

**Batkovskiy A.M., Kravchuk P.V., Fomina A.V. Tools for optimizing production concentration processes in integrated structures in conditions of production diversification**

Инструментарий оптимизации процессов концентрации производства в интегрированных структурах в условиях диверсификации производства

**Batkovskiy Alexander Mikhailovich,**

Doctor of Economic Sciences,  
Corresponding member of the Academy of military Sciences,  
Moscow, Russian Federation

**Kravchuk Pavel Vasilyevich,**

Doctor of Economic Sciences,  
Academician of the Academy of military Sciences,  
Moscow, Russian Federation

**Fomina Alena Vladimirovna,**

Doctor of Economic Sciences,  
Corresponding member of the Academy of military Sciences,  
Moscow, Russian Federation

Батьковский Александр Михайлович,  
доктор экономических наук,

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

Кравчук Павел Васильевич,  
доктор экономических наук,

академик Академии военных наук,  
г. Москва, Российская Федерация

Фомина Алена Владимировна,  
доктор экономических наук,

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

***Abstract.** Economic and mathematical modeling tools are an effective tool for creating a complete and flexible organizational and economic mechanism for managing production diversification at enterprises of integrated structures of the military-industrial complex. Its use makes it possible to increase the connectivity of activities carried out in accordance with the program of diversification, which ensure the concentration of production of high-tech products being created. The article deals with the economic aspects of diversification in enterprises of integrated structures. It is determined that an important condition for increasing the efficiency of the process is the concentration of production and its economic essence is studied. It is proved that the efficiency of concentration of production is manifested by increasing the volume of production and reducing its cost. The article presents tools for optimizing measures that ensure the concentration of production at enterprises of integrated structures of the military-industrial complex, which is based on the application of the methodology of economic analysis of the studied processes. Its implementation makes it possible to optimize the processes of concentration of production in integrated structures of the military-industrial complex when creating products in conditions of diversification.*

***Keywords:** enterprises, the military-industrial complex, tools, optimization, integrated structures, management.*

***Аннотация.** Действенным инструментом создания целостного и гибкого организационно-экономического механизма управления диверсификацией производства на предприятиях интегрированных структур оборонно-промышленного комплекса являются экономико-математический модельный инструментарий. Его использование позволяет обеспечить повышение связности проводимых в соответствии с программой диверсификации мероприятий, обеспечивающих концентрацию производства создаваемой высокотехнологичной продукции. В статье рассмотрены экономические аспекты диверсификации на предприятиях интегрированных структур. Определено, что важным условием повышения эффективности рассматриваемого процесса является концентрация производства и исследована ее экономическая сущность. Доказано, что эффективность концентрации производства продукции проявляется*

*путем роста объема производства продукции и уменьшения ее себестоимости. Представлен инструментарий, оптимизации мероприятий, обеспечивающих концентрацию производства продукции на предприятиях интегрированных структур оборонно-промышленного комплекса, который основан на применении методологии экономического анализа исследуемых процессов. Его реализация позволяет оптимизировать процессы концентрации производства в интегрированных структурах ОПК при создании продукции в условиях диверсификации.*

***Ключевые слова:** предприятия, оборонно-промышленный комплекс, инструментарий, оптимизация, интегрированные структуры, управление.*

---

## **Введение**

В 2018 г. на совещаниях с руководством Министерства обороны и предприятий оборонно-промышленного комплекса (ОПК) Президент РФ Путин В.В. отметил, что объем государственного оборонного заказа (ГОЗ) будет сокращаться после 2020 г. (ежегодный объем ГОЗ составлял примерно 1,5 трлн. руб.). В то время в состав ОПК России входило 1319 промышленных и научных организаций. Большинство из них были объединены в 41 интегрированную структуру (ИС), которые произвели по итогам 2018 г. 84% от всего объема выпуска промышленной продукции ОПК [1]. Чтобы использовать производственно-технологические возможности предприятий ОПК для ускорения социально-экономического развития России и решить вопрос с загрузкой их производственных мощностей Президент РФ потребовал значительно усилить на предприятиях ОПК процесс диверсификации – разработку и производство ими высокотехнологичной продукции, не связанной с обеспечением обороны страны и безопасности государства.

Учитывая специфику производства продукции военного назначения, оно осуществляется в плановом порядке, т.к. данная продукция на свободный рынок не поступает. Соответственно диверсификация военного производства должна осуществляться путем реализации соответствующих планов и программ. Выполнение данных программ требует больших затрат различных ресурсов. Например, реализация программы диверсификации Объединенной судостроительной корпорации, которая рассчитана до 2027 г., требует 99 млрд. руб. [2]. Кроме того, наращивание объемов выпуска гражданской продукции в ряде случаев только увеличивает долги предприятий, т.к. многие диверсификационные проекты на начальной фазе убыточны. У трети организаций ОПК доля собственных средств в структуре источников финансирования составляет менее 30%. У десятков крупных предприятий объем задолженности превышает размер выручки, полученной за отчетный период. Основной ключевой источник роста ОПК – гособоронзаказ – на среднесрочную перспективу в условиях кризиса уже исчерпал свои возможности [3]. Поэтому диверсификация ОПК является одной из стратегических национальных задач на ближайшие годы.

Осуществление диверсификации оценивается по достижению показателя доли гражданской продукции, выпускаемой организациями ОПК: к 2020 г. – не менее чем 17% от всей промышленной продукции комплекса, к 2025 г. – 30%, к 2030 г. – 50%. Для реализации диверсификационных мероприятий Путин В.В.

потребовал создать систему управления, позволяющую регулировать процесс диверсификации предприятий ОПК. Речь идет о том, чтобы минимум на три года с разбивкой по годам представлять, сколько и какой гражданской продукции будет производить каждое предприятие ОПК и на какие рынки планирует ее поставлять [4].

В мае 2020 г. для реализации указанных выше задач в условиях экономического кризиса, усиленного пандемией коронавирусной инфекции COVID-19, в Государственную думу РФ были представлены поправки к закону «О промышленной политике». Нововведения предполагают оказание помощи предприятиям ОПК по взаимодействию с банками для получения заемных средств, а также субсидий на финансирование научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ, необходимых для выпуска высокотехнологичной продукции. Средства на субсидирование предлагается предоставлять предприятиям ОПК из федерального бюджета [5].

Отмеченные обстоятельства свидетельствуют, что задача развития инструментария оптимизации процессов концентрации производства в интегрированных структурах оборонно-промышленного комплекса в условиях диверсификации производства является одной из важнейших, стоящих перед экономической наукой в настоящее время.

### **Методы и методики оптимизации процессов концентрации производства в интегрированных структурах оборонно-промышленного комплекса при реализации программы диверсификации производства**

Задача оптимизации процессов концентрации производства продукции предприятиями интегрированной структуры ОПК, потребность в которой задается в виде фиксированной величины объема ее выпуска, заключается в размещении заказов на ее изготовление на данных предприятиях в соответствии с критерием минимизации совокупных затрат [6; 7]. Для разработки модели решения рассматриваемой задачи можно использовать подход, предложенный в [8; 9; 10].

Обозначим:

$\zeta_j(i)$  – функция, характеризующая динамику изменения удельной себестоимости производства  $j$ -го вида изделия на  $i$ -ом предприятии;

$w$  – объем выпуска  $j$ -го вида изделия на  $i$ -ом предприятии.

При производстве однородной продукции зависимость себестоимости единицы продукции  $\zeta(i)$ , создаваемой на предприятии интегрированной структуры ОПК, от объема ее выпуска  $w$  является монотонно убывающей ( $\zeta'(i) < 0$ ). При серийном производстве больших объемов продукции, как правило,  $\zeta(i) = const$ . Себестоимость  $S(W)$  производства на предприятии интегрированной структуры ОПК партии, состоящей из  $W$  изделий ( $W > 0$ ), можно определить, используя следующую зависимость:

$$S(W) = \zeta_{ij}(1) + \zeta_{ij}(2) + \dots + \zeta_{ij}(W) = \frac{\zeta_{ij}(1) + \zeta_{ij}(2) + \dots + \zeta_{ij}(W)}{W} \times W = \bar{\zeta}_{ij}(W) \times W, \quad (1)$$

где  $\bar{\zeta}_{ij}(W)$  – среднее значение функции  $\zeta_{ij}(w)$  на отрезке  $1 \leq w \leq W$ .

Если доопределить функцию  $\bar{\zeta}_{ij}(w)$  в нуле  $\bar{\zeta}_{ij}(0) = \bar{\zeta}_0$ , то можно рассчитать себестоимость производства  $j$ -го изделия на  $i$ -ом предприятии:

$$S_i(W) = \sum_{j=1}^n \bar{\zeta}_{ij}(w_{ij}) \times w_{ij} \quad (2)$$

Если себестоимость производства каждого изделия на предприятии интегрированной структуры является условно-постоянной величиной, то  $\bar{\zeta}_{ij}(w_{ij}) = s_{ij} = \text{const}$ , и в этом случае выражение (2) является линейной функцией. Обычно статистических данных, необходимых для построения функции  $\zeta_{ij}(w)$ , недостаточно. На практике часто встречается линейное представление функций  $\zeta_{ij}(w)$  в области заказов  $0 \leq w_{ij} \leq B_{ij}$ . В этом случае известны расчетная себестоимость первого изделия вида  $j$  и темп ее снижения  $\xi_{ij}(w)$  от первого изделия к последнему изделию  $B_{ij}$ . Тогда модель оптимизации процесса концентрации производства продукции на предприятиях интегрированной структуры ОПК можно представить в следующем виде:

$$\zeta_{ij}(w_{ij}) = s_{ij} - \xi_{ij}(w_{ij} - 1) = s_{ij}^0 - \xi_{ij} \times w_{ij}, \quad (3)$$

где  $s_{ij}^0 = s_{ij} + \xi_{ij}$ ,  $s_{ij}$  – себестоимость производства первого изделия  $j$ -го вида;

$$\zeta_{ij}^*(w_{ij}^*) = \frac{\int_0^{w_{ij}^*} \zeta_{ij}(w) \partial w}{w_{ij}^*} = \frac{\int_0^{w_{ij}^*} (s_{ij}^0 - \xi_{ij} \times w_{ij}) \times \partial w}{w_{ij}^*} = s_{ij}^0 - \frac{\xi_{ij}}{2} \times x_{ij} = s_{ij}^0 - \frac{\xi_{ij}}{2} \times \sum_{s=1}^n \left( Q_{jb} \times \frac{U_{ib}}{U_{ij}} \times w_{ij} \right), \quad (4)$$

где  $Q_{ib}$  – коэффициент однородности изделия  $j$  относительно изделия  $b$ ;  $U_{ib}$ ,  $U_{ij}$  – трудоемкость производства изделий  $b$  и  $j$  на предприятии  $i$  (среднее значение).

Суммарные затраты ( $S$ ), связанные с производством изделий на всех предприятиях интегрированной структуры ОПК, рассчитываются следующим образом:

$$S = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n s_{ij}^0 \times w_{ij} - \frac{1}{2} \times \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{s=1}^n \xi_{ij} \times Q_{jb} \times \frac{U_{ib}}{U_{ij}} \times w_{ib} \times w_{ij} \quad (5)$$

Эффективность концентрации производства продукции проявляется путем увеличения ее объема или снижения себестоимости данной продукции [11; 12]. Она проявляется при условии:  $\zeta_{ij}(w_{ij}) \neq \text{const}$ ,  $\zeta_{ij} > 0$ .

Себестоимость производства продукции позволяет определить ограничения и целевую функцию рассматриваемой задачи [13]. С этой целью обозначим:  $\rho$  – индекс ресурса,  $\rho = 1, \dots, \sigma$ ;  $\Omega_\rho$  – цена единицы  $\rho$ -го ресурса;  $\psi_{ij\rho}$  – норма расхода  $\rho$ -го ресурса при создании на предприятии  $i$  изделий вида  $j$  ( $\psi_{ij\rho} = \text{const}$ );  $l_\rho$  – наличие  $\rho$ -го ресурса на  $i$ -ом предприятии интегрированной структуры в планируемом периоде;  $L$  – общий лимит капитальных вложений, необходимых для реализации мероприятий, обеспечивающих концентрацию производства продукции;  $Rs_i$  – фонд рабочего

времени основных производственных рабочих  $i$ -го предприятия в планируемом периоде;  $E$  – коэффициент дисконтирования капвложений  $E = (1 + E^0)^{-1}$ ;  $E^0$  – годовая норма дисконта;  $\eta$  – коэффициент, учитывающий плату за использование дополнительно вводимых производственных фондов.

Затраты  $\rho$ -го ресурса на  $i$ -ом предприятии интегрированной структуры определяются величиной  $\sum_{j=1}^n \Psi_{ij\rho} \times w_{ij}$ . Если  $\sum_{j=1}^n \Psi_{ij\rho} \times w_{ij} \leq l_{i\rho}$ , то дополнительные капитальные затраты не требуются. Если  $\sum_{j=1}^n \Psi_{ij\rho} \times w_{ij} > l_{i\rho}$ , то на  $i$ -ом предприятии  $\rho$ -го ресурса недостаточно и потребность ( $o_{i\rho}$ ) в нем определяется следующим образом:

$$o_{i\rho} = 0,5 \times \left( \sum_{j=1}^n \Psi_{ij\rho} \times w_{ij} - l_{i\rho} + \left| \sum_{j=1}^n \Psi_{ij\rho} \times w_{ij} - l_{i\rho} \right| \right) \quad (6)$$

Общие издержки ( $P$ ) на всех предприятиях интегрированной структуры, выпускающих продукцию данного вида, обусловленные дополнительными капитальными вложениями и приведенные к началу планового периода, независимо от вида  $o_{i\rho}$  рассчитываются по формуле:

$$P = (E + \eta) \sum_{i=1}^m \sum_{\rho=1}^q \Omega_{\rho} o_{i\rho} \quad (7)$$

### Результаты исследования

Целевая функция ( $\Phi$ ), отражающая минимум совокупных затрат, приведенных к началу периода, с учетом формул (5) и (7) может быть определена следующим образом:

$$\begin{aligned} \Phi = S + P = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left( s_{ij}^0 \times w_{ij} - 0,5 \sum_{s=1}^n \zeta_{ij} \times Q_{js} \times \frac{U_{ib}}{U_{ij}} \times w_{ib} \times w_{ij} \right) + \\ + (\Phi + \eta) \times \sum_{r=1}^q \Omega_r \times \sum_{i=1}^m o_{i\rho} \rightarrow \min \end{aligned} \quad (8)$$

Будем считать величины  $o_{i\rho}$  и  $w_{ij}$  искомыми неизвестными. Систему ограничений представим следующим образом [14; 15]:

– по заказу выпуска изделий  $j$ -го наименования:

$$\sum_{i=1}^m w_{ij} \geq W_j, \quad j = 1, \dots, n \quad (9)$$

– по потреблению производственных и материальных ресурсов:

$$\sum_{j=1}^n \Psi_{ij\rho} w_{ij} \leq l_{i\rho} + o_{i\rho}, \quad i = 1, \dots, m; \quad \rho = 1, \dots, q \quad (10)$$

– по потреблению трудовых ресурсов:

$$\sum_{j=1}^n T_{ij} w_{ij} \leq R s_i, \quad i = 1, \dots, m \quad (11)$$

– по капитальным вложениям, выделяемых на реализацию мероприятий, направленных на концентрацию производства продукции:

$$\sum_{\rho=1}^q \Omega_{\rho} \times \sum_{i=1}^m o_{i\rho} \leq L \quad (12)$$

– по условиям на переменные:

$$o_{ip} \geq 0 \text{ для всех } i \text{ и } \rho; w_{ij} \geq 0 \text{ и целые для всех } i \text{ и } j \quad (13)$$

Может оказаться, что в плановом (прогнозируемом) периоде нет возможности увеличить объем производства за счет капитальных вложений [16], т.е.  $L = 0$ . В этом случае формула (12)  $o_{ip} = 0$  и целевая функция (8) отражает минимизацию только текущих затрат.

Модель (8)–(13) имеет квадратичный функционал и систему линейных ограничений.

### **Заключение**

Проблема развития инструментария оптимизации процессов концентрации производства в интегрированных структурах ОПК в условиях диверсификации производства обладает большой практической значимостью. Анализ результатов ее исследования разными авторами показал, что научная разработанность отдельных вопросов рассматриваемой проблемы сильно отличается. Например, мало уделяется внимания вопросу подготовки (переподготовки) работников предприятий интегрированных структур ОПК, необходимых для проведения диверсификационных мероприятий [17; 18].

В настоящее время действуют две разнонаправленные тенденции развития ОПК:

- увеличение доли гражданской продукции в ОПК (в 2015 г. она составляла 15,9%, в 2018-м подобралась к 20%);
- сокращение бюджетирования ГОЗ (с 4,7% ВВП страны в 2016 г. до 2,8% по итогам 2019 г.).

Важнейшим нерешенным вопросом рассматриваемой проблемы является эффективность диверсификации военного производства. Негативное влияние на нее оказывают следующие факторы:

- высокая зависимость выпуска высокотехнологичной продукции от импортных комплектующих и технологий;
- недостаточная емкость внутренних рынков данной продукции, имеющих финансовое обеспечение;
- невозможность многих предприятий ОПК осваивать производство новой гражданской продукции ввиду недостатка инвестиций и больших рисков [19].

Практическое использование представленного в статье инструментария оптимизации процессов концентрации производства в интегрированных структурах ОПК в условиях диверсификации производства позволяет повысить эффективность реализации данного процесса.

## References

1. Доклад о целях и задачах Минпромторга России на 2019 год и основных результатах деятельности за 2018 год. Минпромторг РФ, апрель 2019 г. – 155 с. – Режим доступа: [http://www.spzoo.ru/engine/doc\\_images/Minprom\\_maket\\_main\\_r05.pdf](http://www.spzoo.ru/engine/doc_images/Minprom_maket_main_r05.pdf)
2. Инна Сидоркова, Анна Трунина Глава ОСК оценил стоимость диверсификации в Р99 млрд. – Режим доступа: <https://www.rbc.ru/politics/10/12/2018/5c0e3b049a79472046c38897>
3. Фролов И. Диверсификация ОПК: цель, промежуточный этап или средство развития? // Новый оборонный заказ. Стратегии. 2019. № 4 (57). – Режим доступа: <https://dfnc.ru/yandeks-novosti/diversifikatsiya-opk-tsel-promezhutochnyj-etap-ili-sredstvo-razvitiya>
4. Перечень поручений Президента РФ от 17 февраля 2018 г. № Пр-288 по итогам совещания по вопросу диверсификации производства продукции гражданского назначения организациями ОПК
5. Инна Сидоркова ОПК, диверсификация. – Режим доступа: <https://www.rbc.ru/politics/10/12/2018/5c0e3b049a79472046c38897>
6. Батьковский А.М. Методологические проблемы совершенствования анализа финансовой устойчивости предприятия радиоэлектронной промышленности // Экономика, предпринимательство и право. – 2011. – № 1. – С. 30-44.
7. Попович Л.Г., Дроговоз П.А., Калачанов В.Д. Управление инновационно-инвестиционной деятельностью предприятия оборонно-промышленного комплекса в условиях диверсификации. – М.: Издательство: ВАШ ФОРМАТ, 2018. – 228 с.
8. Авдонин Б.Н., Батьковский А.М., Батьковский М.А., Божко В.П., Булава И.В., Мерзлякова А.П. Теоретические основы и инструментарий управления долгосрочным развитием высокотехнологичных предприятий. – М.: МЭСИ, 2011. – 282 с.
9. Александров С.Ю., Синцова Е.А. Концентрация производства. Интеграция и диверсификация // В книге: Экономика отраслевых рынков Санкт-Петербург. Издательство: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2016. – С. 44-70.
10. Батьковский А.М. Моделирование инновационного развития высокотехнологичных предприятий радиоэлектронной промышленности // Вопросы инновационной экономики. – 2011. – № 3. – С. 36-46.
11. Гатауллин Р.Ф., Аслаева С.Ш., Галикеев Р.Н. Концентрация промышленного производства в регионах // Инновации и инвестиции. – 2018. – № 12. – С. 276-282.
12. Авдонин Б.Н., Батьковский А.М., Батьковский М.А. Теоретические

основы и инструментарий управления инновационной модернизацией предприятий оборонно-промышленного комплекса // Вопросы радиоэлектроники. – 2014. – № 2. – С. 35-47.

13. Bozhko V.P., Batkovsky A.M., Batkovsky M.A., Stiazkin A.N. Modeling technological relations in the structure of production // Статистика и Экономика. – 2014. – № 1. – С. 36-39.

14. Федосеев А.В. Интеграция промышленных предприятий: исследование и оценка эффективности: монография. – Челябинск. Издательство: Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, 2018. – 159 с.

15. Искендерова Ф.В., Кикина М.И., Кирилов В.Е. Экономическая модель повышения эффективности управления производством // International Scientific and Practical Conference World science. – 2017. – Т. 3. – № 4 (20). – С. 33-41.

16. Батьковский А.М., Клочков В.В., Фомина А.В., Чернер Н.В. Управление производственным потенциалом оборонно-промышленного комплекса // Вопросы радиоэлектроники, серия Общетеchnическая (ОТ). Выпуск 3. – 2015. – № 5. – С.222-246.

17. Молчан А.С., Полиди А.А., Bloшенко М.В., Ануфриева А.П. Экономическое развитие производственных систем / Краснодар. Издательство: Кубанский государственный технологический университет, 2019. – 160 с.

18. Балычев С.Ю., Батьковский А.М., Батьковский М.А., Калачанов В.Д. Экономические аспекты подготовки высококвалифицированных кадров для оборонно-промышленного комплекса // Вопросы радиоэлектроники. – 2013. – № 2. – С. 183-198.

19. Довгучиц С., Журенков Д. Проблемы диверсификации оборонно-промышленного комплекса // Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России. – 2017. – №4. – С. 7-17.