

Батьковский А.М., Клочков В.В. Прогнозирование себестоимости наукоемкой продукции в условиях диверсификации производства на инновационно-активных предприятиях / Экономические исследования и разработки. - №5, 2019 г.

Доступ: <http://edrj.ru/article/02-05-19>

УДК 338.24

**Батьковский А.М., Клочков В.В. Прогнозирование себестоимости наукоемкой продукции в условиях диверсификации производства на инновационно-активных предприятиях**

**Forecasting the cost of high-tech products in terms of diversification of production at innovative and active enterprises**

**Батьковский Александр Михайлович**

доктор экономических наук,  
член-корреспондент  
Академии военных наук,  
г. Москва, Российская Федерация

**Клочков Владислав Валерьевич**

доктор экономических наук,  
член-корреспондент  
Академии военных наук,  
г. Москва, Российская Федерация

Aleksandr M. Batkovskiy  
Doctor of Economic Sciences,  
Corresponding member  
of the Academy of military Sciences,  
Moscow, Russian Federation  
Vladislav V. Klochkov  
doctor of economic Sciences,  
Corresponding member  
of the Academy of military Sciences,  
Moscow, Russian Federation

***Аннотация.** Исследование посвящено анализу проблемы повышения эффективности диверсификации производства на инновационно-активных предприятиях оборонно-промышленного комплекса. В статье показано, что одним из направлений решения данной проблемы является оптимизация ценообразования на создаваемую продукцию. Рассмотрены два основных варианта кооперации инновационно-активных предприятий в ходе диверсификации военного производства. Разработан экономико-математический инструментальный прогнозирования себестоимости наукоемкой продукции, создаваемой на инновационно-активных предприятиях при разных вариантах их кооперации в условиях диверсификации производства. Реализация разработанного инструментария на практике позволит повысить эффективность диверсификации производства.*

***Ключевые слова:** предприятие, отрасль, оборонно-промышленный комплекс, диверсификация, себестоимость, продукция.*

***Abstract.** The study is devoted to the analysis of the problem of increasing the efficiency of diversification of production in the innovation-active enterprises of the military-industrial complex. The article shows that one of the ways to solve this problem is to optimize the pricing of the products. Two main variants of cooperation of innovation-active enterprises in the course of diversification of military production are considered. Economic and mathematical tools for forecasting the cost of high-tech products created at innovative enterprises with different variants of their cooperation in terms of diversification of production are developed. Implementation of the developed tools in practice will improve the efficiency of diversification of production.*

***Keywords:** enterprise, industry, military-industrial complex, diversification, cost, products.*

## **Введение**

В настоящее время перед предприятиями оборонно-промышленного комплекса (ОПК) поставлена масштабная и очень значимая по планируемым результатам задача диверсификации производства. Рост производства продукции гражданского назначения – это важнейшая цель диверсификации, под которой в экономической теории понимается расширение номенклатуры создаваемой продукции, освоение новых ее видов, а также переориентация рынков сбыта для повышения эффективности производства и получения экономической выгоды [1].

Необходимо учитывать, что в настоящее время предприятия ОПК производят примерно 70% всей российской наукоемкой продукции [2]. Увеличение объема производства значительного числа образцов гражданской наукоемкой продукции на многих предприятиях ОПК в средне- и долгосрочной перспективе требует расширения производственных мощностей и технического перевооружения предприятий [3]. Некоторые, необходимые для решения проблемы диверсификации технологии и виды оборудования, в России отсутствуют, что в условиях антироссийских санкций требует их создания. Эту задачу можно решить в основном на предприятиях ОПК, т.к. уровень их инновационной активности наивысший среди промышленных предприятий, в 2017 г. он достиг 37%. Для сравнения, на предприятиях других отраслей промышленности указанный уровень почти на порядок меньше, т.к. в России только 9,7% предприятий осуществляют инновационную деятельность [4]. Данный показатель определяет комплексную характеристику инновационной деятельности предприятий, характеризующую степень интенсивности осуществляемых ими действий и способность мобилизовать свои инновационные потенциалы.

При реализации программ и планов диверсификации инновационно-активных предприятий оборонно-промышленного комплекса очень важно, чтобы организация удовлетворения потребностей рынка в современной наукоемкой гражданской продукции не привела к стагнации развития военных технологий и уменьшению конкурентоспособности создаваемой продукции военного назначения [5]. Кроме того, необходимо, чтобы диверсификация военного производства на предприятиях ОПК не снизила показатели эффективности их деятельности [6].

Учитывая отмеченные обстоятельства, важнейшими проблемами, влияющими на диверсификацию производства наукоемкой продукции на инновационно-активных предприятиях, являются:

- необходимость привлечения значительных средств на модернизацию предприятий с целью разработки и организации производства новой инновационной продукции;
- нейтрализация опасности снижения финансовой устойчивости предприятий, участвующих в диверсификации, ввиду рисковости инновационной деятельности и затратности диверсификационных мероприятий [7].

Поэтому проведение диверсификации требует тщательного обоснования всех ее мероприятий, а также реализации различных мероприятий, обеспечивающих повышения эффективности производства на диверсифицируемых предприятиях. Одним из таких мероприятий является совершенствование

ценообразования на создаваемую или планируемую к созданию продукцию (в том числе, прогнозирование ее себестоимости) [8].

Себестоимость создания наукоемкой продукции на инновационно-активных предприятиях в значительной степени зависит от способа их кооперации в производственном процессе. К сожалению, данный фактор до настоящего времени недостаточно учитывается в работах разных специалистов, занимающихся вопросами ценообразования наукоемкой продукции [9; 10]. В различных научно-методических документах по рассматриваемой тематике, данная задача не получила своего решения. Отмеченные обстоятельства определяют ее большую научно-практическую значимость и актуальность. Сложность данной задачи требует широко использовать при ее решении методы не только экономического анализа, но и экономико-математические методы, а также модели, созданные на основе балансовых соотношений [11].

### **Развитие инструментария прогнозирования себестоимости разработки и производства наукоемкой продукции при различных вариантах кооперации инновационно-активных предприятий**

#### *1. Вариант реализации полного цикла создания нескольких типов наукоемких изделий на одном инновационно-активном предприятии*

Допустим, что создаваемые продукты (изделия) включают одинаковые компоненты. Себестоимость выпуска изделий определенного типа можно представить в следующем виде:

$$TZ(I) = CZ + VZ(I), \quad (1)$$

где  $V$  - объем производства изделий;  $CZ$ ,  $VZ$  - соответственно, постоянные и переменные затраты.

Постоянные и переменные затраты на создание изделия складывается из соответствующих затрат на производство компонентов, используемых при производстве финального изделия [12]. Для этих компонентов постоянные затраты можно разделить на специфические затраты для данного типа изделия и общие для данной компоненты:

$$CZ = CZ^{SP} + CZ^{OB} \quad (2)$$

Тогда общие и специфические постоянные затраты могут быть представлены следующим образом:

$$CZ^{OB} = x \cdot CZ^{TP}, \quad (3)$$

$$CZ^{CP} = (1 - x) \cdot CZ^{TP}, \quad (4)$$

где  $CZ^{TP}$  - постоянные затраты на производство определенного типа изделия;  $x$  - доля постоянных затрат, которая является общей для различных типов изделий.

Предположим, что в отрасли изначально работало  $N$  наукоемких предприятий с полным циклом производства. Обозначим  $m$  - среднее число типов финальных изделий, выпускаемых на каждом предприятии, то есть, модельный ряд в отрасли насчитывал  $N \times m$  наименований. Тогда постоянные затраты в отрасли можно выразить следующим образом:

$$\begin{aligned} CZ &= N \cdot CZ^{OB} + N \cdot m \cdot CZ^{OB} = N \cdot x \cdot CZ^{TP} + N \cdot m \cdot CZ^{TP} = \\ &= [x + (1 - x) \cdot m] \cdot N \cdot CZ^{TP}, \end{aligned} \quad (5)$$

где  $N$  - число наукоемких предприятий с полным циклом производства;  $m$  - среднее число типов

финальных изделий;  $N \times m$  – наименования модельного ряда в отрасли.

Переменные затраты включают в себя материальные затраты и затраты на оплату труда [13]. На инновационно-активных предприятиях удельные переменные затраты значительно уменьшаются при увеличении накопленного выпуска продукции, т.к. в этом случае также накапливается и опыт ее производства. Этот эффект называется эффектом обучения [14]. Удельные трудозатраты можно представить следующим образом:

$$U^{TP}(v) = u_1^{TP} (1-a)^{\log_2 v}, \quad (6)$$

где  $u_1^{TP}$  – удельные трудозатраты при создании первого изделия,  $v$  – объем произведенных изделий рассматриваемого типа,  $U^{TP}(v)$  – удельные трудозатраты при создании следующего  $v$ -го изделия;  $a$  – темп обучения.

Следовательно, трудовые затраты на выпуск финальных изделий определенного типа на одном предприятии при полном цикле производства выражаются следующим образом:

$$U^{TP}(V) = u_1^{TP} \cdot \sum_{v=1}^V (1-a)^{\log_2 v} = u_1^{TP} \cdot \sum_{v=1}^V v^{\log_2(1-a)} \approx u_1^{TP} \cdot \int_0^V v^{\log_2(1-a)} \approx \approx U_1^{TP} \cdot \frac{V^{1+\log_2(1-a)}}{1+\log_2(1-a)} \quad (7)$$

Материальные затраты можно определить с использованием формулы (8):

$$U^{MT}(V) = u^{MT} \cdot V, \quad (8)$$

где  $u^{MT}$  – удельные материальные затраты на выпуск одного изделия определенного типа;  $V$  – совокупный выпуск изделия данного типа за весь жизненный цикл изделия.

Тогда общие затраты всех инновационно-активных предприятий отрасли на производство финальных изделий всех типов при полном цикле производства на каждом предприятии можно определить, используя следующую формулу:

$$TZ = CZ + VZ = N \cdot CZ^{OB} + N \cdot m \cdot CZ^{SP} = N \cdot x \cdot U^{MT} = = [x + (1-x) \cdot m] \cdot N \cdot CZ^{TP} + N \cdot m \cdot u_1^{TP} \cdot \frac{V^{1+\log_2(1-a)}}{1+\log_2(1-a)} + N \cdot m \cdot u^{MT} \cdot V \quad (9)$$

## 2. Вариант создания наукоемкой продукции в рамках сетевой структуры отрасли при жестком закреплении кооперационных связей между ее инновационно-активными предприятиями

По аналогии с формулой (5) суммарные постоянные затраты в отрасли при жестком закреплении кооперационных связей между инновационно-активными предприятиями следует определять, используя следующую зависимость:

$$CZ = N' \cdot CZ^{OB} + m' \cdot CZ^{SP} = N' \cdot x \cdot CZ^{TP} + + m' \cdot (1-x) \cdot CZ^{TP} = [N' \cdot x + (1-x) \cdot m'] \cdot CZ^{TP}, \quad (10)$$

где  $N'$  – число конкурирующих предприятий в отрасли;  $m'$  – число типов финальных изделий.

Специфические постоянные затраты повторяются в отрасли лишь  $m'$  раз. После реструктуризации модельный ряд в отрасли изменился с  $N \times m$  до  $m'$  типов финальных изделий, каждое из которых выпускается, в среднем, в объеме  $V$ :

$$V' = \frac{V \cdot N \cdot m}{m'} \quad (11)$$

Предположим, что во время  $\alpha$  удельные материальные затраты возрастают относительно обычного уровня  $u^{MT}$  на  $\beta$ . В этом случае  $\alpha$  – это показатель, характеризующий вероятность высоких затрат, а  $(1 - \alpha)$  – определяет вероятность получения низких затрат. При жестком закреплении контрактных отношений предприятий с поставщиками компонентов среднее значение удельных материальных затрат можно определить, используя следующую зависимость:

$$\begin{aligned} \overline{u^{MT_{PASS}}} &= (1 - \alpha) \cdot u^{MT} + \alpha \cdot (1 + \beta) \cdot u^{MT} = \\ &= u^{MT} \cdot (1 - \alpha + \alpha + \alpha \cdot \beta) = u^{MT} \cdot (1 + \alpha \cdot \beta) \end{aligned} \quad (12)$$

В этом случае материальные затраты, связанные с производством одного типа финальных изделий, можно представить в следующем виде:

$$U_{TP}^{MT_{PASS}}(V') = \overline{u^{MT_{PASS}}} \cdot V', \quad (13)$$

где  $V$  – объем производства финальных изделий данного типа.

Тогда материальные затраты в отрасли за весь жизненный цикл данного поколения изделий можно определить следующим образом:

$$\begin{aligned} U^{MT_{PASS}} &= U_{TP}^{MT_{PASS}}(V') \cdot m' = \overline{u^{MT_{PASS}}} \cdot [V \cdot \frac{N \cdot m}{m'}] \cdot m' = \\ &= u^{MT} \cdot (1 + \alpha \cdot \beta) \cdot V \cdot N \cdot m \end{aligned} \quad (14)$$

В данной модели учитывается, что удельные трудовые затраты уменьшаются, ввиду эффекта обучения, но после реструктуризации общий объем производства каждого вида финальных изделий составит  $V$ . В этом случае трудовые затраты на производство одного типа финальных изделий можно определить, используя следующую зависимость:

$$\begin{aligned} U_R^{TP}(V') &= u_1^{TP} \cdot \sum_{v=1}^{V'} (1 - a)^{\log_2 v} \approx u_1^{TP} \cdot \frac{V'^{1 + \log_2(1-a)}}{1 + \log_2(1-a)} = \\ &= u_1^{TP} \cdot \frac{(V \cdot N \cdot \frac{m}{m'})^{1 + \log_2(1-a)}}{1 + \log_2(1-a)} \end{aligned} \quad (15)$$

Тогда трудовые затраты в отрасли за весь жизненный цикл данного поколения изделий можно представить в следующем виде:

$$\begin{aligned} U^{TP_{PASS}} &= U_R^{TP} (V') \cdot m' = u_1^{TP} \cdot \frac{m' \cdot (V \cdot N \cdot \frac{m}{m'})^{1+\log_2(1-a)}}{1 + \log_2(1-a)} = \\ &= u_1^{TP} \cdot \frac{(V \cdot N \cdot m)^{1+\log_2(1-a)}}{(1 + \log_2(1-a)) \cdot m'^{\log_2(1-a)}} \end{aligned} \quad (16)$$

Суммарные затраты в отрасли за весь жизненный цикл данного поколения изделий представляют собой следующую сумму:

$$\begin{aligned} TZ = CZ + VZ = CZ + U^{MT_{PASS}} + U^{TP_{PASS}} &= [N' \cdot x + (1-x) \cdot m'] \cdot CZ^{TP} + \\ + u^{MT} \cdot \frac{(V \cdot N \cdot m)^{1+\log_2(1-a)}}{(1 + \log_2(1-a)) \cdot m'^{\log_2(1-a)}} \end{aligned} \quad (17)$$

### Заключение

Переход производства к сетевым организационным структурам отраслей ОПК позволяет сократить себестоимость разработки и производства наукоемкой продукции военного и гражданского назначения [15]. Следует учитывать, что указанный выигрыш нивелируется высокими контрактными рисками, которые возникают при выделении независимых поставщиков компонентов и производственных услуг. Кроме того, для отраслей ОПК присущ эффект обучения, который способствует более жесткой интеграции инновационно-активных предприятий, в том числе в сетевых организационных структурах. Смена поставщиков может стать невыгодной, начиная с определенного момента времени. Его наступление зависит от темпа обучения в производстве, колебания цен, конъюнктуры рынка компонент и других факторов.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, в рамках научного проекта № 18-00-00012 (18-00-00008) КОМФИ.*

### Библиографический список

1. Журенков Д. Развитие ОПК: Задачи диверсификации в 2019 году. <http://www.rosinform.ru/top/749652> (дата обращения: 26.04.2019.)
2. Ремизов М.В. Диверсификация ОПК: миссия выполнима // Стимул. – Режим доступа: [https://stimul.online/articles/analytics/diversifikatsiya-opk-missiya-vpolnima-/?sphrase\\_id=3449\\_\\_](https://stimul.online/articles/analytics/diversifikatsiya-opk-missiya-vpolnima-/?sphrase_id=3449__) (дата обращения: 12.04.2019.)
3. Батьковский А.М., Батьковский М.А. Инновационная модернизация оборонно-промышленного комплекса России. – М.: онтоПринт. – 2014. – 175 с.
4. Бобырев Д.Б., Косоруков А.П. Анализ инновационной активности отечественных предприятий как фактора повышения конкурентоспособности национальной экономики // Экономические науки. – 2017. – С. 125-129.
5. Авдонин Б.Н., Батьковский А.М., Хрусталева Е.Ю. Оптимизация управления развитием оборонно-промышленного комплекса в современных условиях // Электронная промышленность. –

Батьковский А.М., Клочков В.В. Прогнозирование себестоимости наукоемкой продукции в условиях диверсификации производства на инновационно-активных предприятиях / Экономические исследования и разработки. - №5, 2019 г.

Доступ: <http://edrj.ru/article/02-05-19>

2014. - №3. - С. 48-58.

6. Батьковский А.М., Батьковский М.А., Гордейко С.В., Мерзлякова А.П. Оценка экономической устойчивости предприятий оборонно-промышленного комплекса // Аудит и финансовый анализ. - 2011. - № 6. - С. 120-126.

7. Самофалова О. ВПК важно не повторить ошибки «конверсии по-советски» // Взгляд. 31 октября 2017. - Режим доступа: <https://vz.ru/economy/2017/10/31/892112.html> (дата обращения: 12.04.2019.)

8. Батьковский А.М., Мерзлякова А.П. Оценка инновационных стратегий предприятия // Вопросы инновационной экономики. - 2011. - № 7. - С. 10-17

9. Попова Т.Д., Шмельцер Л.А., Черная А.А. Внутренний контроль и аудит издержек. Серия «Высшее образование». Ростов-на-Дону: «Феникс». - 2005. - 224 с.

10. Иванова Р.Е., Солдатова Л.И. Экономико-математическое моделирование себестоимости продукции // Российское предпринимательство. - 2012. - Том 13. - №20. - С. 140-146

11. Бородакий Ю.В., Авдонин Б.Н., Батьковский А.М., Кравчук П.В. Моделирование процесса разработки наукоемкой продукции в оборонно-промышленном комплексе // Вопросы радиоэлектроники, серия Электронная вычислительная техника (ЭВТ). - 2014. - № 2. - С. 21-34.

12. Умнов М.Г. Модель работы организаций поставщиков с государственным заказом с перспективы требований. Рисков и мер по их регулированию // Российское предпринимательство. - 2019. - Том 20. - № 1. - С. 141-158.

13. Батьковский А.М., Батьковский М.А., Мерзлякова А.П. Прогнозирование инновационного развития предприятий радиопромышленности // Радиопромышленность. - 2011. - № 3. - С. 32-42.

14. Wright, T.P., Factors Affecting the Cost of Airplanes, Journal of Aeronautical Sciences, 1936, 3(4), P. 122-128.

15. Туркин М.В. Использование аналитических моделей для формирования вариантов схем производственной кооперации в рамках группы предприятий // Российское предпринимательство. - 2018. - Том 19. - № 12. - С. 3967-3980.