

Методический аппарат определения горизонта жизненного цикла образца вооружения и военной техники¹

Дэн Подольский А.Г.

В процессе формирования планов развития вооружения и военной техники (ВВТ) осуществляется сопоставление различных вариантов создания образцов ВВТ. При этом между собой сравниваются либо существующий (базовый) образец ВВТ с планируемым к созданию перспективным (альтернативным) образцом ВВТ, либо различные варианты создания перспективного образца.

Одним из основных показателей, используемых для обоснования рационального варианта развития ВВТ, является суммарный объем финансирования на реализацию мероприятий жизненного цикла образца ВВТ. Для его определения необходимо сформировать отрезок времени, на котором они рассчитываются.левой границей указанного отрезка времени является либо начало планового периода времени (если начало жизненного цикла образца предшествует или совпадает с началом планового периода), либо начало жизненного цикла образца (если начало планового периода предшествует началу жизненного цикла образца).

В то же время отсутствует методический аппарат, позволяющий оценивать правую границу отрезка времени, что снижает уровень обоснованности планируемых мероприятий. В этой связи актуальна задача разработки методического обеспечения формирования правой границы отрезка времени, на котором рассчитывается потребный объем финансирования на реализацию жизненного цикла образца ВВТ (полный объем финансирования), называемый в дальнейшем горизонтом жизненного цикла образца ВВТ.

Таким образом, определение горизонта жизненного цикла образца ВВТ необходимо для оценки минимального полного объема финансирования на обеспечение обобщенного показателя эффекта (боевого потенциала) на отрезке времени $[t_H, t_K]$ на уровне не ниже требуемого $\mathcal{E}_B^\circ(t_H, t_K)$ при использовании базовых и/или альтернативных образцов ВВТ. Горизонт жизненного цикла образца ВВТ оказывает суще-

¹ Статья подготовлена в соответствии с Грантом РФФИ, номер проекта 07-06-13505.

ственное влияние на величину финансирования как фрагмента жизненного цикла базового образца ВВТ, так и жизненного цикла альтернативного образца ВВТ, а следовательно, и на уровень экономического эффекта от реализации жизненного цикла альтернативного образца.

В качестве исходной точки отсчета для определения горизонта жизненного цикла образца ВВТ используется начало планового периода (t_H). Определение горизонта жизненного цикла образца ВВТ (t_K) основано на прибавлении к исходной точке следующих прогнозируемых временных параметров:

- научно-исследовательской работы, выполняемой в интересах создания альтернативного образца ВВТ;
- опытно-конструкторской работы по созданию альтернативного образца ВВТ;
- производства первого серийного альтернативного образца ВВТ;
- эксплуатации всех альтернативных образцов ВВТ.

Исходя из этого аналитическое выражение для определения горизонта жизненного цикла образца ВВТ имеет вид:

а) Если начало планового периода предшествует началу жизненного цикла образца (рисунок 1)

$$t_K = t_{H \text{ НИР}} + T_{\text{НИР}} + T_{\text{ОКР}} + T_{\text{П}} + T_{\text{Э}}, \quad (1)$$

где $t_{H \text{ НИР}}$ – время начала научно-исследовательской работы в интересах создания образца ВВТ;

$T_{\text{НИР}}$ – прогнозируемая продолжительность НИР по созданию альтернативного образца ВВТ;

$T_{\text{ОКР}}$ – прогнозируемая продолжительность ОКР по созданию альтернативного образца ВВТ;



Рисунок 1 – Определение горизонта жизненного цикла образца ВВТ

T_{II} – продолжительность производства первого серийного альтернативного образца ВВТ, включая его испытания (проверки), проводимые до момента его приемки заказчиком;

$T_{\text{Э}}$ – общая продолжительность эксплуатации всех альтернативных образцов ВВТ.

б) Если начало жизненного цикла образца предшествует или совпадает с началом планового периода

$$t_K = t_H + T_{\text{НИР}} + T_{\text{ОКР}} + T_{II} + T_{\text{Э}} . \quad (2)$$

Оценка продолжительности НИР

Оценка продолжительности НИР основана на выполнении ранее завершенной типовой НИР, соотношении перечня задач и трудоемкости сбора и обработки информации при выполнении типовой и планируемой НИР.

Под типовой НИР понимается научно-исследовательская работа, выполняемая в одной предметной области с планируемой НИР.

Аналитическое выражение для оценки продолжительности НИР имеет вид:

$$T_{\text{НИР}} = T_{\text{НИР}}^T a_{\text{НИР } 3} a_{\text{НИР ОИ}} , \quad (3)$$

где $T_{\text{НИР}}^T$ – продолжительность типовой НИР;

$a_{\text{НИР } 3}$ – коэффициент, характеризующий соотношение количества решаемых задач (количество научных направлений, в которых планируется проводить исследования) в планируемой и типовой НИР, а также порядок выполнения работ по их решению;

$a_{\text{НИР ОИ}}$ – коэффициент, характеризующий соотношение прогнозируемой трудоемкости работ по сбору и систематизации информации, а также занесения ее в базы данных и статистической обработки, и трудоемкости выполнения аналогичных работ в типовой НИР.

Под порядком выполнения работ по решению конкретной задачи, стоящей в НИР, понимается последовательный или параллельный характер выполнения работ, направленных на решение рассматриваемой задачи, относительно иных работ, решаемых в одноименной НИР в интересах других задач.

Для определения значения коэффициента $a_{НИР\ 3}$ в зависимости от имеющихся исходных данных могут быть использованы два подхода.

В основу определения коэффициента $a_{НИР\ 3}$ с использованием первого подхода положен сетевой график (календарный план) выполнения типовой НИР, который содержит состав работ, выполняемых в каждый год планового периода, в том числе по всем соисполнителям.

Процесс определения коэффициента $a_{НИР\ 3}$ состоит в последовательном выполнении следующих этапов.

Этап 1. Процесс выполнения типовой НИР представляется в виде сетевого графика, отображающего порядок выполнения отдельных работ в интересах стоящих в НИР задач, во времени, а также взаимосвязь между ними. Причем указанный сетевой график должен носить укрупненный характер и содержать только основные работы, в том числе работы, находящиеся на критическом пути, которые будут учитываться при сопоставлении с работами, выполняемыми в планируемой НИР при решении новых задач, или исключении задач, решение которых не планируется.

Этап 2. На основе укрупненного сетевого графика, построенного на первом этапе, осуществляется анализ влияния на общую продолжительность типовой НИР добавления или исключения работ, связанных с решением задач, аналоги которых в планируемой НИР отсутствуют. Затем оценивается продолжительность выполнения критического пути с учетом внесенных изменений.

Этап 3. Осуществляется собственно оценка коэффициента $a_{НИР\ 3}$. Для этого используется формула:

$$a_{НИР 3} = \frac{T_{T НИР ПИЗ}^{КП}}{T_{T НИР}^{КП}}, \quad (4)$$

где $T_{T НИР ПИЗ}^{КП}$ – продолжительность критического пути типовой НИР после исключения работ, связанных с решением задач, аналоги которых в планируемой НИР отсутствуют:

$T_{T НИР}^{КП}$ – продолжительность критического пути типовой НИР.

Если информация для применения описанного подхода для оценки коэффициента $a_{НИР 3}$ отсутствует, то применяется второй подход, который требует меньшего объема исходных данных.

Для оценки коэффициента $a_{НИР 3}$ формируются два множества:

$\Omega_{НИР 3}^A$ – множество задач в планируемой НИР, аналоги которых присутствуют в типовой НИР;

$\Omega_{НИР 3}^{HA}$ – множество задач в планируемой НИР, аналоги которых отсутствуют в типовой НИР.

С учетом введенных множеств $\Omega_{НИР 3}^A$ и $\Omega_{НИР 3}^{HA}$ коэффициент $a_{НИР 3}$, характеризующий соотношение количества задач (количество научных направлений, в которых планируется проводить исследования) в планируемой и типовой НИР определяется по формуле:

$$a_{НИР 3} = \frac{\sum_{i \in \Omega_{НИР 3}^A} K_{НИР 3i}^П + \sum_{i \in \Omega_{НИР 3}^{HA}} K_{НИР 3i}^П}{N_{НИР 3}^T}, \quad (5)$$

где $K_{НИР 3i}^П$ – коэффициент, характеризующий соотношение трудоемкости решения i -й задачи в планируемой и типовой НИР;

$N_{НИР\ 3}^T$ – количество задач в типовой НИР.

а) Если i -й задаче в плановой НИР можно поставить в соответствие аналогичную задачу в типовой НИР. В указанном случае значение коэффициента $K_{НИР\ 3i}^П$ определяется следующим образом:

$K_{НИР\ 3i}^П = 1$, если прогнозируемая трудоемкость решения i -й задачи в планируемой НИР находится приблизительно на том же уровне, что и трудоемкость решения аналогичной задачи в типовой НИР (отсутствуют предпосылки для увеличения или уменьшения трудоемкости решения i -й задачи в планируемой НИР по сравнению с трудоемкостью решения аналогичной задачи в типовой НИР),

$K_{НИР\ 3i}^П < 1$, если прогнозируемая трудоемкость решения i -й задачи в планируемой НИР меньше, чем трудоемкость решения аналогичной задачи в типовой НИР (имеются предпосылки для уменьшения трудоемкости решения i -й задачи в планируемой НИР по сравнению с трудоемкостью решения аналогичной задачи в типовой НИР),

$K_{НИР\ 3i}^П > 1$, если прогнозируемая трудоемкость решения i -й задачи в планируемой НИР выше, чем трудоемкость решения аналогичной задачи в типовой НИР (имеются предпосылки для увеличения трудоемкости решения i -й задачи в планируемой НИР по сравнению с трудоемкостью решения аналогичной задачи в типовой НИР).

Соотношение трудоемкости решения i -й задачи в планируемой НИР и аналогичной ей задачи в типовой НИР определяется экспертным методом.

а) Если i -й задаче в плановой НИР нельзя поставить в соответствие аналогичную задачу в типовой НИР.

$K_{НИР\ 3i}^П = 1$, если прогнозируемая трудоемкость решения i -й задачи в планируемой НИР находится приблизительно на том же уровне, что и трудоемкость решения наиболее сложной задачи в типовой НИР (отсутствуют предпосылки для увеличения или уменьшения трудоемкости решения i -й задачи в планируемой НИР по сравнению с трудоемкостью решения наиболее сложной задачи в типовой НИР).

сравнению с трудоемкостью решения наиболее сложной задачи в типовой НИР (если таких задач несколько, то сравнение осуществляется с любой их них)),

$K_{НИР\ z_i}^П < 1$, если прогнозируемая трудоемкость решения i -й задачи в плани-

руемой НИР меньше, чем трудоемкость решения наиболее сложной задачи в типовой НИР (имеются предпосылки для уменьшения трудоемкости решения i -й задачи в планируемой НИР по сравнению с трудоемкостью решения наиболее сложной задачи в типовой НИР (если таких задач несколько, то сравнение осуществляется с любой их них)),

$K_{НИР\ z_i}^П > 1$, если прогнозируемая трудоемкость решения i -й задачи в плани-

руемой НИР выше, чем трудоемкость решения наиболее сложной задачи в типовой НИР (имеются предпосылки для увеличения трудоемкости решения i -й задачи в планируемой НИР по сравнению с трудоемкостью решения наиболее сложной задачи в типовой НИР (если таких задач несколько, то сравнение осуществляется с любой их них)).

При определении количества задач в планируемой НИР должно соблюдаться правило: если в планируемой НИР имеется несколько задач, которым в типовой НИР соответствует одна задача, то при расчете коэффициента $K_{НИР\ z_i}^П$ указанные задачи в планируемой НИР должны рассматриваться как одна задача.

В том случае, когда для применения рассмотренных выше подходов исходные данные отсутствуют, значение коэффициента $a_{НИР\ z}$ принимается равным единице.

При определении коэффициента $a_{НИР\ ОИ}$ экспертным методом осуществляется сопоставление прогнозируемой трудоемкости работ по сбору и систематизации информации, а также занесения ее в базы данных в планируемой НИР, и трудоемкости выполнения аналогичных работ в типовой НИР. При этом необходимо учитывать организацию сбора, систематизации и обработки информации, а также уровень совершенства используемой для выполнения указанных работ технических средств.

При отсутствии данных, позволяющих осуществить сопоставление указанных работ, значение коэффициента $a_{НИР ОИ}$ принимается равным единице.

Оценка продолжительности ОКР

Оценка продолжительности ОКР основана на длительности ранее завершенной типовой ОКР и уровня совершенства планируемого к разработке образца ВВТ относительно существующего образца.

Под типовой ОКР понимается завершенная опытно-конструкторская работа, в результате выполнения которой был создан образец ВВТ, который является образцом-аналогом (имеющим, как правило, более низкие по сравнению с перспективным образцом тактико-технические характеристики) для планируемого к созданию образца ВВТ.

Под образцом-аналогом перспективного образца ВВТ понимается образец одного функционального назначения с планируемым к созданию образцом ВВТ, все или часть тактико-технических характеристик которого в результате выполнения опытно-конструкторской работы планируется изменить.

Для определения продолжительности ОКР в зависимости от имеющихся исходных данных могут быть использованы два подхода.

Первый подход базируется на использовании сетевого графика выполнения типовой ОКР, который содержит перечень работ, выполняемых в каждый год планового периода, в том числе по всем основным подсистемам образца ВВТ и соисполнителям.

Процесс определения продолжительности ОКР состоит в последовательном выполнении следующих этапов.

Этап 1. Процесс выполнения типовой ОКР представляется в виде сетевого графика, отображающего порядок выполнения основных работ во времени, принадлежащих отдельным этапам ОКР, в том числе по подсистемам образца ВВТ, например, планер, двигательная установка, система управления оружием и др., находящихся на критическом пути, которые будут учитываться при сопоставлении с работами, выполняемыми в планируемой ОКР при разработке образца нового поколения или модернизации существующего образца.

Этап 2. На основе укрупненного сетевого графика, построенного на первом этапе, осуществляется анализ влияния на общую продолжительность типовой ОКР добавления или исключения работ, вызванных включением в образец новых (ранее отсутствующих) подсистем или совершенствованием существующих подсистем, и оценивается изменение продолжительности выполнения критического пути с учетом изменений, связанных с разработкой перспективного образца.

Если информация для применения изложенного подхода к оценке продолжительности ОКР отсутствует, то применяется второй подход, который основан на соотношении уровня совершенства планируемого к созданию образца ВВТ относительно существующего образца-аналога.

При реализации указанного подхода аналитическое выражение для оценки продолжительности ОКР, планируемой в интересах создания образца ВВТ в i -м варианте, имеет вид:

$$T_{ОКР}^i = T_{ОКР}^{Tj} a_{ОКР С}^{i/j}, \quad (6)$$

где $T_{ОКР}^{Tj}$ – продолжительность типовой ОКР, проведенной в интересах создания образца в j -м варианте;

$a_{ОКР С}^{i/j}$ – коэффициент, характеризующий уровень совершенства создаваемого в i -м варианте образца ВВТ относительно существующего образца-аналога, созданного в j -м варианте.

Уровень совершенства создаваемого образца определяется вариантом его создания. В качестве вариантов создания образца ВВТ рассматриваются два варианта создания образца нового поколения и три варианта модернизации существующего образца.

В качестве вариантов создания образца нового поколения рассматриваются «эволюционный» и «революционный» варианты.

Под «революционным» вариантом полномасштабной разработки образца ВВТ понимается вариант, при осуществлении которого происходят такие изменения в конструктивно-компоновочных решениях перспективного образца по сравнению с

образцом-аналогом (типовым образцом), в результате которых реализуется совокупность научно-технических нововведений, связанных с приданием ему принципиально новых свойств (возможностей).

«Эволюционный» вариант полномасштабной разработки отличается от «революционного» тем, что изменения конструктивно-компоновочных решений перспективного образца ВВТ не связаны с приданием ему принципиально новых свойств (возможностей).

Создание образца ВВТ нового поколения в указанных вариантах требует значительных финансовых ресурсов и времени. В то же время повысить эффективность существующих образцов ВВТ, затратив сравнительно незначительные (относительно разработки образца нового поколения) денежные средства и время, можно путем проведения их модернизации.

В качестве вариантов модернизации существующего образца ВВТ рассматриваются «незначительная», «средняя» и «глубокая» модернизация.

Под «глубокой» модернизацией образца ВВТ понимается замена значительной части основных подсистем образца на подсистемы нового поколения, в которых реализуется совокупность научно-технических нововведений, приводящих к значительному улучшению его тактико-технических характеристик.

Под «средней» модернизацией образца ВВТ понимается замена отдельных подсистем образца на подсистемы нового поколения, в которых реализуется совокупность научно-технических нововведений, приводящих к улучшению тактико-технических характеристик. Занимает промежуточное положение между «глубокой» и «незначительной» модернизацией.

Под «незначительной» модернизацией образца ВВТ понимается доработка его отдельных подсистем, приводящая к незначительному улучшению тактико-технических характеристик.

Необходимость рассмотрения указанных вариантов создания образца нового поколения и модернизации существующего образца ВВТ обусловлена тем, что при планировании развития ВВТ значения тактико-технических характеристик, которые будут достигнуты в ходе разработки образца нового поколения и модернизации, как

правило, точно неизвестны. Кроме того, при большой номенклатуре образцов ВВТ, создание которых планируется, сбор данных, необходимых для расчета трудоемкости и стоимости ее проведения, требует значительного времени, а получаемые при этом результаты характеризуются существенной погрешностью, вызванной неопределенностью в развитии науки и техники, экономической конъюнктурой, динамичным совершенствованием средств и способов ведения боевых действий.

Введение указанных вариантов позволяет проводить военно-экономический анализ альтернативных вариантов создания перспективных образцов ВВТ в интересах формирования плановых документов.

Значение коэффициента $a_{ОКР С}^{i/j}$ определяется на основе анализа продолжительности выполнения уже завершенных ОКР.

Рассмотрим порядок определения коэффициента $a_{ОКР С}^{i/j}$ для случая, когда планируется создание образца ВВТ путем модернизации существующего образца. Так как значение $T_{ОКР}^T$ в формуле (6) может соответствовать одному из двух вариантов создания образца нового поколения, то и величина коэффициента $a_{ОКР С}^{i/j}$ определяется для двух случаев.

Если модернизируется существующий образец ВВТ, созданный в «эволюционном» и «революционном» вариантах, то значение коэффициента $a_{ОКР С}^{i/j}$ определяется для следующих трех вариантов модернизации:

а) Для варианта «незначительной» модернизации

$$a_{ОКР С}^{HM/\mathcal{E}} = \frac{T_{ОКР}^{T HM}}{T_{ОКР}^{T \mathcal{E}}} , \quad (7)$$

$$a_{ОКР С}^{HM/P} = \frac{T_{ОКР}^{T HM}}{T_{ОКР}^{T P}} , \quad (8)$$

где $a_{OKP C}^{HM/\mathcal{E}}$, $a_{OKP C}^{HM/P}$ – коэффициенты, характеризующие долю продолжительности ОКР, проводимой в интересах «незначительной» модернизации образца ВВТ, в продолжительности ОКР, проводимых в интересах «эволюционной» и «революционной» разработки образцов, соответственно;

$T_{OKP}^{T HM}$ – продолжительность типовой ОКР, проведенной в интересах создания образца ВВТ в варианте «незначительной» модернизации;

$T_{OKP}^{T \mathcal{E}}$, $T_{OKP}^{T P}$ – продолжительности типовых ОКР, проведенных в интересах создания образцов ВВТ в вариантах «эволюционной» и «революционной» разработки, соответственно.

б) Для варианта «средней» модернизации

$$a_{OKP C}^{CM/\mathcal{E}} = \frac{T_{OKP}^{T CM}}{T_{OKP}^{T \mathcal{E}}}, \quad (9)$$

$$a_{OKP C}^{CM/P} = \frac{T_{OKP}^{T CM}}{T_{OKP}^{T P}}, \quad (10)$$

где $a_{OKP C}^{CM/\mathcal{E}}$, $a_{OKP C}^{CM/P}$ – коэффициенты, характеризующие долю продолжительности ОКР, проводимой в интересах «средней» модернизации образца ВВТ, в продолжительности ОКР, проводимых в интересах «эволюционной» и «революционной» разработки образцов, соответственно;

$T_{OKP}^{T CM}$ – продолжительность типовой ОКР, проведенной в интересах разработки образца ВВТ в варианте «средней» модернизации.

в) Для варианта «глубокой» модернизации

$$a_{OKP C}^{GM/\mathcal{E}} = \frac{T_{OKP}^{T GM}}{T_{OKP}^{T \mathcal{E}}}, \quad (11)$$

$$a_{OKP C}^{GM/P} = \frac{T_{OKP}^{T GM}}{T_{OKP}^{T P}}, \quad (12)$$

где $a_{OKP C}^{GM/\mathcal{E}}$, $a_{OKP C}^{GM/P}$ – коэффициенты, характеризующие долю продолжительности типовой ОКР, проведенной в интересах «глубокой» модернизации образца ВВТ, в продолжительности ОКР, проведенных в интересах «эволюционной» и «революционной» разработки образцов, соответственно;

$T_{OKP}^{T GM}$ – продолжительность типовой ОКР, проведенной в интересах разработки образца ВВТ в варианте «глубокой» модернизации.

Если создается образец ВВТ нового поколения (условно обозначенный как образец k -го поколения), то значение коэффициента $a_{OKP C}^{i/j}$ определяется на основе данных о продолжительности разработки образцов двух предшествующих поколений – $(k-1)$ -го и $(k-2)$ -го. Для этого используются следующие аналитические зависимости:

а) Если перспективный образец ВВТ планируется разработать в «эволюционном» варианте

$$a_{OKP C}^{\mathcal{E}_k/\mathcal{E}_{k-1}} = \frac{T_{OKP}^{T \mathcal{E}_{k-1}}}{T_{OKP}^{T \mathcal{E}_{k-2}}}, \quad (13)$$

$$a_{OKP C}^{\mathcal{E}_k/P_{k-1}} = \frac{T_{OKP}^{T \mathcal{E}_{k-1}}}{T_{OKP}^{T P_{k-2}}}, \quad (14)$$

где $a_{OKP C}^{\mathcal{E}_k/\mathcal{E}_{k-1}}$, $a_{OKP C}^{\mathcal{E}_k/P_{k-1}}$ – коэффициенты, характеризующие долю продолжительности ОКР, проводимых в интересах создания планируемого образца ВВТ нового (k -го) поколения в варианте «эволюционной» разработки, в продолжительности типовых ОКР, проводимых в интересах «эволюционной» и «революционной» разработки образцов предшествующего поколения, соответственно;

$T_{OKP}^{T \text{ Э}_{K-1}}$, $T_{OKP}^{T \text{ Э}_{K-2}}$ – продолжительности ОКР в «эволюционном» варианте, проведенных в интересах создания типовых образцов ВВТ (к-1)-го и (к-2)-го поколений;

$T_{OKP}^{T P_{K-2}}$ – продолжительность ОКР в «революционном» варианте, проведенной в интересах создания типового образца ВВТ (к-2)-го поколения.

б) Если перспективный образец ВВТ планируется разработать в «революционном» варианте

$$a_{OKP C}^{P_K / P_{K-1}} = \frac{T_{OKP}^{T P_{K-1}}}{T_{OKP}^{T P_{K-2}}}, \quad (15)$$

$$a_{OKP C}^{P_K / \text{Э}_{K-1}} = \frac{T_{OKP}^{T P_{K-1}}}{T_{OKP}^{T \text{ Э}_{K-2}}}, \quad (16)$$

где $a_{OKP C}^{P_K / P_{K-1}}$, $a_{OKP C}^{P_K / \text{Э}_{K-1}}$ – коэффициенты, характеризующие долю продолжительности ОКР, проводимых в интересах создания планируемого образца ВВТ нового (к-го) поколения в варианте «революционной» разработки, в продолжительности типовых ОКР, проводимых в интересах «революционной» и «эволюционной» разработки образцов предшествующего поколения, соответственно;

$T_{OKP}^{T P_{K-1}}$ – продолжительность ОКР в «революционном» варианте, проведенной в интересах создания типового образца ВВТ (к-1)-го поколения.

Особенностью указанного подхода является то, что для оценки коэффициентов $a_{OKP C}^{\text{Э}_K / \text{Э}_{K-1}}$, $a_{OKP C}^{\text{Э}_K / P_{K-1}}$, $a_{OKP C}^{P_K / P_{K-1}}$, $a_{OKP C}^{P_K / \text{Э}_{K-1}}$ требуется наличие фактических данных о продолжительности разработки образцов двух предшествующих поколений, что не всегда имеет место. Кроме того, может отсутствовать статистика по срокам ранее проводимой модернизации типового образца ВВТ. В указанных случаях используются значения одноименных коэффициентов, полученных на основании анализа временных показателей разработки образцов, имеющих максимально близкий с планируемым образцом уровень сложности, а также экспертный метод.

Оценка продолжительности производства первого серийного образца ВВТ

Оценка продолжительности производства образца ВВТ основана на длительности ранее закупленного заказчиком образца-аналога и уровня совершенства планируемого к производству образца ВВТ относительно существующего образца.

Как было отмечено выше, под образцом-аналогом перспективного образца ВВТ понимается образец одного функционального назначения с планируемым к созданию образцом ВВТ, все или часть тактико-технических характеристик которого в результате выполнения опытно-конструкторской работы планируется изменить.

Для определения продолжительности производства образца ВВТ в зависимости от имеющихся исходных данных могут быть использованы два подхода.

Первый подход базируется на использовании сетевого графика производства образца ВВТ, который содержит перечень работ, выполняемых в каждый год планового периода, в том числе по всем основным подсистемам образца ВВТ и соисполнителям.

Процесс определения продолжительности производства образца ВВТ состоит в последовательном выполнении следующих этапов.

Этап 1. Процесс производства образца-аналога представляется в виде укрупненного сетевого графика, отображающего порядок выполнения основных работ во времени, в том числе по подсистемам образца ВВТ, например, планер, двигательная установка, система управления оружием и др., находящихся на критическом пути, которые будут учитываться при сопоставлении с работами, выполняемыми при производстве образца ВВТ нового поколения или модернизации существующего образца.

Этап 2. На основе укрупненного сетевого графика, построенного на первом этапе, осуществляется анализ влияния на общую продолжительность производства образца-аналога добавления или исключения работ, вызванных включением в образец новых (ранее отсутствующих) подсистем или совершенствованием существующих подсистем, и оценивается изменение продолжительности выполнения критического пути с учетом изменений, связанных с производством перспективного образца.

Если информация для применения указанного подхода к оценке продолжительности производства образца ВВТ отсутствует, то применяется второй подход, который основан на соотношении уровня совершенства планируемого к производству образца ВВТ относительно существующего образца-аналога.

При реализации указанного подхода аналитическое выражение для оценки продолжительности производства образца ВВТ, планируемого к созданию в i -м варианте, имеет вид:

$$T_{\Pi}^i = T_{\Pi}^{A j} a_{\Pi C}^{i/j}, \quad (17)$$

где $T_{\Pi}^{A j}$ – продолжительность производства образца-аналога, созданного в j -ом варианте;

$a_{\Pi C}^{i/j}$ – коэффициент, характеризующий уровень совершенства образца ВВТ, планируемого к созданию в i -м варианте относительно существующего образца-аналога, созданного в j -ом варианте.

Уровень совершенства создаваемого образца определяется вариантом его создания. В качестве вариантов создания образца ВВТ рассматриваются два варианта создания образца нового поколения и три варианта модернизации существующего образца, характеристика которых была изложена выше. Рассмотрение одноименных вариантов создания перспективных образцов ВВТ на стадиях разработки и производства позволяет осуществлять поиск рациональных вариантов развития ВВТ.

Значение коэффициента $a_{\Pi C}^{i/j}$ определяется на основе анализа фактической продолжительности производства образцов ВВТ.

Рассмотрим порядок определения коэффициента $a_{\Pi C}^{i/j}$ для случая, когда планируется создание модернизированных образцов ВВТ.

При оценке продолжительности производства образца ВВТ необходимо учитывать, что выпуск модернизированных образцов может осуществляться как путем модернизации существующих образцов, например, в ходе их ремонта, так и путем

нового изготовления модернизированных образцов. Первоначально рассмотрим случай производства новых модернизированных образцов ВВТ.

Так как значение T_{Π}^A в формуле (17) может соответствовать одному из двух вариантов создания образца нового поколения, то и величина коэффициента $a_{\Pi C}^{i/j}$ определяется для двух случаев (модернизации существующих образцов ВВТ, созданных в «эволюционном» и «революционном» вариантах) и трех вариантов модернизации:

а) Для варианта «незначительной» модернизации

$$a_{\Pi C}^{HMH/\mathcal{E}} = \frac{T_{\Pi}^{A HMH}}{T_{\Pi}^{A \mathcal{E}}} , \quad (18)$$

$$a_{\Pi C}^{HMH/P} = \frac{T_{\Pi}^{A HMH}}{T_{\Pi}^{A P}} , \quad (19)$$

где $a_{\Pi C}^{HMH/\mathcal{E}}$, $a_{\Pi C}^{HMH/P}$ – коэффициенты, характеризующие соотношение продолжительности производства образца ВВТ нового изготовления в варианте «незначительной» модернизации и продолжительности производства образцов, созданных в вариантах «эволюционной» и «революционной» разработки, соответственно;

$T_{\Pi}^{A HMH}$ – продолжительность производства образца-аналога нового изготовления в варианте «незначительной» модернизации;

$T_{\Pi}^{A \mathcal{E}}$, $T_{\Pi}^{A P}$ – продолжительности производства образцов-аналогов в вариантах «эволюционной» и «революционной» разработки, соответственно.

б) Для варианта «средней» модернизации

$$a_{\Pi C}^{CMH/\mathcal{E}} = \frac{T_{\Pi}^{A CMH}}{T_{\Pi}^{A \mathcal{E}}} , \quad (20)$$

$$a_{\Pi C}^{CMH/P} = \frac{T_{\Pi}^{A CMH}}{T_{\Pi}^{A P}} , \quad (21)$$

где $a_{П С}^{СМН/Э}$, $a_{П С}^{СМН/Р}$ – коэффициенты, характеризующие соотношение продолжительности производства образца ВВТ нового изготовления в варианте «средней» модернизации и продолжительности производства образцов, созданных в вариантах «эволюционной» и «революционной» разработки, соответственно;

$T_{П}^{А СМН}$ – продолжительность производства образца-аналога нового изготовления в варианте «средней» модернизации.

в) Для варианта «глубокой» модернизации

$$a_{П С}^{ГМН/Э} = \frac{T_{П}^{А ГМН}}{T_{П}^{А Э}}, \quad (22)$$

$$a_{П С}^{ГМН/Р} = \frac{T_{П}^{А ГМН}}{T_{П}^{А Р}}, \quad (23)$$

где $a_{П С}^{ГМН/Э}$, $a_{П С}^{ГМН/Р}$ – коэффициенты, характеризующие соотношение продолжительности производства образца ВВТ нового изготовления в варианте «глубокой» модернизации и продолжительности производства образцов, созданных в вариантах «эволюционной» и «революционной» разработки, соответственно;

$T_{П}^{Т ГМН}$ – продолжительность производства образца-аналога нового изготовления в варианте «глубокой» модернизации.

В том случае, когда исходные данные для оценки коэффициентов $a_{П С}^{НМН/Э}$,

$a_{П С}^{НМН/Р}$, $a_{П С}^{СМН/Э}$, $a_{П С}^{СМН/Р}$, $a_{П С}^{ГМН/Э}$, $a_{П С}^{ГМН/Р}$ отсутствуют, принимается:

$$a_{П С}^{НМН/Э} = 1, \quad a_{П С}^{НМН/Р} = 1, \quad a_{П С}^{СМН/Э} = 1, \quad a_{П С}^{СМН/Р} = 1, \quad a_{П С}^{ГМН/Э} = 1,$$

$$a_{П С}^{ГМН/Р} = 1.$$

Рассмотрим случай модернизации существующих образцов ВВТ. При этом необходимо учитывать вариант создания образца ВВТ, который планируется модернизировать («эволюционный» или «революционный»). Принимается, что продолжи-

тельность производства указанного образца ВВТ соответствует варианту его нового изготовления. Исходя из принятого допущения, величина коэффициента $a_{П С}^{i/j}$ определяется следующим образом:

а) Для варианта «незначительной» модернизации

$$a_{П С}^{HMC/\mathcal{E}} = \frac{T_{П}^{A HMC}}{T_{П}^{A \mathcal{E}}}, \quad (24)$$

$$a_{П С}^{HMC/P} = \frac{T_{П}^{A HMC}}{T_{П}^{A P}}, \quad (25)$$

где $a_{П С}^{HMC/\mathcal{E}}$, $a_{П С}^{HMC/P}$ – коэффициенты, характеризующие долю продолжительности модернизации существующего образца ВВТ в варианте «незначительной» модернизации в продолжительности производства образцов, созданных в вариантах «эволюционной» и «революционной» разработки, соответственно;

$T_{П}^{A HMC}$ – продолжительность модернизации образца-аналога в варианте «незначительной» модернизации.

б) Для варианта «средней» модернизации

$$a_{П С}^{СМС/\mathcal{E}} = \frac{T_{П}^{A СМС}}{T_{П}^{A \mathcal{E}}}, \quad (26)$$

$$a_{П С}^{СМС/P} = \frac{T_{П}^{A СМС}}{T_{П}^{A P}}, \quad (27)$$

где $a_{П С}^{СМС/\mathcal{E}}$, $a_{П С}^{СМС/P}$ – коэффициенты, характеризующие долю продолжительности модернизации существующего образца ВВТ в варианте «средней» модернизации в продолжительности производства образцов, созданных в вариантах «эволюционной» и «революционной» разработки, соответственно;

$T_{\Pi}^{A\text{ ГМС}}$ – продолжительность модернизации существующего образца-аналога в варианте «средней» модернизации.

в) Для варианта «глубокой» модернизации

$$a_{\Pi\text{ С}}^{\text{ГМС}/\text{Э}} = \frac{T_{\Pi}^{A\text{ ГМС}}}{T_{\Pi}^{A\text{ Э}}}, \quad (28)$$

$$a_{\Pi\text{ С}}^{\text{ГМС}/\text{Р}} = \frac{T_{\Pi}^{A\text{ ГМС}}}{T_{\Pi}^{A\text{ Р}}}, \quad (29)$$

где $a_{\Pi\text{ С}}^{\text{ГМС}/\text{Э}}$, $a_{\Pi\text{ С}}^{\text{ГМС}/\text{Р}}$ – коэффициенты, характеризующие долю продолжительности модернизации существующего образца ВВТ в варианте «глубокой» модернизации в продолжительности производства образцов, созданных в вариантах «эволюционной» и «революционной» разработки, соответственно;

$T_{\Pi}^{A\text{ ГМС}}$ – продолжительность модернизации существующего образца-аналога в варианте «глубокой» модернизации.

Оценка продолжительности эксплуатации образцов ВВТ

Под продолжительностью эксплуатации всех альтернативных образцов ВВТ понимается временной отрезок между моментами приемки заказчиком первого изготовленного альтернативного образца ВВТ и снятия с вооружения последнего образца.

Для прогнозирования продолжительности эксплуатации образца ВВТ могут быть использованы два подхода. Первый подход базируется на понятии «моральное старение» образца ВВТ, а второй подход – на тенденциях развития отечественных образцов ВВТ.

Рассмотрим суть первого подхода.

Понятие «моральное старение» образца ВВТ базируется на сопоставлении развития отечественных и зарубежных образцов-аналогов. Будем считать образец ВВТ морально устаревшим, если обобщенный показатель эффекта от его применения (боевой потенциал) ниже, чем у зарубежного образца-аналога.

В общем случае морально устаревший образец ВВТ некоторое время еще может обеспечивать решение стоящих перед ним задач, но по мере улучшения тактико-технических характеристик соответствующих образцов вероятного противника эффективность применения образца снижается, то есть для решения стоящих задач требуется применить все большее количество образцов. Объективно наступает момент, начиная с которого достижение требуемого эффекта с заданным уровнем вероятности становится невозможным. Исходя из этого можно сформировать отрезок времени, в течение которого морально устаревший образец еще может использоваться для решения стоящих задач (рисунок 2).

В целом продолжительность эксплуатации образца ВВТ можно представить в виде суммы двух слагаемых, первое из которых характеризует протяженность отрезка времени, на котором осуществляется эксплуатация образца ВВТ, не являющегося морально устаревшим, а второе – отрезок времени, на котором осуществляется эксплуатация морально устаревшего образца:

$$T_{\text{Э}} = \Delta T_{\text{Э}1} + \Delta T_{\text{Э}2} , \quad (30)$$

где $\Delta T_{\text{Э}1}$ – протяженность отрезка времени, на котором осуществляется эксплуатация образца ВВТ, не являющегося морально устаревшим;

$\Delta T_{\text{Э}2}$ – протяженность отрезка времени, на котором осуществляется эксплуатация морально устаревшего образца ВВТ.

Значения $\Delta T_{\text{Э}1}$ и $\Delta T_{\text{Э}2}$ определяются по формулам:

$$\Delta T_{\text{Э}1} = t_{\text{НМС}} - t_{\text{НЭ}} , \quad (31)$$

$$\Delta T_{\text{Э}2} = t_{\text{КМС}} - t_{\text{НМС}} , \quad (32)$$



Рисунок 2 – Отрезок времени, на котором происходит моральное старение образца ВВТ

где $t_{НЭ}$ – время начала эксплуатации альтернативного образца ВВТ;

$t_{НМС}$ – прогнозируемый момент времени, начиная с которого альтернативный образец ВВТ является морально устаревшим;

$t_{КМС}$ – прогнозируемый момент времени, начиная с которого альтернативный образец ВВТ не обеспечивает решения поставленных задач в силу значительного превосходства образцов вероятного противника.

Таким образом, зная момент времени начала эксплуатации образца ВВТ и анализируя планы (тенденции) развития ВВТ вероятного противника можно оценить, во-первых, момент времени принятия на вооружение вероятным противником образцов ВВТ, а во-вторых, определить момент времени, начиная с которого образец ВВТ вероятного противника будет иметь более высокий обобщенный показатель эффективности (боевой потенциал) по сравнению с отечественным образцом, а также момент времени, начиная с которого не обеспечивается решение поставленных задач из-за низкого уровня тактико-технических характеристик отечественного образца ВВТ.

Второй подход к определению продолжительности эксплуатации образца ВВТ базируется на анализе тенденции смены существующих образцов ВВТ образцами нового поколения или их модернизированными вариантами. При этом необходимо учитывать, что анализ указанных тенденций должен проводиться в условиях отсутствия дефицита финансовых ресурсов.

При анализе тенденций могут быть использованы статистические данные, как по отечественным, так и по зарубежным образцам-аналогам. Для каждого из возможных вариантов создания образцов ВВТ определяется среднее время эксплуатации образца ВВТ:

а) Для образцов новых поколений, разработанных в «эволюционном» или «революционном» вариантах

$$T_{\text{Э}}^{\text{Э}} = \frac{\sum_{i=1}^{M_{\text{Э}}^{\text{Э}}} T_{\text{Э}i}^{\text{Э}A}}{M_{\text{Э}}^{\text{Э}}}, \quad (33)$$

$$T_{\text{Э}}^{\text{P}} = \frac{\sum_{i=1}^{M_{\text{Э}}^{\text{P}}} T_{\text{Э}i}^{\text{P}A}}{M_{\text{Э}}^{\text{P}}}, \quad (34)$$

где $M_{\text{Э}}^{\text{Э}}$, $M_{\text{Э}}^{\text{P}}$ – общее количество образцов-аналогов (зарубежных и отечественных), данные по продолжительности эксплуатации которых использовались для оценки средней продолжительности эксплуатации образцов, разработанных в «эволюционном» и «революционном» вариантах, соответственно;

$T_{\text{Э}i}^{\text{Э}A}$, $T_{\text{Э}i}^{\text{P}A}$ – продолжительности эксплуатации i -го образца-аналога (отечественного и зарубежного), разработанного в «эволюционном» и «революционном» вариантах, соответственно.

б) Для модернизированных образцов, разработанных в вариантах «незначительной», «средней» или «глубокой» модернизации

$$T_{\text{Э}}^{\text{HM}} = \frac{\sum_{i=1}^{M_{\text{Э}}^{\text{HM}}} T_{\text{Э}i}^{\text{HM}A}}{M_{\text{Э}}^{\text{HM}}}, \quad (35)$$

$$T_{\text{Э}}^{\text{CM}} = \frac{\sum_{i=1}^{M_{\text{Э}}^{\text{CM}}} T_{\text{Э}i}^{\text{CM}A}}{M_{\text{Э}}^{\text{CM}}}, \quad (36)$$

$$T_{\text{Э}}^{\text{ГМ}} = \frac{\sum_{i=1}^{M_{\text{Э}}^{\text{ГМ}}} T_{\text{Э}i}^{\text{ГМ}A}}{M_{\text{Э}}^{\text{ГМ}}}, \quad (37)$$

где $M_{\text{Э}}^{HM}$, $M_{\text{Э}}^{CM}$, $M_{\text{Э}}^{GM}$ – общее количество образцов-аналогов (зарубежных и отечественных), данные по продолжительности эксплуатации которых использовались для оценки средней продолжительности эксплуатации образцов, модернизированных в «незначительном», «среднем» и «глубоком» вариантах, соответственно;

$T_{\text{Э}i}^{HM A}$, $T_{\text{Э}i}^{CM A}$, $T_{\text{Э}i}^{GM A}$ – продолжительности эксплуатации i -го образца-аналога (отечественного и зарубежного), модернизированного в «незначительном», «среднем» и «глубоком» вариантах, соответственно.

Подставляя соответствующие выражения (3)...(37) в формулы (1) и (2) получаем аналитические выражения для оценки горизонта жизненного цикла образца ВВТ.

Использование изложенного методического обеспечения определения горизонта жизненного цикла образца ВВТ позволит повысить уровень обоснованности планируемых мероприятий и эффективность использования финансовых ресурсов.