видов, имеющих одно функциональное назначение.

Третья задача отражает ситуацию, когда финансовые ресурсы, которые могут быть выделены на разработку образца ВТ, ограничены и требуется определить значения характеристик образца, обеспечивающие достижение максимального ожидаемого эффекта от его применения.

Четвертая задача решается в процессе разработки образца и отражает ситуацию, когда сроки разработки образца заданы и требуется в процессе мониторинга оценить риск превышения планового срока завершения разработки.

Для обеспечения сопоставимости различных вариантов развития образцов ВТ на отрезке времени  $[t_n, t_k]$  все учитываемые далее стоимостные показатели рассчитываются в ценах расчетного года  $t_p$ .

Что касается обеспечивающих систем, то во всех указанных задачах могут быть рассмотрены два варианта их создания.

Первый вариант заключается в том, что состав обеспечивающих систем и их характеристик для всех видов образцов ВТ, имеющих одно функциональное назначение, одинаков. В этом случае затраты, связанные с реализацией их жизненного цикла при решении первой задачи могут не учитываться.

Второй вариант предусматривает, что значения характеристик обеспечивающих систем зависят от вида образца ВТ и их разработка осуществляется совместно. В этом случае затраты на создание обеспечивающих систем должны учитываться в целевой функции (первая задача) и в ограничениях (вторая и третья задачи), а их характеристики должны учитываться в комплексе с характеристиками образца ВТ.

Состав управляемых и неуправляемых переменных, параметров, а также ограничений определяется исходя из сути решаемых задач.

Первая задача формулируется в следующем виде. Требуется найти такое сочетание видов образцов, обладающих фиксированными характеристиками, и сроки реализации их ЖЦ, которые минимизируют потребный суммарный объем финансирования на фиксированном отрезке времени  $[t_n, t_k]$ , где  $t_n$  – начало планового периода,  $t_k$  – последний год планового периода, после которого начинается замена последнего разработанного образца на образец новой разработки, при условии выполнения ограничения – ожидаемый эффект (результат) от применения совокупности образцов различных видов, имеющих одно функциональное назначение, но отличающихся уровнем технического совершенства, будет не ниже заданного в каждый год планового периода значения.

В качестве неуправляемых переменных рассматриваются переменные, значения которых в общем случае носят многовариантный характер, и лицо, осуществляющее управление, повлиять на их значения не может. К ним относятся характеристики средств воздействия вероятного противника, которые могут варьироваться в определенном диапазоне, и способы их применения.

В качестве параметров рассматриваются характеристики вариантов разработки перспективных образцов ВТ, а также индексы цен на продукцию военного назначения, которые на плановом периоде задаются Минэкономразвития России, а на прошедшем периоде определяются Федеральной службой государственной статистики.

В сформулированной задаче финансовые ресурсы расходуются эффективно, если для достижения заданного эффекта (результата) на фиксированном отрезке времени требуется минимальное их количество в ценах расчетного года.

Здесь под финансовыми ресурсами понимаются суммарные затраты на реализацию следующих стадий ЖЦ образца ВТ (с учетом или без учета обеспечивающих систем): исследование и обоснование разработки, разработка, производство, капитальный ремонт, сервисное обслуживание и эксплуатация.

Формализованная постановка сформулированной задачи имеет вид:

$$X_1^* = \arg \min_{\substack{t_{Hi}, t_{Ki}, \\ i=1, \overline{N_{BO}}}} \sum_{i=1}^{N_{BO}} (C_{Oi}(t_p, t_{Hi}, t_{Ki}, Y, Z) + C_{Oci}(t_p, t_{Hi}, t_{Ki}, Y, Z)),$$

$$[t_{Hi}, t_{Ki}] \in [t_H, t_K], i = \overline{1, N_{BO}},$$

$$\exists(t, Y, Z) \geq \exists^\circ(t), t \in [t_H, t_K],$$

где  $X_1^*$  – вектор рациональных значений временных показателей ЖЦ образцов различных видов одного функционального назначения, но имеющих различный уровень технического совершенства;

$t_p$  – расчетный год, в ценах которого прогнозируются затраты;

$N_{BO}$  – количество видов образцов одного функционального назначения (существующие и перспективные образцы новой разработки), учитываемых на плановом периоде  $[t_H, t_K]$ ;

$t_H, t_K$  – соответственно годы начала и окончания планового периода, на котором может осуществиться реализация стадий жизненных циклов образцов различных видов, имеющих одно функциональное назначение;

$t_{Hi}, t_{Ki}$  – соответственно годы начала и окончания ЖЦ образца  $i$ -го вида;

$Y$  – вектор неуправляемых переменных, компонентами которого являются значения характеристик средств воздействия вероятного противника,  $Y = (y_1, \dots, y_k, \dots, y_{N_{HP}})$ ,  $y_k$  – значение  $k$ -й неуправляемой переменной,  $N_{HP}$  – количество неуправляемых переменных;

$Z$  – вектор параметров, значения которых заданы и остаются постоянными независимо от значений компонент векторов управляемых и неуправляемых переменных,  $Z = (z_1, \dots, z_r, \dots, z_{M_{\Pi}})$ ,  $z_r$  – значение  $r$ -го параметра,  $M_{\Pi}$  – количество учитываемых параметров;

$C_{Oi}(t_p, t_{Hi}, t_{Ki}, Y, Z)$  – суммарные затраты на реализацию ЖЦ образца  $i$ -го вида на отрезке времени  $[t_{Hi}, t_{Ki}]$ ;

$C_{Oci}(t_p, t_{Hi}, t_{Ki}, Y, Z)$  – суммарные затраты на реализацию ЖЦ обеспечивающих систем образца  $i$ -го вида на отрезке времени  $[t_{Hi}, t_{Ki}]$ ;

$\exists(t, Y, Z)$  – общий эффект от применения образцов различных видов в  $t$ -м году;

$\exists^\circ(t)$  – минимально допустимый общий эффект от применения в  $t$ -м году образцов ВТ различных видов одного функционального назначения.

Стоимостной показатель  $C_{Oi}(t_p, t_{Hi}, t_{Ki}, Y, Z)$ , входящий в целевую функцию в приведенной постановке задачи, определяется по формуле:

$$C_i(t_p, t_{Hi}, t_{Ki}, Y, Z) = \sum_{t=t_{Hi}}^{t_{Ki}} (C_{НИРi}(t_p, t, Y, Z) + C_{Рi}(t_p, t, Y, Z) + C_{Пi}(t_p, t, Y, Z) + C_{ВРi}(t_p, t, Y, Z) + C_{КРi}(t_p, t, Y, Z) + C_{СОi}(t_p, t, Y, Z) + C_{Эi}(t_p, t, Y, Z)),$$

где  $C_{НИРi}(t_p, t, Y, Z)$  – затраты на выполнение научно-исследовательской работы в интересах обоснования разработки образца ВТ  $i$ -го вида в  $t$ -м году;

$C_{Рi}(t_p, t, Y, Z)$  – затраты на разработку образца ВТ  $i$ -го вида в  $t$ -м году;

$C_{Пi}(t_p, t, Y, Z)$  – затраты на производство образцов ВТ  $i$ -го вида в  $t$ -м году;

$C_{ВРi}(t_p, t, Y, Z)$  – затраты на выполнение вспомогательных работ для образцов ВТ  $i$ -го вида в  $t$ -м году;

$C_{КРi}(t_p, t, Y, Z)$  – затраты на капитальный ремонт образцов ВТ  $i$ -го вида в  $t$ -м году;

$C_{СОi}(t_p, t, Y, Z)$  – затраты на сервисное обслуживание образцов ВТ  $i$ -го вида в  $t$ -м году;

$C_{Эi}(t_p, t, Y, Z)$  – затраты на эксплуатацию образцов ВТ  $i$ -го вида в  $t$ -м году.

Стоимостной показатель  $C_{Oci}(t_p, t_{Hi}, t_{Ki}, Y, Z)$ , входящий в целевую функцию рассмотренной задачи, определяется аналогичным образом.

Решение сформулированной задачи позволяет определить рациональные значения временных показателей жизненных циклов образцов ВТ различных видов, которые обеспечивают в комплексе достижение эффекта не ниже заданного при минимальном суммарном объеме финансирования на отрезке времени  $[t_H, t_K]$ .

На практике финансовые ресурсы ограничены и может оказаться, что потребные объемы финансирования не могут быть обеспечены. В этом случае решается вторая задача, которая формулируется в следующем виде. Требуется найти такое сочетание видов образцов, обладающих фиксированными характеристиками, которые максимизируют общий ожидаемый эффект от применения образцов ВТ различных видов на отрезке времени  $[t_H, t_K]$ , при условии выполнения ограничения – затраты на реализацию ЖЦ образцов ВТ различных видов, имеющих одно функциональное назначение, не превысят максимально допустимых годовых объемов финансирования.

К неуправляемым переменным аналогично первой задаче относятся характеристики средств воздействия вероятного противника и способы их применения, а в качестве параметров рассматриваются характеристики существующих и различных вариантов разработки перспективных образцов ВТ, а также индексы цен на продукцию военного назначения в каждом году планового периода.

Формализованная постановка сформулированной задачи имеет вид:

$$X_2^* = \arg \max_{\substack{t_{Hi}, t_{Ki}, \\ i=1, N_{BO}}} \sum_{i=1}^{N_{BO}} \sum_{t=t_H}^{t_K} \Delta_i(t, t_{Hi}, t_{Ki}, Y, Z),$$

$$\sum_{i=1}^{N_{BO}} (C_{Oi}(t_p, t, Y, Z) + C_{Oci}(t_p, t, Y, Z)) \leq C^\circ(t),$$

$$t \in [t_H, t_K],$$

где  $X_2^*$  – вектор рациональных значений временных показателей ЖЦ образцов ВТ различных видов одного функционального назначения, имеющих различный уровень технического совершенства;

$C_{Oi}(t_p, t, Y, Z)$ ,  $C_{Oci}(t_p, t, Y, Z)$  – суммарные затраты в  $t$ -м году на реализацию жизненных циклов образцов ВТ  $i$ -го вида и их обеспечивающих систем соответственно;

$\Delta_i(t, t_{Hi}, t_{Ki}, Y, Z)$  – общий эффект от применения образцов ВТ  $i$ -го вида в  $t$ -м году;

$C^\circ(t)$  – максимально допустимые суммарные затраты на реализацию ЖЦ образцов различных видов в  $t$ -м году.

Значения стоимостных показателей  $C_{Oi}(t_p, t, Y, Z)$ , стоящих в левой части ограничения в формализованной постановке второй задачи, определяются по формуле:

$$C_{Oi}(t_p, t, Y, Z) = \sum_{i=1}^{N_{BO}} (C_{НИPi}(t_p, t, Y, Z) + C_{Pi}(t_p, t, Y, Z) + C_{Пii}(t_p, t, Y, Z) + C_{ВРPi}(t_p, t, Y, Z) + C_{КРPi}(t_p, t, Y, Z) + C_{COi}(t_p, t, Y, Z)).$$

Значения стоимостных показателей  $C_{Oci}(t_p, t, Y, Z)$ , стоящих в левой части ограничения в формализованной постановке рассмотренной задачи, определяются аналогично.

Если первые две рассмотренные задачи направлены на определение рациональных сроков реализации ЖЦ образцов различных видов, то третья задача предназначена для определения рациональных характеристик образцов и их обеспечивающих систем, при этом они могут варьироваться в определенных диапазонах, зависящих от имеющегося научно-технического и производственно-технологического задела в рассматриваемой предметной области на момент начала ЖЦ образца и варианта его разработки (образец нового поколения, модернизированный образец).

Третья задача формулируется в следующем виде. Требуется определить такие значения характеристик образца конкретного вида и его подсистем, а также характеристик его обеспечивающих систем, которые максимизируют ожидаемый эффект от применения образца путем их варьирования в соответствующих диапазонах.

К неуправляемым переменным аналогично первой задаче относятся характеристики средств воздействия вероятного противника и способы их применения, а в качестве параметров рассматриваются индексы цен на продукцию военного назначения, сроки разработки образца и его обеспечивающих систем.

Формализованная постановка третьей задачи имеет вид:

$$\begin{aligned} X_{3i}^* &= \arg \max_{X_{3i}} \Delta_i(X_{3i}, Y, Z), \\ C_{POi}(t_p, t, X_{31i}, Y, Z) + C_{POCi}(t_p, t, X_{32i}, Y, Z) &\leq C_{Pi}^{\circ}(t), \\ X_{31i}^{min} &\leq X_{31i} \leq X_{31i}^{max}, \\ X_{32i}^{min} &\leq X_{32i} \leq X_{32i}^{max}, \\ t &\in [t_{PHi}, t_{PKi}], \end{aligned}$$

где  $X_{3i}$  – вектор характеристик образца ВТ  $i$ -го вида и его подсистем, а также характеристик его обеспечивающих систем,  $X_{3i} = (X_{31i}, X_{32i})$ ;

$X_{31i}$  – вектор характеристик образца ВТ  $i$ -го вида и его подсистем;

$X_{32i}$  – вектор характеристик обеспечивающих систем образца ВТ  $i$ -го вида;

$X_{31i}^{min}, X_{31i}^{max}$  – соответственно минимальное и максимальное значения характеристик образца и его подсистем, которые могут быть достигнуты при реализации  $i$ -го варианта разработки образца;

$X_{32i}^{min}, X_{32i}^{max}$  – соответственно минимальное и максимальное значения характеристик обеспечивающих систем образца ВТ  $i$ -го вида, которые могут быть достигнуты в ходе разработки;

$C_{POi}(t_p, t, X_{31i}, Y, Z), C_{POCi}(t_p, t, X_{31i}, Y, Z)$  – соответственно затраты на разработку образца ВТ  $i$ -го вида и его обеспечивающих систем в  $t$ -м году;

$\Delta_i(X_{3i}, Y, Z)$  – эффект от применения образца ВТ  $i$ -го вида, имеющего вектор характеристик  $X_{3i}$ ;

$t_{PHi}, t_{PKi}$  – соответственно год начала и окончания разработки образца ВТ  $i$ -го вида и его обеспечивающих систем;

$C_{Pi}^{\circ}(t)$  – максимально допустимые затраты на разработку образца ВТ  $i$ -го вида и его обеспечивающих систем в  $t$ -м году.

Выполнение рациональных сроков реализации ЖЦ образцов ВТ новой разработки и достижение характеристик, определенных в результате решения выше сформулированных задач, требует осуществления мониторинга процесса разработки. Его необходимость обусловлена тем, что в ходе разработки решается множество сложных научно-технических и производственно-технологических задач, что обусловило необходимость учета фактора риска превышения запланированного срока разработки образца ВТ. Указанная задача формулируется следующим образом.

На основе данных мониторинга хода выполнения разработки образца ВТ  $i$ -го вида и его обеспечивающих систем в текущий момент времени  $t$ , заключающегося в оценке результативности работы персонала и затраченных трудовых ресурсов на решение научно-технических и производственно-технологических задач, требуется определить риск превышения запланированного срока разработки образца ВТ и его обеспечивающих систем, а также спрогнозировать остаточную ожидаемую потребную трудоемкость выполнения разработки после момента времени  $t$ .

Формализованная постановка четвертой задачи имеет вид:

требуется определить значения

$$\begin{aligned} R_{PO}(t) &= P_{Ot}(t_{\Phi} > t_{\Pi}) \text{ и } \Delta T_{OTO}(t) && \text{для образца ВТ;} \\ R_{POC}(t) &= P_{OCt}(t_{\Phi} > t_{\Pi}) \text{ и } \Delta T_{OTOC}(t) && \text{для обеспечивающих систем образца,} \end{aligned}$$

где  $R_{PO}(t), R_{POC}(t)$  – соответственно риски превышения планового срока завершения разработки образца ВТ и его обеспечивающих систем, определяемые в текущий момент времени  $t$ ;

$t_{\Phi}, t_{\Pi}$  – соответственно фактическое и плановое время завершения разработки образца ВТ;

$P_{0t}(t_\phi > t_\pi)$ ,  $P_{0ct}(t_\phi > t_\pi)$  – соответственно вероятности того, что фактический срок завершения разработки образца ВТ и его обеспечивающих систем, определенный в текущий момент времени  $t$ , превысит плановый срок разработки;

$\Delta T_{0TO}(t)$ ,  $\Delta T_{0TOS}(t)$  – соответственно остаточная трудоемкость выполнения разработки образца ВТ и его обеспечивающих систем после момента времени  $t$ .

Периодическое решение указанной задачи в различные моменты времени позволит своевременно выявлять неблагоприятные ситуации, которые могут привести к превышению запланированных сроков завершения разработки образца ВТ и его обеспечивающих систем, а также выработать мероприятия, направленные на парирование возникающих рисков.

Комплексное решение четырех сформулированных задач будет способствовать всестороннему технико-экономическому обоснованию значений стоимостных и временных показателей ЖЦ образцов ВТ и их характеристик, а также повышению эффективности расходования бюджетных средств, направляемых на обеспечение военной безопасности Российской Федерации.

#### Список использованных источников

1. Буренок В.М., Ляпунов В.М., Мудров В.И. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения / Под ред. А.М. Московского. М.: Граница, 2005. – 520 с.
2. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Программно-целевое планирование и управление созданием научно-технического задела для перспективного и нетрадиционного вооружения. М.: Граница, 2007. – 408 с.
3. Буренок В.М., Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Оценка стоимостных показателей высокотехнологичной продукции. М.: Граница, 2012. – 424 с.
4. Буравлев А.И., Буренок В.М., Лавринов Г.А. и др. Методы военно-научных исследований систем вооружения: военно-теоретический труд. М.: Граница, 2017. – 512 с.
5. Военно-экономический анализ / Под ред. С.Ф. Викулова. М.: Воениздат, 2001. – 350 с.
6. Лавринов Г.А., Козин М.Н. Управление рисками в системе государственного оборонного заказа. Саратов: Наука, 2010. – 255 с.