

С.И. Боков, доктор экономических наук,  
доцент  
А.Г. Подольский, доктор экономических  
наук, профессор

### **Структура экономической модели выполнения опытно-конструкторской работы по созданию радиоэлектронной аппаратуры в условиях реализации задач унификации и импортозамещения электронной компонентной базы<sup>1</sup>**

*В статье приводится структура экономической модели выполнения опытно-конструкторской работы по созданию радиоэлектронной аппаратуры в условиях реализации задач унификации и импортозамещения электронной компонентной базы. Изложена суть методических подходов к определению продолжительности разработки, трудоемкости выполнения работ и ожидаемых затрат.*

Радиоэлектронная аппаратура (РЭА) является важной составной частью образца вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ). В целях повышения ее качества проводятся опытно-конструкторские работы (ОКР), на выполнение которых затрачиваются значительные бюджетные средства. Особенностью реализации современного этапа развития РЭА в России является необходимость решения задач унификации и импортозамещения электронной компонентной базы (ЭКБ), вызванная торгово-экономическими санкциями, введенными странами Евросоюза и США в отношении Российской Федерации.

Необходимым условием эффективного расходования бюджетных средств, выделяемых на эти цели, является их обоснование с помощью экономической модели [1-15], адекватно отражающей процесс разработки РЭА. В настоящее время разработке указанной модели уделяется недостаточное внимание. Среди публикаций в рассматриваемой области следует выделить статью [16], в которой изложена методика оценки затрат на ОКР по разработке образцов радиотехнической аппаратуры, основанная на нормативах выполнения типовых видов работ, разделенных на три группы в зависимости от величины трудоемкости (соотношение трудоемкостей между двумя соседними группами составляет 2:1); учете технического уровня планируемого к разработке образца; принадлежности к одной из трех групп, определяемой с использованием признаков: «многофункциональный комплекс, система», «однофункциональные средства», «малогабаритные средства».

Следует отметить, что предложенный в статье методический подход не позволяет учесть вклад в трудоемкость выполнения ОКР, связанных с импортозамещением электронной компонентной базы, кроме того, в ней не приводятся правила отнесения образцов к той или иной группе в зависимости от их технического уровня и удовлетворения одному из трех указанных выше признаков.

Кроме упомянутой статьи, разработке методического обеспечения, которое может быть использовано при создании экономической модели выполнения ОКР, посвящены публикации [17-20], в них авторы предлагают свои методические подходы к определению трудоемкости и затрат. Как и в [16], методическое обеспечение, приведенное в указанных публикациях, не позволяет оценить затраты трудовых и финансовых ресурсов, связанных с разработкой ЭКБ для решения задач импортозамещения и унификации. В связи с этим актуальной научно-практической

<sup>1</sup> Статья подготовлена в рамках проекта РФФИ № 19-010-00027.

задачей является разработка модели выполнения ОКР по созданию РЭА, позволяющей адекватно отражать экономический аспект, связанный с унификацией и импортозамещением.

На начальном этапе создания такой модели целесообразно разработать ее структуру, терминологический аппарат и основные методические подходы, которые после обсуждения в научном сообществе будут положены в основу разработки предлагаемой экономической модели. Для формирования ее общей структуры необходимо дать общую характеристику процесса выполнения ОКР по созданию РЭА (рисунок 1).

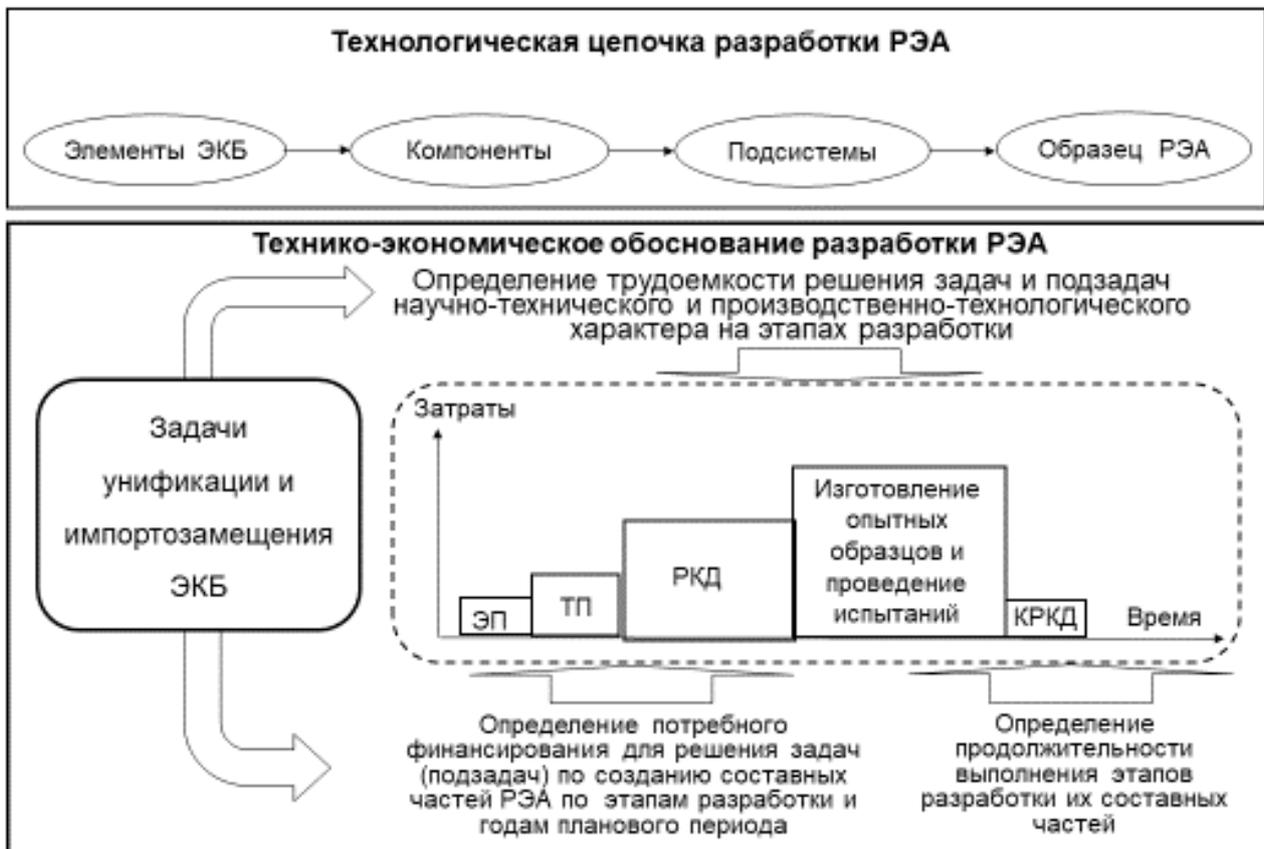


Рисунок 1 – Общая характеристика процесса выполнения ОКР

Указанный процесс можно представить в виде двух блоков, первый из которых отражает технологический аспект синтеза РЭА из составных частей: элементов, компонентов и подсистем.

Вторая составная часть характеризует технико-экономический аспект, отражающий затраты трех видов ресурсов: временных, трудовых и финансовых. Причем для формирования плановых документов и их обоснования указанные ресурсы должны быть декомпозированы по этапам разработки, составным частям и задачам, решаемым в интересах унификации и импортозамещения ЭКБ.

Для адекватного отражения процесса выполнения ОКР по созданию РЭА, учитывающего отмеченные выше аспекты, структура экономической модели должна включать два модуля (рисунок 2): первый – для определения затрат (в постоянных ценах) на выполнение отдельных этапов ОКР и в целом на разработку, а второй модуль – для распределения затрат (в текущих ценах) на выполнение ОКР и отдельных этапов по годам планового периода с учетом индексов цен, сформированных Минэкономразвития России.

Ключевым в рассматриваемой модели является первый модуль, который предназначен для определения значений технико-экономических показателей разработки образца РЭА. Он вклю-

чает в себя следующие составные части, позволяющие получать прогнозные оценки потребности в различных видах ресурсов:

1. Продолжительность выполнения этапов ОКР и разработки в целом.
2. Трудоемкость работ, выполняемых на отдельных этапах ОКР.
3. Затраты (в постоянных ценах) на выполнение отдельных этапов ОКР и в целом на разработку.

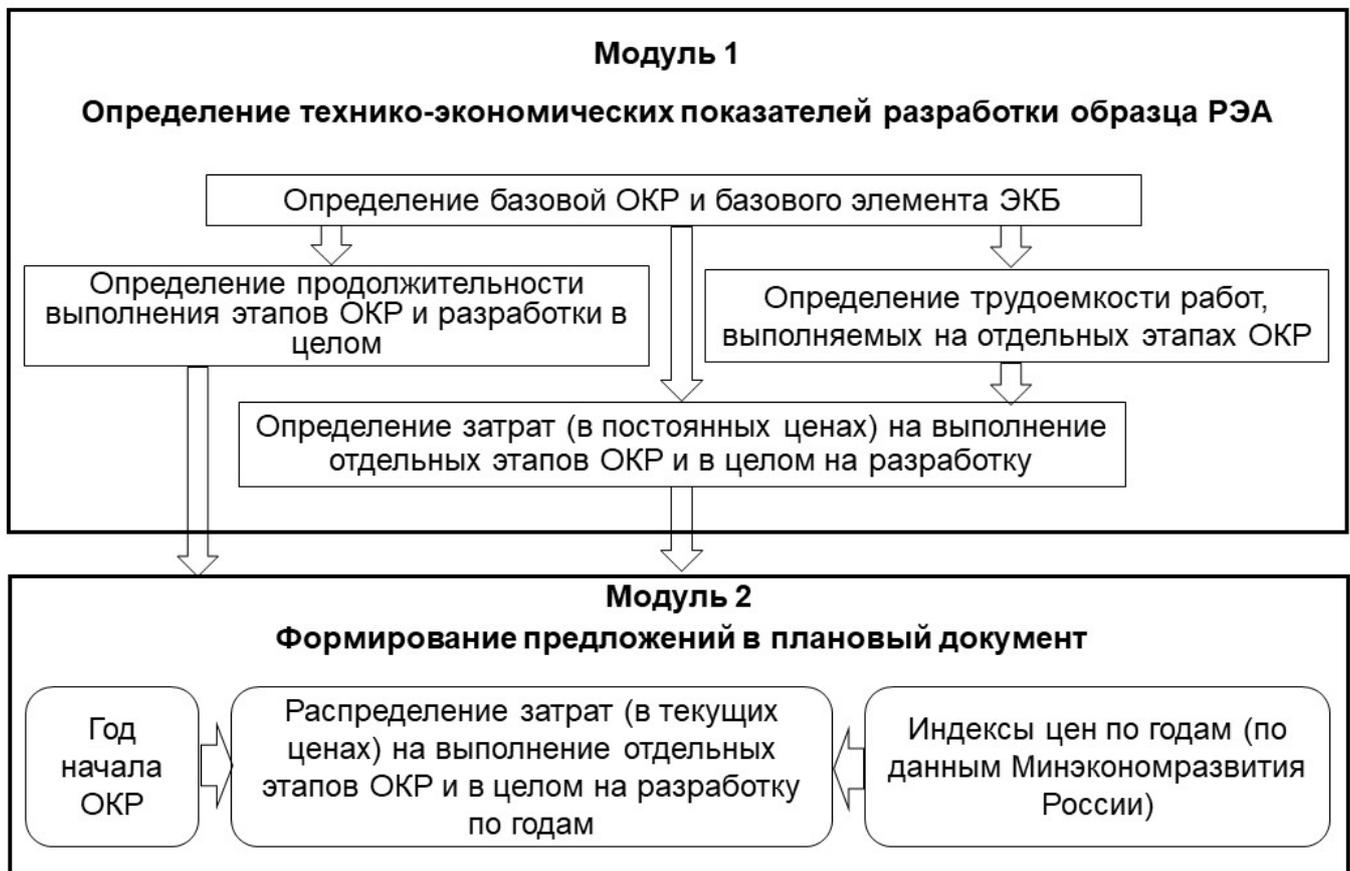


Рисунок 2 – Структура экономической модели выполнения ОКР

Кроме указанных составных частей первый модуль содержит блок, позволяющий определять базовую ОКР и базовый элемент ЭКБ, являющиеся ключевыми понятиями, используемыми для оценки технико-экономических показателей.

Под базовой понимается опытно-конструкторская работа по созданию продукции одного функционального назначения и в идентичном или наиболее близком варианте разработки с планируемой ОКР, а при наличии нескольких ОКР, удовлетворяющих указанному условию, в качестве базовой выбирается ОКР, в результате выполнения которой был создан образец РЭА, имеющий наиболее близкие характеристики с перспективным образцом. Такой образец называется базовым образцом.

Для обоснованного определения базовой ОКР предлагается:

- а) устанавливать принадлежность ОКР к одному из четырех вариантов разработки РЭА:
  - новое поколение – доля составных частей новой разработки 80% и более;
  - вариант глубокой модернизации – доля составных частей новой разработки от 50 до 80%;
  - вариант незначительной модернизации – доля составных частей новой разработки до 20%;
  - вариант средней модернизации (промежуточный вариант между незначительной и глубокой

модернизацией) – доля составных частей составных частей новой разработки от 20 до 50%;

б) проводить сопоставление характеристик существующих образцов, созданных в наиболее близком варианте разработки, с перспективным образцом одного функционального назначения, с целью выбора такого образца, который удовлетворяет условию:

$$\sqrt{\sum_j \left( \frac{x_j - x_{kj}}{x_j} \right)^2}, \quad (1)$$

где  $x_j$  – значение  $j$ -й характеристики перспективного образца РЭА;

$x_{kj}$  – значение  $j$ -й характеристики существующего  $k$ -го образца РЭА.

Под базовым элементом ЭКБ понимается существующий отечественный или зарубежный элемент ЭКБ одного функционального назначения с перспективным элементом, имеющий наиболее близкие с ним характеристики. Для определения базового элемента ЭКБ из совокупности элементов одного функционального назначения используется формула (1), в которой вместо образца РЭА рассматривается элемент ЭКБ.

Важной составной частью первого модуля (оценка технико-экономических показателей разработки образца РЭА) является определение продолжительности выполнения отдельных этапов ОКР и разработки в целом. Указанные временные показатели необходимы для определения затрат на ОКР и формирования планового документа с распределением бюджетных средств по годам, а также для заключения государственного контракта на разработку образца с указанием сроков и затрат на выполнение каждого этапа.

Для получения обоснованной оценки продолжительность ОКР предлагается определять, как сумму продолжительностей выполнения ее отдельных этапов, каждый из которых обладает специфическими особенностями. Так, при определении продолжительности разработки эскизного и технологического проектов необходимо учитывать дополнительное время, которое будет затрачиваться:

а) на закупку ЭКБ зарубежного производства, в том числе на получение разрешения на ее использование и проверку на безопасность;

б) на разработку ЭКБ отечественными организациями в целях импортозамещения и унификации.

На этапе создания рабочей конструкторской документации необходимо учитывать время на разработку технологической документации на изготовление унифицированной отечественной ЭКБ.

Обоснование затрат, связанных с проведением работ по импортозамещению и унификации, предлагается осуществлять с помощью модели, используя показатель «трудоемкость», который отражает специфику выполнения указанных работ посредством учета состава и количества специалистов, а также их продолжительность. Кроме того, использование указанного показателя позволяет применить затратный метод формирования цены, рекомендованный постановлением Правительства Российской Федерации от 2 декабря 2017 г. № 1465 «О государственном регулировании цен на продукцию, поставляемую по государственному оборонному заказу, а также о внесении изменений и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации». Для этого в процессе создания предлагаемой экономической модели должно быть разработано методическое обеспечение определения трудоемкости работ, выполняемых на отдельных этапах ОКР в интересах решения соответствующих задач и подзадач.

Контроллинговой службой, обеспечивающей деятельность руководителя приоритетного технологического направления, в целях обеспечения целевого расходования трудовых и финансовых ресурсов в условиях реализации задач унификации и импортозамещения в основу определения трудоемкости и затрат на выполнение ОКР должны быть положены:

- а) декомпозиция образца РЭА на составные части (подсистемы, компоненты, элементы);
- б) декомпозиция задач на подзадачи научно-технического и производственно-технологического характера.

Кроме того, должны учитываться трудоемкость и затраты на выполнение системных работ, связанных с координацией процесса разработки различных подсистем, компонентов и элементов ЭКБ на разных уровнях декомпозиции образца РЭА.

На рисунке 3 на примере трехуровневой декомпозиции «подсистемы – компоненты – элементы ЭКБ» показана укрупненная схема взаимосвязи структуризации РЭА с формированием трудоемкости и затрат на выполнение ОКР, иллюстрирующая необходимость первоначального проведения декомпозиции образца РЭА на составные части, а соответствующих задач – на подзадачи (стрелка направлена сверху вниз), которые должны быть решены в интересах импортозамещения и унификации. После этого роизводится синтез трудоемкости работ и затрат на их выполнение (стрелка направлена снизу вверх).



Рисунок 3 – Общая схема взаимосвязи структуризации РЭА с формированием трудоемкости (затрат) на выполнение ОКР

Определение трудоемкости изготовления опытных образцов РЭА в экономической модели предусматривается выполнять в два этапа. На первом этапе осуществляется расчет трудоемкости решения задач (подзадач) по созданию составных частей образца РЭА в соответствии с проведенной декомпозицией. Для этого предлагается использовать три подхода, основанных на:

- методе фотографии рабочего времени;
- построении нормативного уравнения – регрессионной зависимости;

- определении базовой составной части и учете варианта разработки и основных характеристик, оказывающих существенное влияние на изменение трудоемкости работ, связанных с решением задач (подзадач), в том числе по унификации и импортозамещению ЭКБ.

Первый подход применяется для определения трудоемкости изготовления существующих составных частей РЭА, используемых в перспективном образце без изменения.

Реализация второго подхода требует наличия большого количества аналогов, что в условиях разработки новых составных частей РЭА не всегда представляется возможным обеспечить.

Для применения третьего подхода, включающего два этапа, достаточно наличия хотя бы одного аналога – базового элемента ЭКБ. В соответствии с указанным подходом на первом этапе определяется трудоемкость решения  $j$ -й задачи по разработке  $i$ -й составной части (элемента ЭКБ). Она равна произведению трудоемкости решения  $j$ -й задачи (подзадачи) по разработке  $i$ -й составной части базового образца РЭА (элемента ЭКБ) на поправочный коэффициент, характеризующий изменение трудоемкости решения  $j$ -й задачи (подзадачи) при переходе от базового образца РЭА (элемента ЭКБ) к перспективному. Поправочный коэффициент определяется на основе учета таких факторов, как новизна и сложность разработки, а также на основе сопоставления характеристик планируемого к разработке образца РЭА (элемента ЭКБ) и базового образца РЭА (элемента ЭКБ). На втором этапе на основе определенных на первом этапе трудоемкостей решения отдельных подзадач и задач по разработке составных частей РЭА, осуществляется расчет суммарной трудоемкости изготовления образца РЭА. Весьма важным для практического применения указанного подхода является то, что его использование предусмотрено постановлением Правительства Российской Федерации от 2 декабря 2017 г. № 1465.

Следует отметить, что определение затрат на выполнение ОКР и ее отдельных этапов носит комплексный характер (рисунок 4), состоящий в следующем:



Рисунок 4 – Определение затрат (в постоянных ценах) на ОКР и отдельных этапов

для определения затрат используются результаты декомпозиции образца на составные части и задач на подзадачи;

исходными данными для определения затрат являются прогнозные оценки продолжительности и трудоемкости решения задач (подзадач), в том числе связанных с проведением работ по унификации и импортозамещению, выполняемых на отдельных этапах ОКР;

используются фактические затраты по статьям калькуляции, составным частям и видам работ, проведенных в базовой ОКР, базовые экономические показатели (средняя заработная плата, процент накладных расходов, рентабельность и др.), а также характеристики базового и перспективного образцов РЭА и их составных частей;

осуществляется оценка валютных рисков, связанных с закупкой ЭКБ, а также рисков, вызванных созданием страховых запасов ЭКБ и их обновлением.

Общий вид аналитической зависимости для определения стоимостной составляющей экономической модели выполнения ОКР по созданию РЭА в условиях реализации задач унификации и импортозамещения ЭКБ на примере трехуровневой декомпозиции образца РЭА «подсистемы – компоненты – составные части (ЭКБ)», имеет вид:

$$C_{ОКР} = \sum_{i=1}^N \left\{ \sum_{m=1}^{M_i} \left[ \sum_{v=1}^{V_{im}} \sum_{r=1}^{R_{imv}} \left( C_{imvr}^{РПНУ} (T_{imvr}^{РПНУ}) + \Delta C_{imvr}^y (T_{imvr}^y) + \Delta C_{imvr}^{ИЗ} (T_{imvr}^{SupИЗ}) \right) + C_{im}^{СНУД} (T_{im}^{СНУД}) \right] \right\} + C_i^{СК} (T_i^{СК}) + C_{СП} (T_{СП}) + C_{ИИК} (T_{ИИК}, C_{ПКР}) + \Delta C^{ВКР} (C^{КРЗ}, U^{НКС}),$$

где  $N$  – количество подсистем в образце РЭА;

$M_i$  – число компонент в  $i$ -й подсистеме образца РЭА;

$V_{im}$  – число составных частей (ЭКБ), принадлежащих  $m$ -й компоненте, которая входит в состав  $i$ -й подсистемы;

$R_{imv}$  – количество подзадач, которые должны быть решены при разработке  $v$ -й составной части (ЭКБ), принадлежащей  $m$ -й компоненте, которая входит в состав  $i$ -й подсистемы;

$C_{imvr}^{РПНУ} (T_{imvr}^{РПНУ})$  – затраты на решение  $r$ -й подзадачи, не связанной с импортозамещением и унификацией, при разработке  $v$ -й составной части (ЭКБ), принадлежащей  $m$ -й компоненте и входящей в состав  $i$ -й подсистемы;

$T_{imvr}^{РПНУ}$  – трудоемкость решения  $r$ -й подзадачи, не связанной с импортозамещением и унификацией, при разработке  $v$ -й составной части (ЭКБ), принадлежащей  $m$ -й компоненте, которая входит в состав  $i$ -й подсистемы;

$C_{imvr}^{ИЗ} (T_{imvr}^{ИЗ})$  – затраты, связанные с решением  $r$ -й подзадачи по импортозамещению  $v$ -й составной части (ЭКБ), принадлежащей  $m$ -й компоненте, которая входит в состав  $i$ -й подсистемы;

$T_{imvr}^{ИЗ}$  – трудоемкость решения  $r$ -й подзадачи по импортозамещению  $v$ -й составной части (ЭКБ), принадлежащей  $m$ -й компоненте, которая входит в состав  $i$ -й подсистемы;

$C_{imvr}^y (T_{imvr}^y)$  – затраты, связанные с решением  $r$ -й подзадачи по унификации  $v$ -й составной части (ЭКБ), принадлежащей  $m$ -й компоненте, которая входит в состав  $i$ -й подсистемы;

$T_{imvr}^{ИЗ}$  – трудоемкость решения  $r$ -й подзадачи по унификации  $v$ -й составной части (ЭКБ), принадлежащей  $m$ -й компоненте, которая входит в состав  $i$ -й подсистемы;

$C_{im}^{СНУД} (T_{im}^{СНУД})$  – затраты на выполнение работ, связанных с синтезом составных частей нижнего уровня декомпозиции (ЭКБ), принадлежащих  $m$ -й компоненте, входящих в состав  $i$ -й подсистемы образца РЭА;

$T_{im}^{CHUD}$  – трудоемкость работ по синтезу составных частей (ЭКБ) нижнего уровня декомпозиции, принадлежащих  $m$ -й компоненте, которая входит в состав  $i$ -й подсистемы образца РЭА;

$C_i^{CK}(T_i^{CK})$  – затраты на выполнение работ, связанных с синтезом компонент, входящих в состав  $i$ -й подсистемы образца РЭА;

$T_i^{CK}$  – трудоемкость работ по синтезу компонент, входящих в состав  $i$ -й подсистемы образца РЭА;

$C_{сп}(T_{сп})$  – затраты на выполнение работ, связанных с синтезом подсистем образца РЭА;

$T^{СП}$  – трудоемкость работ по синтезу подсистем образца РЭА;

$C_{иик}(T_{иик}, C^{ПКР})$  – суммарные затраты на изготовление и испытания опытных образцов, а также на корректировку рабочей конструкторской документации и доработку опытного образца;

$T^{иик}$  – трудоемкость работ, связанных с изготовлением и испытаниями опытных образцов, а также с корректировкой рабочей конструкторской документации и доработкой опытного образца;

$C^{ПКР}$  – прогнозируемый курс рубля при закупке импортных комплектующих (ЭКБ);

$\Delta C^{ВКР}(C^{РКЗ}, U^{НКС})$  – интегральная стоимостная оценка валютного и коммерческого рисков, связанных с финансовыми потерями, обусловленными снижением курса рубля при закупке импортных комплектующих, в том числе для создания страховых запасов и их освежением, а также с возможными потерями в процессе финансово-хозяйственной деятельности, связанными с неопределенностью результатов коммерческих сделок;

$C^{КРЗ}$  – курс рубля, по которому осуществлялась закупка импортных комплектующих для РЭА;

$U^{НКС}$  – показатель, характеризующий неопределенность результатов коммерческих сделок.

Таким образом, разработка экономической модели выполнения ОКР по созданию РЭА в соответствии с предложенной структурой требует системного подхода и проведения комплексных исследований, затрагивающих целый ряд вопросов методического характера, связанных с определением финансовых, временных и трудовых ресурсов, а также оценки рисков, вызванных неопределенностью валютного курса и результатов коммерческих сделок при закупке импортных комплектующих.

В целях создания единого для всех заинтересованных федеральных органов исполнительной власти методологического, информационно-аналитического и организационного обеспечения, представляется целесообразным рекомендовать Департаменту радиоэлектронной промышленности Минпромторга России задать работу по разработке экономической модели выполнения ОКР по созданию РЭА для ВВСТ в условиях решения задач унификации и импортозамещения ЭКБ.

В ходе выполнения указанной работы предлагается решить следующие задачи:

1. Анализ существующих подходов к определению продолжительности и затрат на выполнение ОКР по созданию РЭА в условиях решения задач унификации и импортозамещения ЭКБ.

2. Разработка структуры экономической модели выполнения ОКР по созданию РЭА для ВВСТ в условиях решения задач унификации и импортозамещения ЭКБ.

3. Разработка методического обеспечения определения продолжительности, трудоемкости и прогнозной цены ОКР по созданию РЭА в условиях решения задач унификации и импортозамещения ЭКБ.

4. Разработка информационно-аналитического обеспечения оценки хода выполнения ОКР по созданию РЭА в условиях решения задач унификации и импортозамещения ЭКБ.

5. Апробация методического и информационно-аналитического обеспечения экономической модели выполнения ОКР по созданию РЭА для ВВСТ в условиях решения задач унификации и импортозамещения ЭКБ.

6. Доработка по результатам апробации методического и информационно-аналитического обеспечения экономической модели выполнения ОКР по созданию РЭА для ВВСТ в условиях решения задач унификации и импортозамещения ЭКБ.

7. Разработка предложений по созданию макета специального программного обеспечения.

Разработка упомянутой в п. 2 экономической модели, во-первых, необходима для реализации функции экономических отношений в системе «орган государственного управления (органов военного управления) – генеральный конструктор – руководитель приоритетного технологического направления». Во-вторых, после ее разработки данная экономическая модель станет частью единого информационно-аналитического пространства и будет способствовать решению задачи развития цифровой экономики, реализуемой посредством блокчейна.

### Список использованных источников

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. – М.: ЮНИТИ, 1998.
2. Айвазян С.А. Статистические исследования зависимостей. – М.: Металлургия, 1968.
3. Андерсон Т. Введение в многомерный статистический анализ. – М.: Физматгиз, 1963.
4. Бородкин Ф.М. Статистическая оценка связей экономических показателей. – М.: Статистика, 1968.
5. Боярский А.Я. Математика для экономистов. Изд. 2-е. – М.: Госстатиздат, 1962.
6. Бусленко Н.П. Метод статистического моделирования. – М.: Статистика, 1970.
7. Венецкий И.Г., Венецкая В.И. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе. – М.: Статистика, 1974.
8. Грачева М.В., Фадеева Л.Н., Черемных Ю.Н. Количественные методы в экономических исследованиях. – М.: ЮНИТИ, 2004.
9. Доугерти К. Введение в эконометрику. – М.: ИНФРА-М, 2001.
10. Коллатц А. Функциональный анализ и вычислительная математика. – М.: Мир, 1969.
11. Красс М.С. Математика для экономических специальностей. – М.: ИНФРА-М, 1999.
12. Математическая экономика: Учеб. пособие. – М.: Экономика, 2011.
13. Новиков А.И. Эконометрика: Учеб. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2007.
14. Самуэльсон П. Экономика. – М.: НПО Алгон; ВНИИСИ, 1992.
15. Экономико-математические методы и прикладные модели / Под ред. В.В. Федосеева. – М.: ЮНИТИ, 1999.
16. Аносов Р.С., Строкова Т.М., Гарашук Е.А. Методика оценки прогнозных затрат на ОКР по разработке образцов радиоэлектронной техники военного назначения, не имеющих аналогов // Вооружение и экономика. – 2016. – № 1 (34).
17. Боков С.И. Новые экономические подходы к формированию работ в межведомственной системе // Научно-технический сборник ВА РВСН «Известия». – М.: ВА РВСН, 2012. – № 250.
18. Подольский А.Г., Бабкин А.В. К оценке трудоемкости и цены научно-технической продукции военного назначения // Вооружение и экономика. – 2017. – № 2 (39).
19. Подольский А.Г., Косенко А.А. К оценке трудоемкости разработки продукции военного назначения // Вооружение и экономика. – 2015. – № 4 (33).
20. Подольский А.Г. Методический подход к прогнозированию затрат на НИОКР с учетом состояния научно-технической базы оборонной промышленности // Вестник Военного финансово-экономического университета. – 2006. – № 1 (5).