Д.М.Бывших, кандидат технических наук, старший научный сотрудник
А.В.Дмитриев, кандидат технических наук
А.М.Жуков

Экономико–математические модели оценки военно–экономической целесообразности создания образцов техники радиоэлектронной борьбы с высокой модернизационной пригодностью

Рассмотрены вопросы военно-экономического анализа целесообразности модернизации образцов техники радиоэлектронной борьбы. Показана необходимость совершенствования методологии оценки экономического эффекта при создании и применении образцов с высокой модернизационной пригодностью. С этой целью предложены модели расчета военно-экономической целесообразности, учитывающие все необходимые затраты для обеспечения требуемого уровня эффективности решения задач радиоэлектронной борьбы.

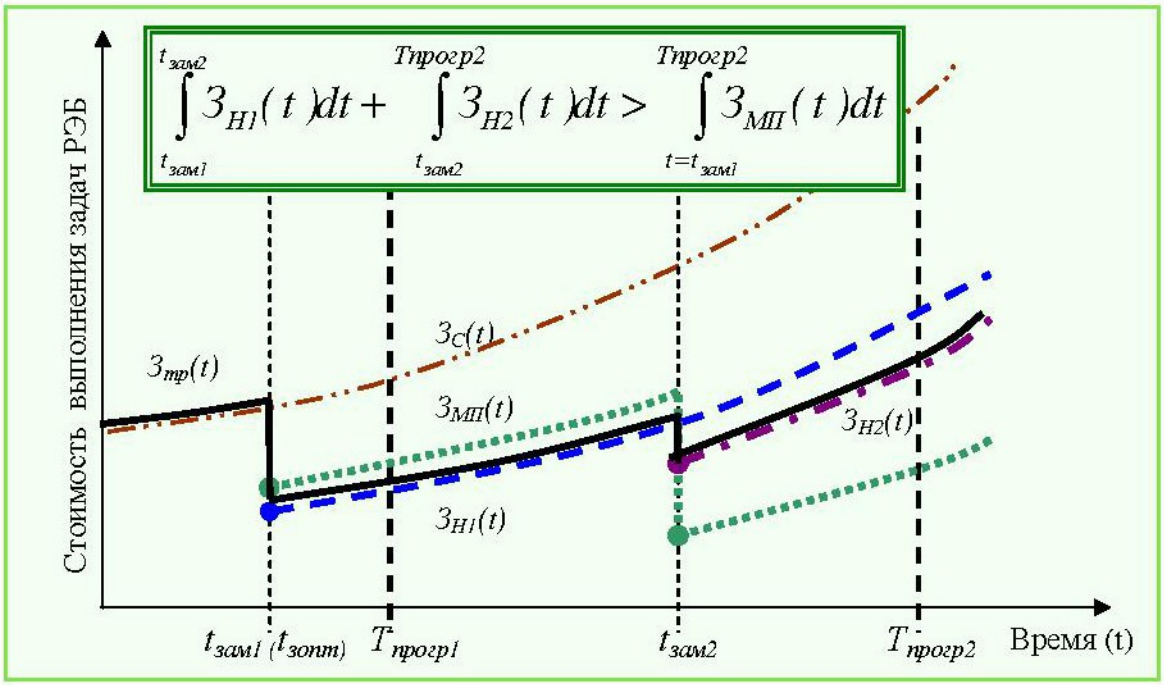
В настоящее время наметилась ярко выраженная тенденция на увеличение технической и конструктивной сложности образцов техники радиоэлектронной борьбы (РЭБ) с соответствующим значительным возрастанием стоимости и длительности их создания. В условиях высокой динамики развития и совершенствования радиоэлектронных средств военного назначения зарубежных стран (потенциальных объектов РЭБ) вновь создаваемые отечественные образцы техники РЭБ быстро морально устаревают (падает их эффективность), что приводит к снижению сроков эффективного применения. В условиях ограниченного финансирования развития вооружения и военной техники (ВВТ), в т.ч. и техники РЭБ, динамичное переоснащение войск РЭБ новой эффективной техникой становится проблематичным. В этих условиях одним из основных направлений обеспечения поддержания боеспособности частей и соединений РЭБ является модернизация техники РЭБ [1]. При этом наиболее выгодным подходом считается запланированная модернизация, когда уже в ходе научно-исследовательских (НИР) и опытно-конструкторских работ (ОКР) в конструкцию образца закладываются возможности для малозатратного совершенствования образца в будущем с целью адаптации к новым боевым условиям.

Одной из ключевых задач при принятии решений о создании нового образца или модернизации существующего является сравнение альтернатив на основе оценок военно-экономической целесообразности (ВЭЦ) их создания. Однако существующие модели [2] не позволяют в полной мере учесть особенности процессов обеспечения модернизационной пригодности, проведения работ по модернизации и применения модернизированных образцов техники РЭБ. Это касается, в частности, учета при оценке ВЭЦ различного вида выигрышей, имеющих место при запланированной модернизации. Сказанное обусловливает актуальность совершенствования методологии военно-экономического анализа в части разработки моделей оценки ВЭЦ запланированной модернизации техники РЭБ, что и является целью работы.

Традиционные модели [2] для оценки ВЭЦ ограничиваются анализом стоимостей выполнения задачи РЭБ в программном периоде (10 лет), в течение которого предполагается замена стоящего на вооружении образца новым. Критерием ВЭЦ являются меньшие затраты на выполнение задачи РЭБ при применении предлагаемого на замену образца по сравнению с за-

тратами на выполнение этой задачи образцом, стоящим на вооружении. При этом учитываются полные предстоящие затраты на создание и эксплуатацию нового образца и эксплуатацию существующего образца техники РЭБ.

Основной особенностью оценки ВЭЦ создания и применения образцов с высокой модернизационной пригодностью является необходимость сравнения затрат на выполнение задачи РЭБ таким образцом с затратами при неоднократной замене стоящего на вооружении образца, поскольку только в этом случае проявляются экономические эффекты модернизации. При этом под модернизационной пригодностью понимается приспособленность образца к частичному, ограниченному заданными пределами изменению структуры и (или) состава исходного образца с целью достижения уровня заданных тактико-технических требований методами модернизации. Для этого необходимо расширение временного интервала, на котором проводится оценка (рисунок 1).



– используется существующий образец; – первая замена на новый образец; – вторая замена на новый образец; – затраты на решение задач РЭБ при запланированной модернизации; – результирующий вид стоимости выполнения задачи РЭБ при традиционной схеме последовательных замен образца

Рисунок 1 – Вид зависимостей затрат на решение задач РЭБ от времени

Как показано на рисунке 1, с течением времени эффективность образца техники РЭБ снижается, например, из-за появления новых более помехозащищенных радиоэлектронных средств противника, поэтому требуются дополнительные усилия для обеспечения требуемого уровня эффективности подавления, и, следовательно, дополнительные затраты, что отражает кривая ЗС(t). Наступает момент времени tзам1 , когда становится целесообразной замена его на новый образец (кривая ЗН1(t)). Момент времени tзопт, когда замена наиболее целесообразна, называют оптимальным сроком замены [2]. Новый образец, в свою очередь, в следующем программном периоде [Тпрогр1;Тпрогр2] заменяется на более совершенный (кривая ЗН2(t)) и т.д. При создании образца с высокой модернизационной пригодностью для замены им устаревшего [3]) стоимость решения задачи ЗМП(t)

несколько выше, чем при замене на обычный новый образец, из–за дополнительных затрат на НИОКР для обеспечения высокой модернизационной пригодности (МП). Однако при следующей замене в момент tзам, стоимость ЗМП(t) значительно ниже ЗН2(t), поскольку для обеспечения эффективного подавления не требуется проведения новой полномасштабной ОКР, освоения серийного производства и собственно производства, поскольку требуемые тактико-технические характеристики образца могут быть обеспечены модернизацией в ходе работ по капремонту. Отметим, что особенностью техники РЭБ является то, что стоимость собственно аппаратуры РЭБ, которую целесообразно модернизировать, составляет около 25% стоимости образца в целом [3, 4], т.к. основную ее часть составляет стоимость платформы, аппаратуры связи, элементов конструкции, энергообеспечения и т.д.

Таким образом, показатель ВЭЦ создания образца с высокой МП должен учитывать неоднократную модернизацию образца в сопоставлении с необходимостью неоднократной замены заново разрабатываемых образцов с низкой МП на протяжении от первой замены (момент tзам1) до окончания эксплуатации в момент $t_{экс}$ при условии одинаковой эффективности выполнения задач РЭБ:

$$П^{мп}_{ВЭЦ} = \frac{\int_{t_{зам1}}^{t_{экс}} З_{тр}(t)dt}{\int_{t_{зам1}}^{t_{экс}} З_{мп}(t)dt}, \qquad (1)$$

где: $П^{мп}_{ВЭЦ}$ – показатель ВЭЦ создания образца с высокой МП;

$З_{тр}(t)$ – затраты на выполнение задач РЭБ при реализации традиционной схемы замены образцов (заново разрабатываемых) и условии одинаковой эффективности выполнения задач РЭБ;

$З_{мп}(t)$ – затраты на выполнение задач РЭБ с использованием последовательно модернизируемого образца с высокой МП.

Отметим, что в выражении (1) $З_{тр}(t)$ и $З_{мп}(t)$ представляют собой затраты в момент времени t в отличие от традиционных моделей [2], где используются полные предстоящие затраты. Для практических расчетов можно использовать следующую модель:

$$П^{мп}_{ВЭЦ} = \frac{\sum_{t=1}^{T} З^t_{тр}}{\sum_{t=1}^{T} З^t_{мп}}, \qquad (2)$$

где $З^t_{тр}$, $З^t_{мп}$ – затраты на решение задачи РЭБ при традиционной схеме и при использовании последовательно модернизируемого образца в t-м году соответственно. Представляют собой совокупность затрат на создание и эксплуатацию образца и затрат на восполнение потерь при решении задач РЭБ;

Т – рассматриваемый период (количество лет).

Процессы замены образцов в аспекте оценки затрат и последующих расчетов ВЭЦ по модели (2) схематично представлены на рисунке 2, где выделены четыре варианта: «А» – традиционная замена образца вновь разрабатываемым; «Б» – модернизация в ходе серийного производства (СП); «В» – модернизация в ходе капитального ремонта (КР), «Г» – модернизация в ходе среднего (СР) и текущего ремонта (ТР). Представленные схемы не исчерпывают все возможные реализации, поскольку допустимы их сочетания и возможна модернизация, проводимая по всем схемам одновременно. Т.е часть изделий модернизируется в ходе СП, часть – в ходе КР, часть – в ходе СР и ТР, или периодически проводится модернизация в ходе СР и ТР, а также на стадии КР. Представленные схемы являются наиболее реалистичными и предлагаются как основные, адекватно отражающие процессы поддержания боеспособности техники РЭБ в целях обеспечения требуемого уровня эффективности выполнения задач РЭБ в рассматриваемом периоде. По схемам «А» и «Б» при поставке новых образцов в войска

для начала эксплуатации требуется проведение пуско-наладочных работ ($пнр_2$), кроме того, необходима утилизация заменяемых образцов ($УТ_1$).

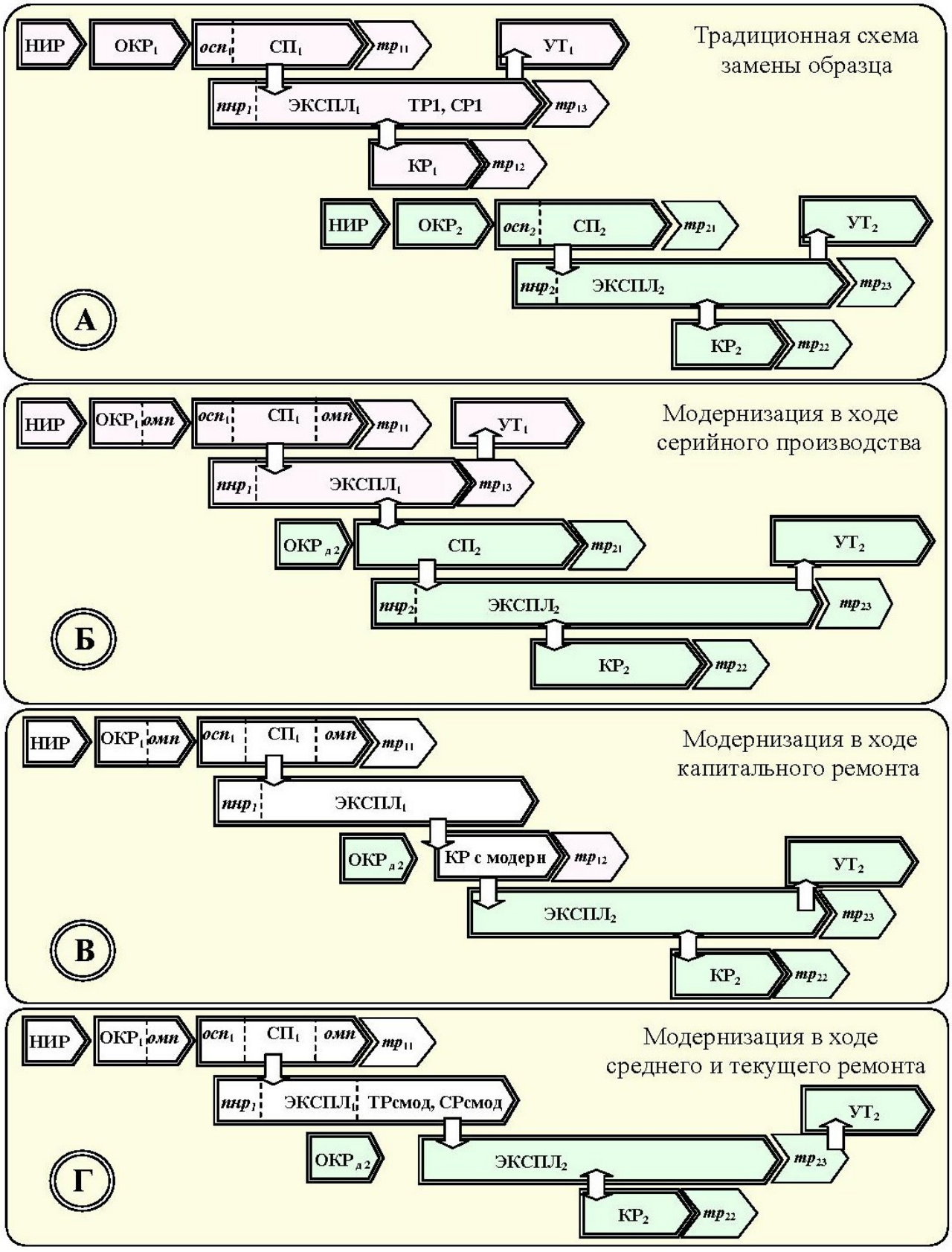


Рисунок 2 – Основные схемы замены и модернизации

Как следует из рисунка 2, для различных схем характерен свой набор стадий жизненного цикла и работ, причем их стоимость может существенно отличаться при реализации другой схемы. Например, стоимость ОКР по схеме «Б» и «В» несколько выше, чем по схеме «А», поскольку требуются дополнительные затраты на обеспечение МП (*омп*).

Схема «А» подразумевает освоение серийного производства $осп_2$ (следовательно, дополнительных затрат относительно других схем) при начале производства нового образца, а также затрат на транспортировку $тр_{13}$ для утилизации. По схемам «А» и «Б» при поставке новых образцов в войска для начала эксплуатации требуется проведение пусконаладочных работ ($пнр_2$), кроме того, необходима утилизация заменяемых образцов $(УТ_1)$. Схема «Г» отличается увеличением затрат на СР и ТР, но снижением затрат на НИР, ОКР, СП, КР, утилизацию и транспортные расходы.

Оценим затраты на создание и эксплуатацию для различных схем:

$$З_А = C_{НИР1} + C_{ОКР1} + \eta\left(C_{СП1} + C_{СП1}^{осп1}\right) + \eta\, C_{тр11} + \eta\left(C_{ЭКСПЛ1} + C_{ЭКСПЛ1}^{пнр1}\right) + \eta\, C_{тр13} + \eta\, C_{УТ1} + \eta\, C_{КР1} + \\ + \mu C_{тр12} + C_{НИР} + C_{ОКР2} + \eta\left(C_{СП2} + C_{СП2}^{осп2}\right) + \eta\, C_{тр21} + \eta\left(C_{ЭКСПЛ2} + C_{ЭКСПЛ2}^{пнр2}\right) + \\ + \eta\, C_{тр23} + \eta\, C_{УТ2} + \mu C_{КР2} + \mu C_{тр22} \qquad (3)$$

где $C_{НИР1}, C_{ОКР1}$ – стоимости НИР и ОКР первого образца соответственно;

$C_{НИР2}, C_{ОКР2}$ – стоимости НИР и ОКР второго образца соответственно;

$C_{СП1}, C_{ЭКСПЛ1}, C_{УТ}, C_{КР1}$ – стоимости производства, эксплуатации, утилизации одного изделия первого образца соответственно;

$C_{СП2}, C_{ЭКСПЛ2}, C_{УТ2}, C_{КР2}$ – стоимости производства, эксплуатации, утилизации одного изделия второго образца соответственно;

η – количество поставляемых в войска изделий, полагается, что одно изделие первого образца меняется на одно изделие второго образца;

μ – количество проведенных капитальных ремонтов;

$C_{СП1}^{осп1}$, $C_{СП2}^{осп2}$ – затраты на освоение производства для первого и второго образца соответственно;

$C_{ЭКСПЛ1}^{пнр1}$, $C_{ЭКСПЛ2}^{пнр2}$ – затраты на пусконаладочные работы для первого и второго образца соответственно;

$C_{тр11}$, $C_{тр12}$, $C_{тр13}$ – затраты на транспортировку изделий с завода в войска, на ремонтную базу для КР и на утилизацию соответственно, первый индекс относится к образцу.

$$З_Б = C_{НИР1} + C_{ОКР1} + \Delta C_{ОКР1}^{омп} + \eta\left(C_{СП1} + C_{СП1}^{осп1} + C_{СП1}^{омп}\right) + \eta\, C_{тр11} + \eta\left(C_{ЭКСПЛ1} + C_{ЭКСПЛ1}^{пнр1}\right) + \eta\, C_{тр13} + \eta\, C_{УТ1} + \\ + \mu C_{КР1} + \mu C_{тр12} + C_{ОКР2д} + \eta\, C_{СП2} + \eta\, C_{тр21} + \eta\left(C_{ЭКСПЛ2} + C_{ЭКСПЛ2}^{пнр2}\right) + \eta\, C_{тр23} + \eta\, C_{УТ2} + \mu C_{КР2} + \mu C_{тр22} \qquad (4)$$

где $\Delta C_{ОКР1}^{омп}$ – дополнительные затраты на ОКР для обеспечения МП образца;

$\Delta C_{СП1}^{омп}$ – дополнительные затраты в ходе СП для обеспечения МП образца;

$C_{ОКРд}$ – затраты на ОКР по разработке новых технических устройств (ТУ), рабочей конструкторской (РКД) и эксплуатационной документации (ЭД) для модернизации в ходе серийного производства и эксплуатации модернизируемого образца;

– остальные обозначения те же, что и в (3).

Для схемы модернизации в ходе КР:

$$З_В = C_{НИР1} + C_{ОКР1} + \Delta C_{ОКР1}^{омп} + \eta\left(C_{СП1} + C_{СП1}^{осп1} + \Delta C_{СП1}^{омп}\right) + \eta\, C_{тр11} + \eta\left(C_{ЭКСПЛ1} + C_{ЭКСПЛ1}^{пнр1}\right) + \\ + \eta\left(C_{КР2} + C_{КРсмод}\right) + \mu C_{тр12} + C_{ОКР2д} + \eta\, C_{ЭКСПЛ2} + \mu C_{КР2} + \mu C_{тр22} + \eta\, C_{тр23} + \eta\, C_{УТ2} \qquad (5)$$

где $C_{КРсмод}$ – стоимость КР с модернизацией.

Остальные обозначения те же, что и в (3), (4).

Для схемы модернизации в ходе текущего и среднего ремонта:

$$З_Г = C_{НИР1} + C_{ОКР1} + \Delta C^{омп}_{ОКР1} + \eta\left(C_{СП1} + C^{осп1}_{СП1} + \Delta C^{омп}_{СП1}\right) + \eta\, C_{тр11} + \\ + \eta\left(C_{ЭКСПЛ1} + C^{пнр1}_{ЭКСПЛ1} + \varphi\, \Delta C_{ТР1смод} + \varphi\, \Delta C_{СР1смод}\right) + C_{ОКР2д} + \eta\, C_{ЭКСПЛ2} + \eta\, C_{УТ2} + \mu C_{КР2} + \mu C_{тр22} \quad (6)$$

где: $\Delta C_{ТР1смод}, \Delta C_{СР1смод}$ – удорожание ТР и СР с работами по модернизации изделия по сравнению с обычными ТР и СР;

φ – количество ТР с модернизацией;

– остальные обозначения те же, что и в (3)-(5).

Для сравнительного анализа традиционной и предлагаемой модели проведен расчет ВЭЦ создания «среднестатистического» образца. Т.е. при расчетах использованы статистические данные о средних соотношениях стоимостей стадий жизненного цикла (ЖЦ) и работ и их удорожании (таблица 1).

Таблица 1 – Используемые данные для расчета примера оценки ВЭЦ

Стадия ЖЦ	Вид затрат	Стоимость (в долях от стоимости СП)	Примечание
НИР	Затраты на проведение НИР, $C_{НИР}$	1,5	Статист. данные
ОКР	Затраты на проведение полномасштабной ОКР без обеспечения МП, $C_{ОКР}$	10,0	Статист. данные
	Затраты на проведение ОКР по разработке новых ТУ, РКД, ЭД, $C_{ОКРд}$	0,8	Статист. данные
	Затраты на обеспечение оптимального значения МП, $\Delta C^{омп}_{ОКР}$	2,5	Оценки на основе методик [3,4]
СП	Затраты на производство одного изделия	1,0	Статист. данные
	Затраты на освоение СП	0,5	Статист. данные
	Затраты на обеспечение оптимального значения МП, $\Delta C^{омп}_{СП}$	0,25	Оценки на основе методик [3,4]
Эксплуатация	Затраты на эксплуатацию одного изделия, $C_{ЭКСПЛ}$	0,5	Статист. данные
	Затраты на пуско-наладочные работы (одно изделие), $C^{пнр}_{ЭКСПЛ}$	0,01	Статист. данные
Капитальный ремонт	Затраты на капитальный ремонт одного изделия, $C_{КР}$	0,25	Статист. данные
	Удорожание капитального ремонта одного изделия при модернизации, $\Delta C_{КРсмод}$	0,075	Оценки на основе методик [3,4]
Утилизация	Затраты на утилизацию одного изделия, $C_{УТ}$	0,07	Статист. данные

При формировании исходных данных учитывалось следующее.

Содержание ОКР по модернизации образца сводится, в основном, к разработке новых более совершенных технических устройств для замены устаревших, а также РКД и ЭД. Стоимость этих работ ($C_{ОКРд}$) по статистическим данным составляет не более 8% стоимости полномасштабной ОКР по разработке образца. Удорожание капитального ремонта при модернизации связывается, в основном, с повышением трудозатрат, связанных с необходимостью изучения документации, и с установкой новых более дорогих технических устройств. Анализ тенденций стоимостей технических устройств показывает, что удорожание КР не может превышать более 30% его стоимости.

В работах [3, 4] приведены методы обоснования рациональных значений коэффициента

МП исходя из технических и конструктивных особенностей образцов техники РЭБ. Соответствующая им величина дополнительных затрат для обеспечения МП в ходе ОКР не превышает 25% стоимости ОКР. Таким образом, величина $\Delta C_{ОКР}^{омп}$ принята равной 2,5 $C_{СП}$.

Таблица 2 – Пример оценки ВЭЦ

Тип замены	Замена на новый «обычный» образец	Замена на новый образец с высокой МП	Замена на новый образец с высокой МП, схема «Б»
Вид модели	Традиционная модель $П_{ВЭЦ}=\frac{C^{c}+C^{тэ}+C^{вп}}{C^{н}+C^{вп}}$	Традиционная модель $П_{ВЭЦ}=\frac{C^{c}+C^{тэ}+C^{вп}}{C_{мп}{}^{н}+C^{вп}}$	Предлагаемая модель $П_{ВЭЦ}^{мп}=\frac{\sum_{t=1}^{T} З_{тр}^{t}}{\sum_{t=1}^{T} З_{мп}^{t}}=\frac{З_{А}+C^{вп}}{З_{Б}+C^{вп}}$
Переменные модели их значения[1]	C^{c} - полные предстоящие затраты на стоящий на вооружении образец (1 изделие), $C^{c}=СЭКСПЛ1=0{,}5\,ССП$ $C^{н}$ - полные предстоящие затраты на новый образец[2], $C^{н}=(СНИР+СОКР)/\eta+$ $+ССП+СЭКСПЛ2=$ $=(10{,}1/5+1+0{,}5)\,ССП=$ $=3{,}52\,ССП$ $C^{тэ}$ - затраты на обеспечение тождества эффекта; $C^{тэ}$ = 3,5ССП; $C^{вп}$ - затраты на восполнение потерь; $C^{вп}$ = 10ССП.	C^{c} - полные предстоящие затраты на стоящий на вооружении образец (1 изделие), C^{c} = СЭКСПЛ1=0,5ССП $C^{н}$ - полные предстоящие затраты на новый образец, $C^{н}$ = (СНИР+СОКР+ ΔСомпОКР)/η+ССП + ΔСомпСП+СЭКСПЛ2=(12,6/5+1+0 ,25+0,5)ССП = 4,27ССП; $C^{тэ}$ - затраты на обеспечение тождества эффекта; $C^{тэ}$ = 3,5СП; $C^{вп}$ - затраты на восполнение потерь; $C^{вп}$ = 10ССП.	Используется формула (3) 3: $З_{А}=(10{,}1+5*1{,}5+5*0{,}51+5*0{,}07+5*0{,}25+10{,}1+5*1{,}5+5*0{,}51+5*0{,}07+5*0{,}25)*C_{СП}+10C_{СП}=53{,}5C_{СП}$ Используется формула (4): $З_{Б}=(10{,}1+2{,}5+5*1{,}75+5*0{,}51+5*0{,}07+5*0{,}25+0{,}8+5+5*0{,}51+5*0{,}07+5*0{,}25)*C_{СП}+10C_{СП}=45{,}45C_{СП}$
Значение показателя ВЭЦ	$П_{ВЭЦ}=\frac{0{,}5+3{,}5+10}{3{,}52+10}=1{,}03$ $П_{ВЭЦ}>1$	$П_{ВЭЦ}=\frac{0{,}5+3{,}5+10}{4{,}27+10}=0{,}98$ $П_{ВЭЦ}<1$	$П_{ВЭЦ}=\frac{53{,}5}{45{,}45}=1{,}18$ $П_{ВЭЦ}>1$
Вывод	Создание образца целесообразно	Создание образца с высокой МП нецелесообразно!	Создание образца с высокой МП более целесообразно, чем замена по традиционной схеме
Примечания 1. Все стоимости приводятся в долях стоимости СП одного изделия 2. Стоимости ОКР, СП, КР, эксплуатации для образцов приняты равными (и т.д.) 3. Количество изделий принято равным 5.			

Учитывая среднестатистические соотношения между стоимостью ОКР и серийного производства одного изделия, можем положить, что удорожание серийного образца для реализации его МП $\Delta C_{СП}^{омп}$ составляет около 0,1 от стоимости обеспечения МП в ходе ОКР $\Delta C_{ОКР}^{омп}$, т.е. $\Delta C_{СП}^{омп}$ не превышает 0,25 $C_{СП}$.

При расчете примера полагалось, что затратами на перевозки можно пренебречь как незначительными.

Результаты расчетов ВЭЦ приведены в таблице 2.

Приведенный в таблице 2 пример показывает, что использование традиционной мо-

дели оценки ВЭЦ в случае образца с высокой МП может вести к ошибочному результату и, как следствие, нерациональному расходованию ресурсов на развитие техники.

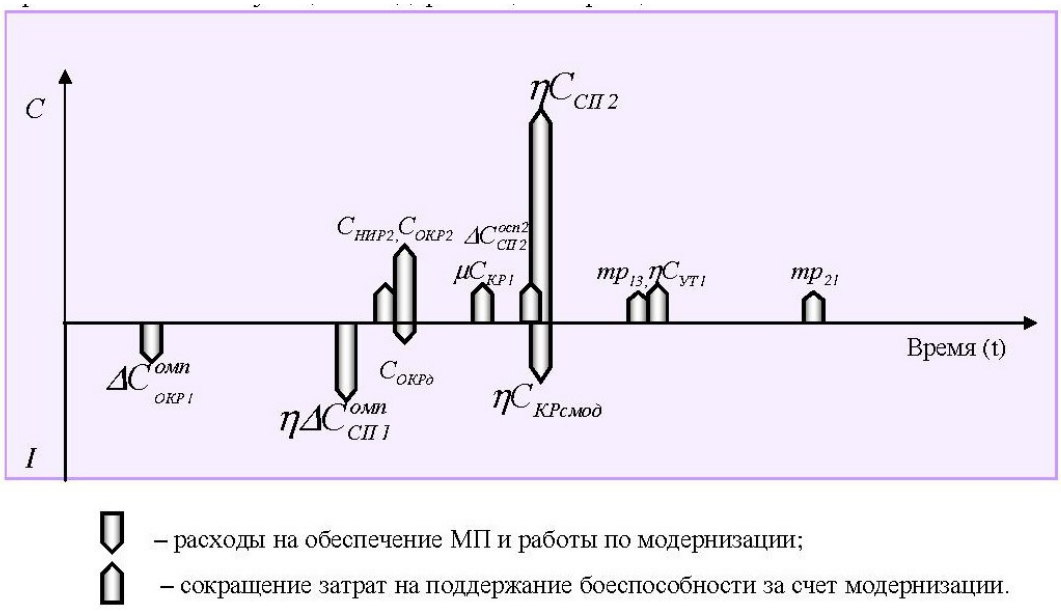
Модели (4)–(6) позволяют оценить возможный абсолютный выигрыш при модернизации относительно традиционной замены образцов. Например, для схемы «Б» выигрыш составит:

$$W_{БА} = З_А - З_Б = C_{НИР2} + C_{ОКР2} + \eta\Delta C^{осп2}_{СП2} - \Delta C^{омп}_{ОКР1} - \eta\Delta C^{омп}_{СП1} - C_{ОКР2д}, \quad (7)$$

$$W_{ВА} = З_А - З_В = \eta C_{тр13} + \eta C_{УТ1} + \mu C_{КР1} + C_{НИР2} + C_{ОКР2} + \eta\left(C_{СП2} + \Delta C^{осп2}_{СП2}\right) + \eta C_{тр21} + \\ + \eta\Delta C^{пнр2}_{ЭКСПЛ2} - \Delta C_{¿}ОКР1^{омп} - \eta\Delta C^{омп}_{СП1} - \eta\left(C_{КР1} + \Delta C_{КР1смод}\right) - C_{ОКР2д}, \quad (8)$$

$$W_{ГА} = \eta C_{тр13} + \eta C_{УТ1} + \mu C_{КР1} + \mu C_{тр12} + C_{НИР2} + C_{ОКР2} + \\ + \eta\left(C_{СП2} + C^{осп2}_{СП2}\right) + \eta C_{тр21} + \eta\left(C^{пнр2}_{ЭКСПЛ2}\right) + \eta C_{тр23} - \Delta C^{омп}_{ОКР1} - . \quad (9)$$
$$- \eta\left(\Delta C^{омп}_{СП1}\right) - \eta\left(\phi\Delta C_{ТР1}смод + \varphi\Delta C_{СР1смод}\right) - C_{ОКР2д}$$

Обозначения в выражениях (6)–(8) соответствуют ранее принятым.



– расходы на обеспечение МП и работы по модернизации;

– сокращение затрат на поддержание боеспособности за счет модернизации.

Рисунок 3 – Пример графического представления инвестиционного проекта с неординарным денежным потоком (модернизации образца по схеме «В»)

Однако для модернизации характерно получение значительного выигрыша лишь в среднесрочной перспективе, что позволяет провести аналогию мероприятий по модернизации с инвестиционным проектом. В соответствии с принятой в экономической теории классификацией инвестиций [5], модернизацию техники РЭБ можно отнести к реальным инвестициям в интересах сокращения затрат (снижения издержек) с неординарным денежным потоком. Т.е. модернизацию можно рассматривать как «вложение в развитие материально-технической базы» (вложение в обеспечение МП образца) для «снижения издержек» (снижения в перспективе затрат на совершенствование и эксплуатацию образца) в целях обеспечения требуемого уровня эффективности решения задач РЭБ. При этом предполагается неоднократное инвестирование финансовых ресурсов (неординарный денежный поток). Для оценки эффективности таких инвестиционных проектов рекомендуется использование метода расчета чистого дисконтированного дохода или NVP [6]:

$$NVP = -\sum_{t=1}^{T} I_t (1+i)^{-t} + \sum_{t=1}^{T} C_t (1+i)^{-t} = \sum_{t=1}^{T} (C_t - I_t)/(1+i)^t , \quad (10)$$

где I_t – величина инвестиций в момент времени t;

C_t – денежный поток от реализации инвестиций в момент времени t;

t – шаг расчета;

i – ставка дисконтирования.

Критерием целесообразности проекта (модернизации) является NPV > 0.

Использование NVP основано на необходимости дисконтирования инвестиций, так как в реальных проектах они осуществляются не одномоментно (в нулевом периоде), а растягиваются на некоторый период времени. Расчёт NVP дает оценку эффекта от инвестиции, приведённую к настоящему моменту времени с учётом разной временно́й стоимости денег, и поэтому дает более реалистичный результат по сравнению с (7)–(9).

На рисунке 3 приведено графическое представление инвестиционного проекта соответствующего модернизации образца по схеме «В».

Пример расчета NVP для схемы «В» приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Пример расчета чистого дисконтированного дохода

Год	Вид инвестиции	Сумма, у.е.	Вид выигрыша	Сумма, у.е.	Итог, у.е.	Коэффициент дисконтирования	Приведенный итог, у.е.
1	Обеспечение МП в ходе ОКР	1,5	-	-	-1,5	(1+0,03)1	-1,456
…	…	…	…	…	…	…	…
5	Обеспечение МП в ходе СП (2 изд.)	0,25*2	-	-	-0,5	(1+0,03)5	-0,431
6	Обеспечение МП в ходе СП (3 изделия)	0,25*3	-	-	-0,75	(1+0,03)6	-0,6281
…	…	…	…	…	…	…	…
8	ОКР по разработке новых ТУ, РКД, ЭД	0,8	Снижение затрат на НИР (исключается НИР2)	0,1	-0,7	(1+0,03)8	-0,552
9	-	-	Снижение затрат на ОКР (исключается ОКР2)	10,0	10,0	(1+0,03)9	7,664
…	…	…	…	…	…	…	…
12	-		Снижение затрат на КР (исключается КР2) 2 изд.	0,25*2	0,5	(1+0,03)12	0,351
13	-	-	Снижение затрат на КР (исключается КР2) 3 изд.	0,25*3	0,75	(1+0,03)13	0,511
…	…	…	…	…	…	…	…
16	Проведение КР с модернизацией (2 изд.)	0,325*2	Исключаются затраты на освоение СП Исключаются затраты на СП (2 изд.)	0,5*5 1,0*2	3,85	(1+0,03)16	2,399

17	Проведение КР с модернизацией (3 изд.)	0,325 *3	Исключаются затраты на СП (3 изд.)	1,0*3	2,925	(1+0,03)17	1,770
18	-	-	Исключаются затраты на транспортировку и утилизацию (5 изд.)	0,005 0,07*5	0,355	(1+0,03)18	0,209
…	…	…	…	…	…	…	…
22			Исключаются затраты на транспортировку	0,005	0,005	(1+0,03)22	0,003
						NVP =	9,837

Выводы

Предложены модели для расчета ВЭЦ модернизации образцов техники РЭБ, учитывающие не только различные возможные схемы модернизации, но и весь комплекс необходимых работ при реализации этих схем. Необходимые затраты на эти работы и возможные выигрыши представлены в динамике, что позволяет адекватно оценивать экономическую эффективность мероприятий по модернизации.

Практические оценочные расчеты с использованием представленных моделей показывают, что модернизация является одним из перспективных путей обеспечения войск эффективной техникой РЭБ при рациональном расходовании ресурсов. Выигрыш при модернизации тем выше, чем выше стоимость работ (ОКР, СП) по созданию образцов техники РЭБ и объемы поставок техники в войска.

Список использованных источников

1. Луценко А.Д., Павловский М.В. Методика оценки модернизационного потенциала образцов техники радиоэлектронного подавления систем, комплексов и средств радиосвязи и радионавигации потенциального противника // Телекоммуникации. – 2004. – № 3.

2. Луценко А.Д., Овчаренко Л.А., Бывших Д.М. Методический подход к оценке технико-экономической целесообразности создания и замены радиоэлектронных средств телекоммуникаций // Телекоммуникации. – 2002. – № 3.

3. Глазунов Ю. М., Дмитриев А. В. Методика выбора оптимальных значений показателей модернизационной пригодности образцов специальной радиоэлектронной техники // Вооружение и экономика. – 2008. – № 4 (4).

4. Глазунов Ю.М., Дмитриев А.В. Методы определения направлений повышения модернизационной пригодности образцов техники радиоэлектронной борьбы / Труды Юбилейной научно-технической конференции ЦНИИРЭС «Перспективные направления развития радиоэлектронных комплексов и систем», – М.: ЦНИИРЭС, 2006.

5. Бузова И.А., Маховикова Г.А., Терехова В.В. Коммерческая оценка инвестиций. СПб.: Изд-во «ПИТЕР», 2003.

6. Бирман Г., Шмидт С. Экономический анализ инвестиционных проектов / Пер. с англ. / Под ред. Л.П. Белых. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997.