

ОЦЕНКА АДЕКВАТНОСТИ МОДЕЛИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОПК В УСЛОВИЯХ ДИВЕРСИФИКАЦИИ

А.М. Батьковский, д-р экон. наук, главный научный сотрудник

М.А. Батьковский, канд. экон. наук, научный сотрудник

Центральный экономико-математический институт РАН
(Россия, г. Москва)

DOI:10.24412/2500-1000-2023-2-1-188-191

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, в рамках научного проекта № 21-78-20001.

Аннотация. В связи с априорной неопределенностью части исходной информации, используемой при моделировании воспроизводства продукции в условиях диверсификации производства необходимо осуществлять проверку адекватности разработанной модели, исходя из требований теорий системного анализа, исследования операций и эффективности функционирования оборонно-промышленного комплекса. Обобщенным показателем рассматриваемого процесса является время наращивания объема выпуска продукции военного назначения до заданного уровня. Для оценки адекватности модели использован методический подход, реализованный в общепринятой методике проверки различных моделей на адекватность. Однако, в отличие от этой методике вместо уравнения регрессии (как в классической теории проверки на адекватность) предложена аналитическая зависимость математического ожидания времени наращивания объема продукции военного назначения от входных детерминированных параметров данного процесса.

Ключевые слова: оценка, модель, воспроизводство, продукция, предприятия, оборонно-промышленный комплекс.

Моделирование воспроизводства продукции на предприятиях оборонно-промышленного комплекса (ОПК) исследуется российскими учеными уже длительный период времени [1; 2; 3]. Некоторые исследователи рассматривают данный процесс в увязке с задачами диверсификации производства на предприятиях ОПК [4; 5]. При решении рассматриваемой проблемы входные детерминированные параметры процесса оценки адекватности модели воспроизводства продукции можно принимать как допущение [6; 7]. Также необходимо использовать аналитическую зависимость математического ожидания

времени наращивания объема продукции военного назначения (ПВН) $M[t_n]$ от входных детерминированных параметров. Известно, что для адекватной модели любого процесса оценки дисперсий воспроизводимости $S_g^2(t_n)$ и адекватности $S_a^2(t_n)$ рассматриваемого процесса должны быть однородны [8]. Поэтому проверку статистической гипотезы об однородности оценок двух дисперсий S_1^2 и S_2^2 с числами степеней свободы f_1 и f_2 можно осуществлять с помощью F -критерия Р. Фишера [9]:

$$F_T(\alpha, f_1, f_2) = S_1^2 / S_2^2, \text{ где } S_1^2 > S_2^2, \quad (1)$$

Значения F -критерия имеются в соответствующих таблицах [10]. В связи с этим по результатам моделирования рассматри-

ваемого процесса вычисляется экспериментальное значение критерия Р. Фишера в виде:

$$F_{\alpha} = S_a^2(t_n) / S_b^2(t_n), \quad (2)$$

Далее принимается решение: если экспериментальное значение F_{α} меньше табличного значения F_T при выбранном уровне значимости α и соответствующих оценках дисперсий величин f_a и f_b (чисел степеней свободы), то можно утверждать, что выбранная зависимость, описывающая

данный процесс, адекватно отражает результаты проверки; при $F_{\alpha} > F_T$ выносится противоположное суждение [11; 12]. Учитывая, что оценка дисперсии воспроизводимости приблизительно характеризует общую ошибку экспериментальных данных, то представим ее в виде:

$$S_b^2(t_n) = \sum_{i=1}^k S_{bi}^2(t_n) / f_b, \quad (3)$$

где $f_b = k-1$ – число степеней свободы дисперсии воспроизводимости всего эксперимента, осуществляемого в ходе про-

верки адекватности модели; $S_{bi}^2(t_n)$ – оценка дисперсии в i -ой точке эксперимента, которая определяется по формуле:

$$S_{bi}^2(t_n) = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (t_{nj}^* - M[t_n^*])^2, \quad (i = \overline{1, k}), \quad (4)$$

где t_{nj}^* – j -ая реализация времени наращивания объема выпуска ПВН; n – число реализаций времени наращивания объема выпуска продукции военного

назначения; $M[t_n^*]$ – оценка математического ожидания времени наращивания объема выпуска ПВН, которая имеет вид:

$$M[t_n^*] = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n t_{nj}^*. \quad (5)$$

В соответствии с положениями регрессионного анализа пользоваться средними результатами $M[t_{n1}^*], \dots, M[t_{nk}^*]$ можно, если оценки дисперсий $S_{b1}^2(t_n), \dots, S_{bk}^2(t_n)$ являются однородными, то есть не значительно различаются между собой. Проверку условия однородности оценок дисперсий в рассматриваемой

ситуации можно провести с использованием критерия Д. Кохрена [13]. Для этого среди оценок дисперсий $S_{bi}^2(t_n)$ выбирается наибольшая оценка дисперсии $\bar{S}_b^2(t_n)$ и затем вычисляется экспериментальное значение критерия Д. Кохрена:

$$G_{\alpha} = \bar{S}_b^2(t_n) / \sum_{i=1}^k S_{bi}^2(t_n), \quad (6)$$

Данное значение сравнивается с табличным значением критерия G_T при $f_1 = n-1$, $f_2 = k$ и принятом уровне значимости α . Если $G_{\alpha} < G_T$, то можно принять гипотезу

об однородности оценок дисперсий и пользоваться средними результатами эксперимента в различных точках зависимости показателей.

В качестве меры адекватности уравне-

ния регрессии (теоретической зависимости процесса:

$M[t_n] = f(\Pi_{ex})$) принимается оценка дисперсии адекватности рассматриваемого

$$S_a^2(t_n) = \frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k (M[t_{ni}^*] - M[t_{ni}])^2, \quad (7)$$

Оценка (7) характеризует рассеивание экспериментальных результатов относительно результатов, полученных на основе теоретической зависимости.

Анализ полученных результатов показывает, что имеет место $G_э < G_t$. Следовательно, оценки дисперсий времени наращивания объема выпуска продукции воен-

ного назначения различаются между собой незначительно и можно утверждать, что разработанная методика адекватно описывает процесс расширенного инновационного воспроизводства продукции предприятий оборонно-промышленного комплекса [14; 15].

Библиографический список

1. Батьковский А.М. Экономико-математический инструментальный анализ инновационной деятельности высокотехнологичных предприятий // Экономический анализ: теория и практика. – 2011. – № 12 (219). – С. 51-60.
2. Авдониин Б.Н., Кураев Н.М., Наумов И.С. и др. Оценка потенциала предприятий ОПК по организации производства новейших видов военной техники // Электронная промышленность. – 2013. – №3. – С. 29-41.
3. Батьковский А.М., Фомина А.В., Хрусталева Е.Ю. Риски реализации проектов создания продукции военного назначения // Вопросы радиоэлектроники. – 2014. – Т. 1. – № 2. – С. 32-52.
4. Авдониин Б.Н., Батьковский А.М., Кравчук П.В. Теоретические основы и инструментальный анализ управления развитием высокотехнологичных предприятий // Электронная промышленность. – 2014. – №2. – С. 112-121.
5. Батьковский А.М., Батьковский М.А. Теоретические основы и инструментальный анализ управления предприятиями оборонно-промышленного комплекса. – М.: Тезаурус, 2015. – 128 с.
6. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа. – СПб.: СПбГТУ. – 2007. – 510 с.
7. Орлова И.В., Половников В.А. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование. – М.: Вузский учебник, 2009. – 366 с.
8. Батьковский А.М., Фомина А.В. Инструментальный анализ решения актуальных задач управления развитием предприятий оборонно-промышленного комплекса // Вопросы радиоэлектроники. – 2016. – № 3. Серия ЭВТ. – С. 146-157.
9. F-тест. // Википедия. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/F-тест> (дата обращения: 10.02. 2023).
10. Кузнецова О.А., Мазурмович О.Н. Эконометрика: практикум. – Самара: Изд-во Самарского университета. – 2019. – 72 с.
11. Гудкова О.Е. Возможность использования целевой функции при оценке реформирования экономического потенциала предприятия ОПК // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2021. – Т. 11. – № 11-1. – С. 408-416.
12. Иванищев Ю.Г., Давыдов В.М. Исследование оценки точности расчетных и принимаемых параметров натуральной модели на ее адекватность экспериментальным данным // Ученые заметки ТОГУ. – 2021. – Т. 12. – № 1. – С. 294-319.
13. Батьковский А.М., Батьковский М.А., Кравчук П.В. Развитие производственного потенциала предприятий оборонно-промышленного комплекса при реализации проектов

диверсификации производства с целью импортозамещения // Экономические исследования и разработки. – 2022. – № 4. – С. 76-87.

14. Довгий В.И., Киселев В.Н. О моделировании процессов диверсификации производства на предприятиях ОПК // Инновации. – 2019. – № 6 (248). – С. 20-26.

15. Батьковский А.М., Фомина А.В. Проблемы и основные задачи развития управления оборонно-промышленным комплексом России // Вопросы радиоэлектроники. – 2016. – № 3. – Серия ЭВТ. – С. 158-170.

ASSESSMENT OF THE ADEQUACY OF THE PRODUCT REPRODUCTION MODEL AT DEFENSE INDUSTRY ENTERPRISES IN THE CONDITIONS OF DIVERSIFICATION

A.M. Batkovsky, *Doctor of Economic Sciences, Chief Researcher*

M.A. Batkovsky, *Candidate of Economic Sciences, Research Associate*

Central Economic and Mathematical Institute of the RAS

(Russia, Moscow)

***Abstract.** Due to the a priori uncertainty of some of the initial information used in modeling the reproduction of products in the conditions of production diversification, it is necessary to verify the adequacy of the developed model based on the requirements of the theories of system analysis, operations research and the effectiveness of the functioning of the military-industrial complex. A generalized indicator of the process under consideration is the time to increase the volume of military output to a given level. To assess the adequacy of the model, a methodological approach was used, implemented in the generally accepted methodology for checking various models for adequacy. However, in contrast to this technique, instead of a regression equation (as in the classical theory of adequacy testing), an analytical dependence of the mathematical expectation of the time of increasing the volume of military products on the input deterministic parameters of this process is proposed.*

***Keywords:** evaluation, model, reproduction, products, enterprises, military-industrial complex.*