

Г.А. Лавринов, доктор экономических наук, профессор  
А.Г. Подольский, доктор экономических наук, профессор

### **Экономико-математическая модель оценки и сопоставления стоимостных показателей мероприятий стадий жизненного цикла отечественной и зарубежной высокотехнологичной продукции<sup>1</sup>**

*В статье приведена экономико-математическая модель оценки и сопоставления стоимостных показателей мероприятий стадий жизненного цикла отечественной и зарубежной высокотехнологичной продукции. Модель позволяет решать комплекс практических задач, основными из которых являются оценка и сопоставление стоимостных показателей планируемых отечественных мероприятий на основе зарубежных аналогов, оценка и сопоставление эффективности расходования финансовых ресурсов на реализацию однородных мероприятий жизненного цикла отечественной и зарубежной высокотехнологичной продукции, а также верификация прогнозных значений стоимостных показателей отечественной высокотехнологичной продукции с использованием данных по зарубежным аналогам. Приведен математический аппарат, раскрывающий суть и содержание решения каждой из указанных задач.*

Оценка и сопоставление стоимостных показателей мероприятий стадий жизненного цикла (ЖЦ) отечественной и зарубежной высокотехнологичной продукции является составной частью процесса разработки плановых документов, определяющих перспективы развития высокотехнологичной продукции военного и гражданского назначения (далее если это не нарушает логики изложения, используется единый термин – высокотехнологичная продукция). От качества их проведения в существенной степени зависит объективность и обоснованность принимаемых плановых решений, а также эффективность расходования финансовых ресурсов.

Важнейшим условием обеспечения объективности и обоснованности результатов оценки и сопоставления стоимостных показателей мероприятий является использование специальной экономико-математической модели (ЭММ), которая позволяет обрабатывать значительный объем информации, оперативно проводить оценку и сопоставление стоимостных показателей отечественных и зарубежных образцов, а также обеспечивает лицо, принимающее решение, таким составом выходных показателей, значения которых позволяют провести всесторонний анализ полученных результатов и принять рациональные плановые решения.

Однако следует отметить, что судя по имеющимся публикациям в рассматриваемой предметной области, степень проработанности вопросов, связанных с оценкой и сопоставлением стоимостных показателей мероприятий стадий жизненного цикла отечественной и зарубежной высокотехнологичной продукции, недостаточна. Основное внимание в них уделено вопросам методического обеспечения обоснования цены продукции [1, 2, 3], использованию цифровых технологий при оптимизации затрат и оценке экономической эффективности создания высокотехнологичной продукции [4, 5], раскрытию сути и содержания паритета покупательной способности (ППС) и его практическому использованию, организации работ по международным сопоставлениям, возможностям и проблемам интеграции индексов цен и расчета ППС, развитию методов определения ППС в рамках Программы международного сопоставления [6, 7].

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

Что касается оценки и сопоставления продукции военного назначения, то существующие публикации посвящены, главным образом, прогнозированию стоимостных показателей мероприятий ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции [8-12], а вопросы моделирования оценки и сопоставления мероприятий стадий ЖЦ отечественной и зарубежной высокотехнологичной продукции в них не рассмотрены. Указанные обстоятельства делают актуальным разработку ЭММ оценки и сопоставления мероприятий стадий ЖЦ отечественной и зарубежной высокотехнологичной продукции. Рассмотрим ее суть и содержание.

Содержание ЭММ определяется теми задачами, для решения которых она предназначена. Поэтому для обеспечения ее практической направленности сформулируем основные из них:

1. Оценка (прогнозирование) и сопоставление стоимостных показателей планируемых отечественных мероприятий на основе зарубежных аналогов.

2. Оценка и сопоставление эффективности расходования финансовых ресурсов на реализацию однородных мероприятий, то есть таких мероприятий, которые относятся к одной стадии ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции и ее зарубежных аналогов.

3. Верификация прогнозных значений стоимостных показателей с использованием данных по зарубежным аналогам.

Для решения каждой из указанных задач должны учитываться следующие ключевые аспекты:

- различие характеристик (потребительских свойств) высокотехнологичной продукции, созданной (планируемой к созданию) в зарубежных странах и в России;
- использование отечественными и зарубежными организациями в конструкции высокотехнологичной продукции отличающихся материалов, а также применение, в общем случае, различной научно-технической и производственно-технологической базы;
- различная нормативная правовая база в области формирования стоимостных показателей и отличающиеся параметры финансово-хозяйственной деятельности, учитываемые при формировании стоимостных показателей мероприятий ЖЦ отечественной и зарубежной высокотехнологичной продукции;
- как правило, отличающиеся уровни инфляции в России и зарубежных странах.

Одним из показателей, используемых для пересчета стоимости продукции из одной национальной валюты в другую, например, американского доллара в рубли, является официальный курс доллара США по отношению к российскому рублю, рассчитываемый и устанавливаемый Банком России.

Валютный курс используется как инструмент при внешнеторговых расчетах и определении платежного баланса. Его применение для сопоставления стоимостных показателей отечественной и зарубежной продукции является не вполне корректным ввиду того, что он подвержен спекулятивным тенденциям, а значит, не в полной мере отражает соотношение сложившегося уровня цен на конкретные виды высокотехнологичной продукции в странах сопоставления.

Кроме курса национальной валюты для пересчета стоимости продукции из одной национальной валюты в другую и проведения международных сопоставлений используется ППС, представляющий собой количество единиц валюты, необходимое для покупки стандартного набора товаров и услуг, который можно приобрести за одну денежную единицу базовой страны (или одну единицу общей валюты группы стран) [13]. Если, например, для покупки в 2017 году США условной «корзины» товаров затрачено 100 долл. США, а для покупки аналогичной «корзины» товаров в России – 2434 руб., то паритет покупательной способности рубля для рассматриваемого набора товаров составит 24,34 руб./долл. (значение ППС в 2017 году составляет также 24,34 руб./долл., который существенно отличается от среднегодового валютного курса в указанном году, равного (по данным Банка России) 58,33 руб./долл. [14].

Определение применяемого для международных сопоставлений ППС основано на сопоставлении выпускаемой в различных странах однородной продукции, обладающей одинаковыми или близкими потребительскими свойствами. Для каждого вида отечественной продукции гражданского назначения (ПГН) можно подобрать аналогичную зарубежную продукцию. Однако указанный ППС, представляя собой средневзвешенную оценку по значительному количеству видов продукции, не учитывает специфику создания сложной высокотехнологичной продукции военного назначения (ПВН) и ПГН.

Поэтому для мероприятий ЖЦ высокотехнологичной ПГН и ПВН целесообразно использовать специальный ППС, рассчитываемый для отдельных групп продукции (ракетно-космическая, авиационная, автомобильная, бронетанковая и др.) и мероприятий ее ЖЦ (разработка, производство, эксплуатация, капитальный ремонт, сервисное обслуживание).

Следует также отметить индексы цен, рассчитываемые органами государственной статистики на основе регистрации цен на товары (услуги)? по установленной номенклатуре. Так как ППС, применяемый для международных сопоставлений, и индексы цен, рассчитываемые органами государственной статистики, не отражают в полной мере специфику реализации мероприятий ЖЦ высокотехнологичной ПВН и ПГН из-за усредненного характера индекса цен, то для обеспечения объективного сопоставления стоимостных показателей таких мероприятий в модели предлагается использовать систему показателей, включающую:

- а) специальный паритет покупательной способности, рассчитываемый для отдельных групп мероприятий ЖЦ высокотехнологичной ПВН и ПГН;
- б) специальные индексы цен, рассчитываемые для мероприятий ЖЦ высокотехнологичной ПВН и ПГН.

Рассмотрим суть и содержание каждого из указанных показателей и аналитический аппарат для их оценки.

Для создания сложной высокотехнологичной отечественной и зарубежной ПВН и ПГН используется различная научно-техническая и производственно-технологическая база, а также применяются отличающиеся конструктивные решения, которые, как правило, носят конфиденциальный характер, а в ряде случаев имеют статус государственной тайны, что влияет на значения характеристик, отражающих потребительские свойства продукции и ее стоимостные показатели.

В связи с этим для получения адекватных оценок ППС мероприятий ЖЦ высокотехнологичной ПВН и ПГН должна быть осуществлена либо корректировка стоимостного показателя зарубежной продукции в связи с условным переходом к значениям характеристик мероприятий ЖЦ отечественной продукции (первый подход), либо корректировка стоимостного показателя отечественной продукции в связи с условным переходом к значениям характеристик мероприятия ЖЦ зарубежной продукции (второй подход).

Предпочтительным является второй подход, так как в нашем распоряжении имеются экономико-математические модели, используемые для прогнозирования стоимостных показателей мероприятий ЖЦ перспективной отечественной высокотехнологичной продукции, в которых учитываются ее основные характеристики.

Для определения значения скорректированной стоимости отечественной продукции в ЭММ применяется один из следующих методических подходов.

Если имеется регрессионная зависимость, связывающая значения характеристик  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции со стоимостью реализации мероприятия, то для расчета значения стоимостного показателя  $C_{O_i}(X_{3ik}, t_p)$  (в ценах расчетного года  $t_p$ ), соответствующего вектору характеристик  $i$ -го мероприятия ЖЦ зарубежной высокотех-

нологичной аналогичной продукции  $k$ -го вида  $X_{3ik}$ , в регрессионную зависимость подставляются значения характеристик, являющихся компонентами вектора  $X_{3ik}$ .

Если регрессионная зависимость отсутствует и стоимость реализации  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции  $j$ -го вида зависит от одной основной характеристики, то для определения значения  $C_{O_i}(x_{3ik}, t_p)$  могут быть применены следующие зависимости:

- если с увеличением значения характеристики стоимость мероприятия возрастает:

$$C_{O_i}(x_{3ik}, t_p) = C_{O_{ij}}(x_{O_{ij}}, t_p) + (x_{3ik} - x_{O_{ij}}) \bar{C}_{X_i}(t_p),$$

где  $C_{O_{ij}}(x_{O_{ij}}, t_p)$  – стоимость (в ценах расчетного года  $t_p$ ) реализации  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции  $j$ -го вида, имеющей значение основной характеристики  $x_{O_{ij}}$ ;

$x_{O_{ij}}$ ,  $x_{3ik}$  – значения характеристик  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной продукции  $j$ -го вида и зарубежной продукции  $k$ -го вида, соответственно;

$\bar{C}_{X_i}(t_p)$  – удельный показатель, характеризующий изменение стоимости (в ценах расчетного года  $t_p$ )  $i$ -го мероприятия ЖЦ при варьировании значения характеристики мероприятия на единицу;

- если с уменьшением значения характеристики стоимость мероприятия возрастает:

$$C_{O_i}(x_{3ik}, t_p) = C_{O_{ij}}(x_{O_{ij}}, t_p) + (x_{O_{ij}} - x_{3ik}) \bar{C}_{X_i}(t_p).$$

Значение  $\bar{C}_{X_i}(t_p)$  в двух последних формулах определяется на основе данных по изменению стоимости реализации  $i$ -го мероприятия ЖЦ однотипной отечественной продукции при варьировании значения основной характеристики (на примере двух видов продукции):

$$\bar{C}_{X_i}(t_p) = \left| \frac{C_{O_{i1}}(x_{O_{i1}}, t_p) - C_{O_{i2}}(x_{O_{i2}}, t_p)}{x_{O_{i1}} - x_{O_{i2}}} \right|, \quad (1)$$

где  $x_{O_{i1}}$ ,  $x_{O_{i2}}$  – значения характеристик  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной продукции 1-го и 2-го видов соответственно;

$C_{O_{i1}}(x_{O_{i1}}, t_p)$ ,  $C_{O_{i2}}(x_{O_{i2}}, t_p)$  – стоимостные показатели (в ценах расчетного года  $t_p$ )  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной продукции 1-го и 2-го видов соответственно.

Если регрессионная зависимость отсутствует и стоимость реализации  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции  $j$ -го вида зависит от двух и более характеристик, то значение  $C_{O_i}(x_{3ik}, t_p)$  определяется по формуле:

$$C_{O_i}(x_{3ik}, t_p) = K_i(x_{O_{ij}}, x_{3ik}) C_{O_{ij}}(x_{O_{ij}}, t_p), \quad (2)$$

где  $K_i(x_{O_{ij}}, x_{3ik})$  – коэффициент, комплексно характеризующий изменение характеристик  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции  $j$ -го вида при варьировании характеристик мероприятия ЖЦ от  $x_{O_{ij}}$  к  $x_{3ik}$ .

Значение коэффициента  $K_i(x_{O_{ij}}, x_{3ik})$  определяется по формуле:

$$K_i(x_{O_{ij}}, x_{3ik}) = \sum_{s=1}^{N_{X_i}} \beta_{X_{is}} u_{X_{is}}, \quad (3)$$

где  $N_{X_i}$  – количество характеристик  $i$ -го мероприятия;

$\beta_{X_{is}}$  – коэффициент, характеризующий вклад  $s$ -й характеристики в формирование затрат на выполнение  $i$ -го мероприятия,  $\sum_{l=1}^{N_{X_i}} \beta_{X_{is}} = 1$ ,  $0 < \beta_{X_{is}} < 1$ ;

$\mu_{Xis}$  – коэффициент, характеризующий различие в значениях  $s$ -й характеристики  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной и зарубежной высокотехнологической продукции,  $\mu_{Xis} = \frac{X_{3iks}}{X_{Oijs}}$ , если с возрастанием  $s$ -й характеристики  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологической продукции его стоимость возрастает,  $\mu_{Xis} = \frac{X_{Oijs}}{X_{3iks}}$ , если с уменьшением  $s$ -й характеристики  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологической продукции его стоимость возрастает;

$X_{Oijs}$  – значение  $s$ -й характеристики  $i$ -го мероприятия ЖЦ  $j$ -й отечественной высокотехнологической продукции;

$X_{3iks}$  – значение  $s$ -й характеристики  $i$ -го мероприятия ЖЦ  $k$ -й зарубежной аналогичной высокотехнологической продукции.

Значения коэффициентов  $\beta_{Xis}$ ,  $l = \overline{1, N_{Xi}}$ , определяются экспертным способом.

Паритеты покупательной способности в зависимости от степени обобщения номенклатуры высокотехнологической продукции могут быть:

- частными, когда сопоставляются стоимости реализации заданного мероприятия ЖЦ единственной отечественной продукции и ее зарубежного аналога;
- агрегированными по группе продукции для заданного мероприятия, когда в сопоставлении участвуют стоимостные показатели заданного мероприятия ЖЦ нескольких пар отечественной и аналогичной зарубежной продукции, принадлежащих определенной группе;
- агрегированными по всей продукции для заданного мероприятия, когда в сопоставлении участвуют стоимостные показатели заданного мероприятия ЖЦ множества пар отечественной и аналогичной зарубежной продукции, принадлежащих определенной группе;
- интегральными, когда в сопоставлении участвуют стоимостные показатели заданного мероприятия ЖЦ нескольких пар отечественной и аналогичной зарубежной продукции, независимо от принадлежности к той или иной группе.

Частный ППС для  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологической продукции  $j$ -го вида определяется по формуле:

$$ЧППС_{ij} = \frac{C_{Oij}(X_{3ik}, t_p)}{C_{3iBik}(X_{3ik}, t_p)},$$

где  $C_{3iBik}(X_{3ik}, t_p)$  – стоимость (в ценах расчетного года  $t_p$ ) реализации  $i$ -го мероприятия ЖЦ зарубежной высокотехнологической продукции  $k$ -го вида, которая характеризуется вектором характеристик  $X_{3ik}$ ;

$C_{Oij}(X_{3ik}, t_p)$  – стоимость (в ценах расчетного года  $t_p$ ) реализации  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологической продукции  $j$ -го вида, которая характеризуется вектором характеристик  $X_{3ik}$ .

Агрегированный ППС для  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологической продукции, принадлежащей  $r$ -й группе, определяется по формуле:

$$АППС_{ir} = \sum_{j=1}^{N_{ir}} \rho_{Oijr} \frac{C_{Oijr}(X_{3ik}, t_p)}{C_{3iBikr}(X_{3ik}, t_p)},$$

где  $C_{3iBikr}(X_{3ik}, t_p)$  – стоимость (в ценах расчетного года  $t_p$ ) реализации  $i$ -го мероприятия ЖЦ зарубежной высокотехнологической продукции  $k$ -го вида, принадлежащей  $r$ -й группе, которая характеризуется вектором характеристик  $X_{3ik}$ ;

$C_{0ijr}(X_{zik}, t_p)$  – стоимость (в ценах расчетного года  $t_p$ ) реализации  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции  $j$ -го вида, принадлежащей  $r$ -й группе, которая характеризуется вектором характеристик  $X_{zik}$ ;

$N_{ir}$  – количество видов отечественной высокотехнологичной продукции, принадлежащей  $r$ -й группе, для которой реализуется  $i$ -е мероприятие;

$\rho_{0ijr}$  – удельный вес затрат на реализацию  $i$ -го мероприятия отечественной высокотехнологичной продукции  $j$ -го вида, принадлежащей  $r$ -й группе, в суммарных затратах на реализацию  $i$ -го мероприятия ЖЦ всех видов отечественной высокотехнологичной продукции, принадлежащей  $r$ -й группе,  $\sum_{j=1}^{N_{ir}} \rho_{0ijr} = 1$ .

Агрегированный ППС для  $i$ -го мероприятия ЖЦ и всех видов отечественной высокотехнологичной продукции независимо от ее принадлежности к той или иной группе определяется по формуле:

$$АППС_i = \sum_{r=1}^K \rho_{0ir} АППС_{ir},$$

где  $K$  – количество групп, на которые разделена отечественная высокотехнологичная продукция;

$\rho_{0ir}$  – удельный вес суммарных затрат на реализацию  $i$ -го мероприятия ЖЦ для всех видов отечественной высокотехнологичной продукции, принадлежащей  $r$ -й группе, в общих затратах на реализацию  $i$ -го мероприятия ЖЦ всех видов отечественной высокотехнологичной продукции независимо от ее принадлежности к той или иной группе,  $\sum_{r=1}^K \rho_{0ir} = 1$ .

Интегральный ППС независимо от мероприятия ЖЦ всех видов отечественной высокотехнологичной продукции определяется по формуле:

$$ИППС = \sum_{i=1}^M \rho_{0i} АППС_i,$$

где  $M$  – количество видов мероприятий ЖЦ, для которых определены агрегированные ППС отдельных мероприятий ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции;

$\rho_{0i}$  – удельный вес суммарных затрат на реализацию  $i$ -го мероприятия ЖЦ всех видов отечественной высокотехнологичной продукции независимо от принадлежности к какой-либо группе, в общих затратах на реализацию всех учитываемых мероприятий ЖЦ всех видов отечественной высокотехнологичной продукции независимо от принадлежности к какой-либо группе,  $\sum_{i=1}^M \rho_{0i} = 1$ .

Приведенные выше формулы могут использоваться для перевода зарубежной высокотехнологичной продукции как ПГН, так и ПВН в рубли и последующего сопоставления с аналогичными отечественными образцами.

Прогнозирование стоимостных показателей планируемых отечественных мероприятий на основе данных по стоимости реализации аналогичных мероприятий, относящихся к зарубежной высокотехнологичной продукции, осуществляется, как правило, в случае, когда отсутствуют отечественные образцы-аналоги и требуется получить оценку цены для формирования плановых документов.

Оценку (прогнозирование) стоимостных показателей планируемых отечественных мероприятий на основе зарубежных аналогов целесообразно осуществлять в три этапа. На первом этапе

стоимость реализации  $i$ -го мероприятия, относящегося к ЖЦ зарубежной высокотехнологичной продукции  $k$ -го вида приводится к расчетному году  $t_p$ . Для этого используется формула:

$$C_{ЗИБик}(X_{Зик}, t_p) = \sum_{\tau=t_{НЗМик}}^{t_{КЗМик}} d_{ИДЗ}(\tau, t_p) C_{ЗИБик}(X_{Зик}, \tau),$$

где  $t_{НЗМик}$ ,  $t_{КЗМик}$  – соответственно, годы начала и окончания  $i$ -го мероприятия ЖЦ зарубежной высокотехнологичной продукции  $k$ -го вида;

$C_{ЗИБик}(X_{Зик}, \tau)$  – стоимость  $i$ -го мероприятия (в иностранной валюте и ценах года  $\tau$ ) ЖЦ зарубежной высокотехнологичной продукции  $k$ -го вида, имеющей вектор характеристик  $X_{Зик}$ ;

$d_{ИДЗ}(\tau, t_p)$  – индекс-дефлятор, характеризующий изменение цен на реализацию мероприятия ЖЦ зарубежной высокотехнологичной продукции при переходе от года  $\tau$  к году  $t_p$ .

На втором этапе стоимость реализацию  $i$ -го мероприятия ЖЦ зарубежной высокотехнологичной продукции  $k$ -го вида пересчитывается в рубли. Для этого используются следующие зависимости:

- если имеется значение агрегированного ППС для  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции, принадлежащей  $r$ -й группе, к которой принадлежит зарубежная продукция,  $C_{ЗРБик}(X_{Зик}, t_p) = АППС_{ir} C_{ЗИБик}(X_{Зик}, t_p)$ ;
- если значение  $АППС_{ir}$  отсутствует, но имеется значение агрегированного ППС для  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции,  $C_{ЗРБик}(X_{Зик}, t_p) = АППС_i C_{ЗИБик}(X_{Зик}, t_p)$ ;
- если значения  $АППС_{ir}$  и  $АППС_i$  отсутствуют, то используется значение интегрального ППС для отечественной высокотехнологичной продукции,  $C_{ЗРБик}(X_{Зик}, t_p) = ИППС C_{ЗИБик}(X_{Зик}, t_p)$ .

На третьем этапе осуществляется определение стоимости мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции, которая характеризуется вектором  $X_{Оij}$ . Для этого в ЭММ применяется один из следующих методических подходов.

Если стоимость реализации  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции  $j$ -го вида зависит от одной основной характеристики, то для определения значения  $C_{Оij}(X_{Оij}, t_p)$  применяется одна из следующих формул:

- если с увеличением значения характеристики стоимость мероприятия возрастает:

$$C_{Оij}(X_{Оij}, t_p) = C_{ЗРБик}(X_{Зик}, t_p) + (X_{Оij} - X_{Зик}) \bar{C}_{Xi}(t_p);$$

- если с уменьшением значения характеристики стоимость мероприятия возрастает:

$$C_{Оij}(X_{Оij}, t_p) = C_{ЗРБик}(X_{Зик}, t_p) + (X_{Зик} - X_{Оij}) \bar{C}_{Xi}(t_p).$$

Значение  $\bar{C}_{Xi}(t_p)$  определяется по формуле (1).

Если стоимость реализации  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции  $j$ -го вида зависит от двух и более характеристик, то значение  $C_{Оij}(X_{Оij}, t_p)$  определяется по формуле:

$$C_{Оij}(X_{Оij}, t_p) = K_i(X_{Оij}, X_{Зик}) C_{ЗРБик}(X_{Зик}, t_p),$$

где  $K_i(X_{Оij}, X_{Зик})$  – коэффициент, комплексно характеризующий изменение характеристик  $i$ -го мероприятия ЖЦ зарубежной высокотехнологичной продукции  $k$ -го вида, при их варьировании от  $X_{Зик}$  к  $X_{Оij}$ .

Значение коэффициента  $K_i(X_{Оij}, X_{Зик})$  определяются по формуле (3).

Рассмотрим суть и содержание той составной части ЭММ, которая предназначена для решения второй из указанных выше задач – оценка и сопоставление эффективности расходования

финансовых ресурсов на реализацию однородных мероприятий, то есть таких мероприятий, которые относятся к одной стадии ЖЦ высокотехнологичной продукции.

Острая конкурентная борьба на внутреннем и внешнем рынках требует обеспечения эффективного расходования финансовых ресурсов на уровне, не уступающем лучшей зарубежной высокотехнологичной ПВН и ПГН. Поэтому для принятия обоснованных решений при планировании и разработке отечественной высокотехнологичной продукции необходимо оценивать и сопоставлять эффективность расходования финансовых ресурсов.

Процесс оценки и сопоставления эффективности расходования финансовых ресурсов на реализацию мероприятий ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции и их зарубежных аналогов включает несколько шагов. На первом шаге оценивается эффективность расходования финансовых ресурсов на реализацию  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной и зарубежной продукции:

- эффективность расходования финансовых ресурсов на реализацию  $i$ -го мероприятия ЖЦ  $j$ -й отечественной высокотехнологичной продукции:

$$W_{oij}(X_{oij}) = \frac{\mathcal{E}_{oij}(X_{oij})}{C_{oij}(X_{oij}, t_p)},$$

где  $\mathcal{E}_{oij}(X_{oij})$  – эффект от реализации  $i$ -го мероприятия ЖЦ  $j$ -го отечественного образца;

$X_{oik} = (x_{oij1}, \dots, x_{oijl}, \dots, x_{oijN_{xi}})$  – вектор характеристик  $i$ -го мероприятия ЖЦ  $j$ -й отечественной высокотехнологичной продукции;

$x_{oijl}$  – значение  $l$ -й характеристики  $i$ -го мероприятия ЖЦ  $j$ -й отечественной высокотехнологичной продукции;

$C_{oij}(X_{oij}, t_p)$  – затраты (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на реализации  $i$ -го мероприятия ЖЦ  $j$ -й отечественной высокотехнологичной продукции;

- эффективность расходования финансовых ресурсов на реализацию  $i$ -го мероприятия ЖЦ  $k$ -й зарубежной высокотехнологичной продукции:

$$W_{zik}(X_{zik}) = \frac{\mathcal{E}_{zik}(X_{zik})}{C_{zik}(X_{zik}, t_p)},$$

где  $X_{zik} = (x_{zik1}, \dots, x_{zikl}, \dots, x_{zikN_{xi}})$  – вектор характеристик  $i$ -го мероприятия ЖЦ  $k$ -й зарубежной высокотехнологичной продукции;

$x_{zikl}$  – значение  $l$ -й характеристики  $i$ -го мероприятия ЖЦ  $k$ -й зарубежной высокотехнологичной продукции;

$N_{xi}$  – количество характеристик  $i$ -го мероприятия ЖЦ высокотехнологичной продукции, влияющих на эффект от ее применения;

$\mathcal{E}_{zik}(X_{zik})$  – эффект от реализации  $i$ -го мероприятия ЖЦ  $k$ -й зарубежной высокотехнологичной продукции;

$C_{zik}(X_{zik}, t_p)$  – затраты на реализации  $i$ -го мероприятия ЖЦ  $k$ -й зарубежной высокотехнологичной продукции.

С использованием показателей, оценка значений которых произведена по вышеприведенным формулам, осуществляется сопоставление эффективности расходования финансовых ресурсов на реализацию мероприятий ЖЦ отечественной и зарубежной высокотехнологичной продукции.



Наряду с рассмотренным показателем эффективности расходования финансовых ресурсов важное значение для принятия обоснованных решений о технико-экономической (для ПГН) и военно-экономической (для ПВН) целесообразности расходования финансовых ресурсов имеет верхняя лимитная цена, которая применяется как при планировании реализации мероприятия на внутреннем рынке, являющемся закрытым для внешних производителей, так и при планировании ее реализации на внешнем рынке.

Определение значения верхней лимитной цены для отечественной высокотехнологичной продукции, предназначенной для внутреннего потребления, основано на следующем правиле: эффективность расходования финансовых ресурсов на реализацию планируемого мероприятия должна быть выше эффективности расходования финансовых ресурсов, затраченных на выполнение одноименных мероприятий ЖЦ существующей продукции одного функционального назначения.

Для нахождения верхней границы стоимостного показателя (верхней лимитной цены), при превышении которого расходование финансовых ресурсов на реализацию  $i$ -го мероприятия становится нецелесообразным с технико-экономической (для ПГН) и военно-экономической (для ПВН) точек зрения, используется выражение:

$$\frac{\partial_{\text{по}i}(X_{\text{по}i})}{C_{\text{вЛЦ}i}(X_{\text{по}i}, t_p)} = \frac{\partial_{\text{со}i}(X_{\text{со}i})}{C_{\text{со}i}(X_{\text{со}i}, t_p)},$$

где  $X_{\text{по}i}$  – вектор характеристик  $i$ -го мероприятия ЖЦ планируемой к созданию отечественной высокотехнологичной продукции;

$\partial_{\text{по}i}(X_{\text{по}i})$  – эффект от реализации планируемого  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции;

$X_{\text{со}i}$  – вектор характеристик  $i$ -го мероприятия ЖЦ существующей отечественной высокотехнологичной продукции;

$C_{\text{со}i}(X_{\text{со}i}, t_p)$  – объем израсходованных финансовых ресурсов (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на реализацию  $i$ -го мероприятия ЖЦ существующей отечественной высокотехнологичной продукции;

$\partial_{\text{со}i}(X_{\text{со}i})$  – эффект от реализации выполненного  $i$ -го мероприятия ЖЦ существующей отечественной высокотехнологичной продукции одного функционального назначения с планируемой к созданию высокотехнологичной продукцией;

$C_{\text{вЛЦ}i}(X_{\text{по}i}, t_p)$  – значение верхней лимитной цены (в ценах расчетного года  $t_p$ )  $i$ -го мероприятия ЖЦ планируемой к созданию отечественной высокотехнологичной продукции.

Из приведенного уравнения получаем формулу для определения значения верхней лимитной цены отечественной высокотехнологичной продукции в случае ее реализации на внутреннем рынке:

$$C_{\text{вЛЦ}i}(X_{\text{по}i}, t_p) = C_{\text{со}i}(X_{\text{со}i}, t_p) \frac{\partial_{\text{по}i}(X_{\text{по}i})}{\partial_{\text{со}i}(X_{\text{со}i})}.$$

Исходя из сформулированного выше правила определения верхней лимитной цены и учитывая полученное выражение для ее определения, оценка целесообразности расходования финансовых ресурсов на реализацию  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции осуществляется исходя из следующего условия.

Расходование финансовых ресурсов на реализацию планируемого  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции является целесообразным с технико-экономи-

ческой (для ПГН) и военно-экономической (для ПВН) точек зрения, если в результате сопоставления прогнозируемых затрат на реализацию планируемого мероприятия и верхней лимитной цены выполняется неравенство:

$$C_{поi}(X_{поi}, t_p) < C_{влци}(X_{поi}, t_p) = C_{соi}(X_{соi}, t_p) \frac{\partial_{поi}(X_{поi})}{\partial_{соi}(X_{соi})},$$

где  $C_{поi}(X_{поi}, t_p)$  – планируемые затраты (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на реализацию  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции.

Определение значения верхней лимитной цены для отечественной высокотехнологичной продукции, предназначенной для внешнего потребления, основано на следующем правиле: эффективность затрат зарубежного потребителя, связанных с реализацией  $i$ -го мероприятия ЖЦ высокотехнологичной продукции отечественного производителя, должна быть значимо выше эффективности расходования финансовых ресурсов на реализацию  $i$ -го мероприятия ЖЦ альтернативной продукции одного функционального назначения любого потенциального конкурента (иностранного продавца).

Для нахождения значения верхней лимитной цены планируемого  $i$ -го мероприятия ЖЦ высокотехнологичной продукции для внешнего потребителя используется выражение:

$$\frac{\partial_{поi}(X_{поi})}{C_{влциpi}(X_{поi}, t_p)} = K_{ипi} \max_l \left\{ \frac{\partial_{зпil}(X_{зпil})}{C_{зпil}(X_{зпil}, t_p)} \right\}, \quad (4)$$

где  $K_{ипi}$  – коэффициент, характеризующий значимость для иностранного покупателя превышения эффективности реализации  $i$ -го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции перед лучшей зарубежной продукцией, имеющей наибольшую эффективность,  $0 < K_{ипi} < 1$ ;

$X_{зпil}$  – вектор характеристик  $i$ -го мероприятия ЖЦ высокотехнологичной продукции  $l$ -го зарубежного поставщика;

$C_{зпil}(X_{зпil}, t_p)$  – ожидаемая стоимость (в ценах расчетного года  $t_p$ )  $i$ -го мероприятия ЖЦ высокотехнологичной продукции  $l$ -го зарубежного поставщика;

$\partial_{зпil}(X_{зпil})$  – эффект от реализации  $i$ -го мероприятия ЖЦ высокотехнологичной продукции  $l$ -го зарубежного поставщика;

$C_{влциpi}(X_{поi}, t_p)$  – значение верхней лимитной цены (в ценах расчетного года  $t_p$ ) для  $i$ -го мероприятия ЖЦ планируемой к созданию высокотехнологичной продукции, предназначенной для иностранного покупателя.

Необходимость введения в модель коэффициента  $K_{ипi}$  вызвана тем, что финансово-экономические отношения на внешнем рынке весьма политизированы и оказывают существенное влияние на уровень торговли между странами, в особенности с членами блока НАТО. В связи с этим, чем выше политическая напряженность в мире, тем существеннее должен быть экономический выигрыш покупателя.

Таким образом, в сложившихся условиях значение коэффициента  $K_{ипi}$  должно быть не просто больше, а существенно больше единицы. Поскольку строго формализовать определение значения указанного коэффициента не представляется возможным, то он определяется экспертным способом на основе конъюнктуры рынка, экономических отношений между странами и политической обстановки в мире.

Из уравнения (4) получаем формулу для определения значения верхней лимитной цены высокотехнологичной продукции при реализации зарубежному потребителю:

$$C_{влцип_i}(X_{поi}, t_p) = \frac{\partial_{поi}(X_{поi}, t_p)}{K_{ип_i} \max_l \left\{ \frac{\partial_{зпил}(X_{зпил})}{C_{зпил}(X_{зпил}, t_p)} \right\}}.$$

Учитывая физический смысл верхней лимитной цены и используя указанное выражение для ее определения, оценка иностранным покупателем целесообразности расходования финансовых ресурсов на реализацию *i*-го мероприятия ЖЦ высокотехнологичной продукции, связанного с его закупкой и выполнением последующих стадий ЖЦ, осуществляется в соответствии со следующим условием.

Расходование иностранным покупателем финансовых ресурсов на реализацию планируемого *i*-го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции, предназначенной на экспорт, является целесообразным с технико-экономической (для ПГН) и военно-экономической (для ПВН) точек зрения, если в результате сопоставления прогнозируемых затрат на реализацию планируемого мероприятия и верхней лимитной цены выполняется неравенство:

$$C_{поi}(X_{поi}, t_p) < C_{влцип_i}(X_{поi}, t_p) = \frac{\partial_{поi}(X_{поi})}{K_{ип_i} \max_l \left\{ \frac{\partial_{зпил}(X_{зпил})}{C_{зпил}(X_{зпил}, t_p)} \right\}},$$

где  $C_{поип_i}(X_{поi}, t_p)$  – планируемые иностранным покупателем затраты (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на реализацию *i*-го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции, предназначенной на экспорт.

Выполнение указанных условий должно быть обязательным для включения мероприятия в плановый документ (продажи высокотехнологичной продукции на внешнем рынке).

Рассмотрим суть и содержание третьей составной части ЭММ, которая предназначена для решения последней из указанных выше задач – верификация прогнозных значений стоимостных показателей мероприятий стадий ЖЦ высокотехнологичной продукции с использованием данных по зарубежным аналогам.

Верификация прогнозных оценок стоимостных показателей мероприятий ЖЦ планируемой к созданию высокотехнологичной продукции проводится с использованием стоимостных показателей соответствующих мероприятий ЖЦ зарубежной продукции и состоит в их сопоставлении и определении степени их расхождения.

При этом оценки стоимостных показателей мероприятий ЖЦ отечественной и зарубежной высокотехнологичной продукции, как указывалось выше, должны быть приведены к сопоставимому виду. Кроме того, необходимо, чтобы характеристики *i*-го мероприятия отечественной и зарубежной высокотехнологичной продукции отличались незначительно, например, не более, чем на 10%, то есть должно выполняться неравенство:

$$\left| \frac{X_{Oijs} - X_{зi ks}}{X_{Oijs}} \right| 100\% \leq 10\%.$$

Предположим, что указанное неравенство выполняется. Тогда с применением формул (2) и (3) определяется стоимостной показатель *i*-го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции  $C_{oi}(X_{зik}, t_p)$  при условии, что характеристики *i*-го мероприятия ЖЦ отечественной высокотехнологичной продукции равны одноименным характеристикам *i*-го мероприятия ЖЦ *k*-й зарубежной высокотехнологичной продукции  $X_{зik}$ .

При сопоставлении стоимостных показателей необходимо учитывать, что их формирование представляет собой последовательность операций, выполняемых специалистами с использованием соответствующего методического обеспечения, которое, во-первых, учитывает ограниченный состав факторов, во-вторых, использует для построения математических моделей, как правило, небольшое количество статистических данных по стоимостным показателям уже реализованных мероприятий, в-третьих, базируется на допущениях и предположениях, упрощающих реальный процесс формирования затрат. Кроме того, при вводе исходных данных (подстановки в аналитические зависимости) возможно допущение ошибок, что приводит к погрешностям в оценках стоимостных показателей.

Поскольку верификацию проводят отечественные организации, то принимается, что значение  $C_{O_i}(X_{3ik}, t_p)$  определяется с применением разработанного ими методического обеспечения и представляет собой оценку математического ожидания предстоящих затрат. Кроме того, предполагается, что погрешность носит случайный характер и подчинена нормальному закону распределения с известным средним квадратическим отклонением.

Приведенные к сопоставимому виду стоимостные показатели  $i$ -го мероприятия, полученные на основе прогнозных оценок затрат на реализацию мероприятий ЖЦ отечественной и зарубежной высокотехнологичной продукции, можно рассматривать как оценки одного и того же мероприятия, полученные с применением альтернативных методов.

Введенные допущения позволяют построить на оси «стоимость» области, показанные на рисунке 1, каждая из которых характеризуется определенной вероятностью накрытия ее истинного значения стоимости реализации мероприятия.

В зависимости от того, в какую область попало значение стоимостного показателя  $C_{3i}(X_{3ik}, t_p)$ , характеризующего затраты на реализацию  $i$ -го мероприятия ЖЦ  $k$ -й зарубежной высокотехнологичной продукции, делаются соответствующие выводы.

Попадание значения  $C_{3i}(X_{3ik}, t_p)$  в области № 1 или № 2 является практически невозможным событием, которое имеет место при значительном расхождении стоимостных показателей  $C_{O_i}(X_{3ik}, t_p)$  и  $C_{3i}(X_{3ik}, t_p)$ . Вероятность его наступления составляет 0,005.

Указанное событие имеет место, когда одно или оба прогнозных значения имеют грубые погрешности. В этом случае необходимо проверить исходные данные для оценки значений  $C_{3i}(X_{3ik}, t_p)$ ,  $C_{O_i}(X_{3ik}, t_p)$  и  $C_{O_i}(X_{Oij}, t_p)$ , а также порядок расчета.

Попадание значения  $C_{3i}(X_{3ik}, t_p)$  в области № 3 или № 4 является редким событием, которое имеет место при значительном расхождении стоимостных показателей  $C_{O_i}(X_{3ik}, t_p)$  и  $C_{3i}(X_{3ik}, t_p)$ , не связанных с грубыми ошибками. Вероятность его наступления составляет 0,095.

Указанное событие имеет место, когда одно или оба прогнозных значения имеют субъективные или/и систематические погрешности. В этом случае необходимо проверить исходные данные для оценки значений  $C_{3i}(X_{3ik}, t_p)$ ,  $C_{O_i}(X_{3ik}, t_p)$  и  $C_{O_i}(X_{Oij}, t_p)$ , а также используемые для расчета значений  $C_{O_i}(X_{Oij}, t_p)$ ,  $C_{O_i}(X_{3ik}, t_p)$  экономико-математические модели на предмет их адекватности.

Попадание значения  $C_{3i}(X_{3ik}, t_p)$  в область № 5 не относится ни к практически невозможному событию, ни к редкому событию, а расхождение между стоимостными показателями  $C_{O_i}(X_{3ik}, t_p)$  и  $C_{3i}(X_{3ik}, t_p)$  рассматривается как допустимое, вызванное наличием случайных погрешностей в их расчетных значениях. Вероятность наступления рассматриваемого события со-

ставляет 0,8. В этом случае принимается, что значение стоимостного показателя  $C_{O_i}(X_{O_{ij}}, t_p)$ , на основе которого было рассчитано значение стоимостного показателя  $C_{O_i}(X_{3ik}, t_p)$ , может быть использовано для формирования планового документа и проведения научных исследований, связанных с обоснованием перспектив развития высокотехнологичной продукции.

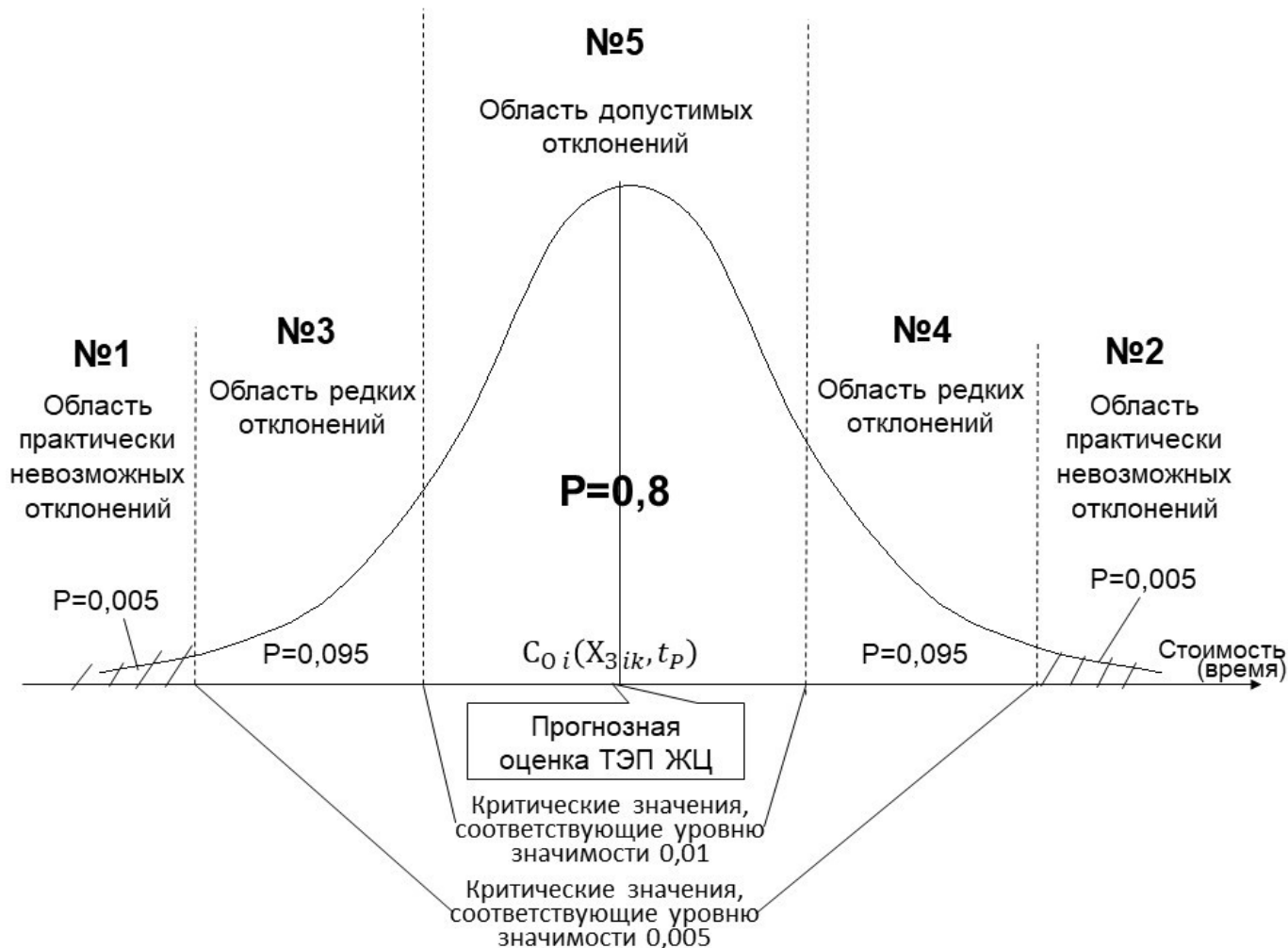


Рисунок 1 – Области возможных значений стоимостных показателей в зависимости от величины расхождения значений  $C_{3i}(X_{3ik}, t_p)$  и  $C_{O_i}(X_{3ik}, t_p)$

Внедрение изложенной в статье ЭММ в практику оценки и сопоставления стоимостных показателей мероприятий ЖЦ отечественной и зарубежной высокотехнологичной продукции будет способствовать повышению результативности исследований, а также эффективности расходования бюджетных средств, выделяемых на реализацию ЖЦ высокотехнологичной ПВН и ПГН. Представленная ЭММ может быть использована при создании информационно-аналитической системы оценки и сопоставления стоимостных показателей мероприятий стадий жизненного цикла отечественной и зарубежной высокотехнологичной продукции.

**Список использованных источников**

1. Маркетинговое ценообразование: политика, методы, практика. – М.: Эксмо, 2006. – 464 с.
2. Нэгл Т. Стратегия и тактика ценообразования. – 3-е изд. – СПб.: Питер, 2004. – 572 с.
3. Окладников Д.Е. Практическое ценообразование. – М.: ЛЕНАНД, 2014. – 160 с.

4. Богинский А.И. Использование цифровой модели продукта в решении задачи оптимизации затрат на этапах жизненного цикла перспективной продукции // Креативная экономика. – 2019. – Т. 13. – № 8. – С. 1563-1572.
5. Батьковский А.М., Кравчук П.В., Стяжкин А.Н. Оценка экономической эффективности производства высокотехнологичной продукции инновационно-активными предприятиями отрасли // Креативная экономика. – 2019. – Т. 13. – № 1. – С. 115-128.
6. Косарев А.Е. Паритет покупательной способности валют – уникальный инструмент международных сопоставлений // Вопросы статистики. – 2014. – № 5. – С. 63-72.
7. Косарев А.Е., Сергеев С.М. Паритет покупательной способности валют: развитие методов и практики расчетов в ПМС СНГ 2014 // Вопросы статистики. – 2017. – № 9. – С. 19-26.
8. Буренок В.М., Ляпунов В.И., Мудров В.И. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения / Под ред. А.М. Московского. – М.: Вооружение. Политика. Конверсия, 2004. – 419 с.
9. Буравлев А.И., Буренок В.М., Лавринов Г.А. Методы военно-научных исследований систем вооружения. – М.: Граница, 2017. – 512 с.
10. Буренок В.М., Косенко А.А., Лавринов Г.А. Техническое оснащение Вооруженных Сил Российской Федерации: Организационные, экономические и методологические аспекты. – М.: Граница, 2008. – 728 с.
11. Бабкин Г.В., Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Оборонно-промышленный комплекс Российской Федерации: приоритетные направления, организационно-экономические механизмы и методическое обеспечение инновационного развития / Под. ред. Г.А. Лавринова. – М.: Граница, 2019. – 376 с.
12. Военно-экономическая теория XXI века. Коллективная монография в двух книгах. Книга 2. Актуальные проблемы реализации военно-экономического потенциала России в первой четверти XXI века и основные направления военно-экономических исследований. Часть 1. / Под ред. С.Ф. Викулова. – М.: Канцлер, 2019. – 513 с.
13. Россия в цифрах. 2017: крат. кат. сб. – М.: Росстат, 2017. – 511 с.
14. Российский статистический ежегодник. 2019: стат. сб. – М.: Росстат, 2019. – 708 с.