

Батьковский А.М., Батьковский М.А., Кравчук П.В., Хрусталеv Е.Ю.

Моделирование процесса наращивания объема выпуска продукции военного назначения при диверсификации ее производства

Modeling of the process of increasing the volume of output of military products with the diversification of its production

Батьковский Александр Михайлович

д.э.н., главный научный сотрудник ЦЭМИ РАН,
Россия, Москва

Батьковский Михаил Александрович

к.э.н., научный сотрудник ЦЭМИ РАН,
Россия, Москва

Кравчук Павел Васильевич

д.э.н., коммерческий директор,
Научно-испытательный центр «Интелэлектрон»,
Россия, Москва

Хрусталеv Евгений Юрьевич

д.э.н., главный научный сотрудник ЦЭМИ РАН,
Россия, Москва
Batkovsky Alexander Mikhailovich
Doctor of Economics, Chief Researcher CEMI RAS,
Russia, Moscow
Batkovsky Mikhail Alexandrovich
Ph.D. in Economics, Researcher at CEMI RAS,
Russia, Moscow
Kravchuk Pavel Vasilyevich
Doctor of Economics, Commercial Director,
Scientific Testing Center "Intelektron",
Russia, Moscow
Khrustalev Evgeny Yurievich
Doctor of Economics, Chief Researcher CEMI RAS,

***Аннотация.** Рассматриваемая проблема обладает большой научной новизной и практической значимостью, которая сопоставима с ее сложностью. В отличие от большинства других работ по данной тематике в статье представлены практически реализуемые модели процесса наращивания объема выпуска продукции военного назначения при диверсификации ее производства. Представленные в ней предложения, рекомендации и модели позволяют оптимизировать указанный процесс. Они являются теоретической основой повышения научной обоснованности принимаемых решений при формировании и реализации программ диверсификации производства продукции на предприятиях оборонно-промышленного комплекса. Их практическая реализация будет способствовать формированию качественно нового облика российского оборонно-промышленного комплекса, обеспечивающего устойчивое социально-экономическое развитие Российской Федерации, ее обороноспособность и повышение качества жизни населения страны.*

***Ключевые слова:** моделирование, предприятия, оборонно-промышленный комплекс, диверсификация производства, объем выпуска.*

***Abstract.** The problem under consideration has great scientific novelty and practical significance, which is comparable to its complexity. Unlike most other works on the subject under consideration, the article provides practically realizable models of the process of increasing the volume of military output with the diversification of its production. The proposals, recommendations and models presented in it allow us to optimize this process. They are the theoretical basis for increasing the scientific validity of decisions taken in the formation and implementation of production diversification programs at defense industry enterprises. Their practical implementation will contribute to the formation of a qualitatively new image of the Russian military-industrial complex, ensuring sustainable socio-economic development of the Russian Federation, its defense capability and improving the quality of life of the country's population.*

***Keywords:** modeling, enterprises, military-industrial complex, diversification of production, output volume.*

Введение

Проблема наращивания объема выпуска продукции военного назначения (ПВН) при диверсификации ее производства на предприятиях оборонно-промышленного комплекса (ОПК) требует комплексного решения [1; 2]. Важную роль при моделировании данного процесса играет построение статистических закономерностей распределения выходных параметров (показателей) $\Pi_{\text{вых}}^*$ моделей исследуемого процесса. В качестве основных выходных параметров (показателей) моделей данного процесса можно рассматривать время наращивания объема производства продукции военного назначения до заданного уровня, задействованные производственные мощности, валовую и конечную продукцию, количество задействованных рабочих мест и используемых трудовых ресурсов и др. [3]. При этом статистические закономерности распределения выходных параметров моделей можно строить как для отдельных процессов, так и в целом для процесса наращивания объема выпуска продукции военного назначения $Y_{\text{в}}^{\text{г}}(t)$.

Методология

Цель исследования состоит в разработке модельного инструментария формирования сбалансированной программы наращивания объема выпуска военной продукции на предприятиях ОПК, осуществляющих диверсификацию производства. Для достижения поставленной цели использованы методы научной абстракции, системного анализа и синтеза, а также экономико-математического моделирования. Методологической основой данного исследования явились научные концепции ряда российских экономистов, исследовавших процессы производства продукции военного назначения и диверсификации производства на предприятиях ОПК [4; 5; 6].

Результаты исследования

Важную роль при моделировании процесса наращивания объема выпуска продукции военного назначения в условиях диверсификации ее производства играет построение статистических закономерностей распределения выходных параметров (показателей) $\Pi_{\text{вых}}^*$ моделей исследуемого процесса. В качестве основных выходных параметров моделей данного процесса можно рассматривать время наращивания объема производства продукции военного назначения до заданного уровня, задействованные производственные мощности, валовую и конечную продукцию, количество задействованных рабочих мест, используемых трудовых ресурсов и др. При этом статистические закономерности распределения выходных параметров моделей можно строить как для отдельных процессов, так и в целом для процесса наращивания объема выпуска ПВН $Y_{\text{в}}^{\text{г}}(t)$ [7].

Сущность предлагаемого подхода к решению данной задачи заключается в следующем.

1. Согласно принятым или выявленным законам распределения входных

параметров Π_{BX} моделей, например, элементов матрицы технологических коэффициентов $\|a_{ij}\|_t$ и компонентов вектора конечной продукции Y_B , осуществляется многократный имитационный «розыгрыш» их текущих значений, которые подставляются в разработанные модели.

2. По результатам моделирования данного процесса определяется множество реализаций выходных показателей моделей рассматриваемого процесса, то есть:

$$\{P_{\text{вых}}^*\}_j = \{P_{\text{вых}1}^*, P_{\text{вых}2}^*, \dots, P_{\text{вых}j}^*\}, \text{ где } (j = \overline{1, m}). \quad (1)$$

3. Области изменения векторов $\{P_{\text{вых}i}^*\}, (i = \overline{1, n})$ разбиваются на определенное количество интервалов, исходя из положений математической статистики таким образом, чтобы каждая реализация выходного показателя модели процесса $P_{\text{вых}i}^*$ попала в соответствующий ее значению интервал l , где $l > 5$.

4. По конкретным реализациям попадания выходных показателей $P_{\text{вых}i}^*$ в каждый из соответствующих им интервалов строятся статистические функции и плотности закономерностей распределения их вероятностей.

5. Полученные статистические функции $F^*(\Pi_{\text{вых}})$ или плотности закономерностей распределения показателей $f^*(\Pi_{\text{вых}})$ сопоставляются с рядом заранее известных теоретических законов распределения случайных величин. Для последовательностей $\{P_{\text{вых}i}^*\}, (i = \overline{1, n})$ определяются такие теоретические закономерности, которые наилучшим образом с минимальным отклонением аппроксимируют полученные статистические закономерности распределения выходных показателей моделей исследуемого процесса.

6. Проводится проверка гипотезы о видах законов распределения выходных показателей моделей с помощью различных критериев. При этом, исходя из сущности решаемой задачи, основных положений теории вероятностей и математической статистики, целесообразно использовать критерий ϖ^2 Мизеса – Смирнова, который в рассматриваемом случае имеет следующий вид:

$$\varpi^2 = \frac{1}{12n^2} + \sum_{i=1}^n (F(\Pi_{\text{вых}i}) - \frac{2i-1}{2n})^2. \quad (2)$$

7. Осуществляется проверка выдвигаемой гипотезы о видах законов распределения выходных показателей моделей, которая заключается в следующем:

- определяются статистические оценки коэффициентов асимметрии A^* и эксцесса E^* рассматриваемого процесса:

$$A^* = \frac{\mu_3(\Pi_{\text{вых}})}{\sigma^3(\Pi_{\text{вых}})}; E^* = \frac{\mu_4(\Pi_{\text{вых}})}{\sigma^4(\Pi_{\text{вых}})} - 3, \quad (3)$$

где:

$$\sigma(\Pi_{\text{вых}}) = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n \Pi_{\text{вых}i}^2 - (\sum_{i=1}^n \Pi_{\text{вых}i})^2}{n(n-1)}}; \quad (4)$$

$$\mu_3(\Pi_{\text{вых}}) = \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_{\text{вых}i}^3}{n} - 3 \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_{\text{вых}i}^2}{n} \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_{\text{вых}i}}{n} + 2 \left(\frac{\sum_{i=1}^n \Pi_{\text{вых}i}}{n} \right)^2; \quad (5)$$

$$\mu_4(\Pi_{\text{вых}}) = \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_{\text{вых}i}^4}{n} - 4 \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_{\text{вых}i}}{n} \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_{\text{вых}i}^3}{n} + 6 \left(\frac{\sum_{i=1}^n \Pi_{\text{вых}i}}{n} \right)^2 \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_{\text{вых}i}^2}{n} - 3 \left(\frac{\sum_{i=1}^n \Pi_{\text{вых}i}}{n} \right)^4; \quad (6)$$

- точка с координатами (A^*, E^*) наносится на диаграмму. Если точка попадает в область, соответствующую одному из известных законов распределения случайных величин, то это распределение и следует выдвигать в качестве закономерности распределения выходных показателей модели данного процесса;

- исходя из положений математической статистики назначается уровень значимости случайных величин q и по соответствующим таблицам определяется нижняя граница U_q критической области распределения выходных показателей модели данного процесса;

- вычисляется значение критерия проверки данной гипотезы $U^* = \overline{\omega}^2$;

- принимается решение: если $U^* > U_q$, то нулевая гипотеза H_0 о выдвигаемом виде закона распределения выходных параметров (показателей) модели данного процесса отвергается; если $U^* \leq U_q$, то гипотеза H_0 принимается, то есть выходные параметры модели исследуемого процесса $\{\Pi_{\text{вых}j}\}, (j = \overline{1, m})$

подчинены законам распределения с функциями $F_j^*(\Pi_{\text{вых}})$ и плотностями вероятностей $f_j^*(\Pi_{\text{вых}})$. В случае отвержения рассматриваемой гипотезы, выдвигается новая гипотеза о другом виде закона распределения выходных параметров модели и процедура проверки повторяется.

Полученные закономерности позволяют определять значения вероятностей, математических ожиданий, дисперсий, средних квадратических и стандартных отклонений и других числовых характеристик выходных показателей модели рассматриваемого процесса в условиях принятых закономерностей распределения входных параметров модели [8; 9]. Например, можно найти вероятность наращивания объема выпуска конечной продукции военного назначения до требуемого (заданного) уровня, математическое ожидание величин

задействованных производственных мощностей, объемов основных фондов, количества трудовых ресурсов, рабочих мест и др.

На основе данного методического аппарата проведено алгоритмическое построение статистических закономерностей распределения рассматриваемых показателей на примере времени наращивания объема выпуска ПВН (основного показателя данного процесса) при диверсификации производства в виде функции распределения $F^*(t_i)$. Анализ полученных результатов показывает, что статистические зависимости данной функции можно аппроксимировать теоретическими кривыми нормального, гамма и бета-законов распределения случайных величин. Однако при незначительных допущениях (погрешностях) целесообразно использовать только бета-закон, так как нормальное и гамма – распределение случайных величин являются частными случаями данного закона.

Обсуждение

Оценивание устойчивости решений, получаемых на основе моделирования процесса наращивания объема выпуска ПВН в условиях неопределенности исходной информации, предлагается осуществлять путем определения z -процентного изменения значений дисперсий $D[\Pi_{ex_i}]$ входных параметров модели данного процесса. Учитывая, что наибольшую неопределенность в получаемые результаты вносят компоненты вектора Y_B и элементы технологической матрицы связей между отраслями ОПК $\|a_{ij}\|_t$, данная задача может решаться как определение z -процентного изменения значений дисперсий $D[Y_{Bj}]$ и $D[a_{ij}]$, где $(i, j = \overline{1, n})$, которые влияют на величины дисперсий $D[W]$, $D[Y_e^e]$, $D[t_n]$ и других выходных параметров модели процесса наращивания объема выпуска продукции военного назначения при диверсификации ее производства.

Методику проверки устойчивости получаемых решений данной задачи (результатов моделирования исследуемого процесса) можно представить как совокупность следующих основных процедур [10; 11; 12]:

1. Все входные параметры Π_{ex} модели рассматриваемого процесса нумеруются в определенной последовательности по строке, например, $N(a_{ij}) < N(a_{km})$, если $i < k$ или при $i = k$ и $j < m$.

2. Задается величина $z = \Delta D[\Pi_{ex}] / D[\Pi_{ex}] > 0$ для каждого входного параметра модели процесса.

3. В соответствии с принятым критерием оценки $K_z^c = \max(\Delta D[\Pi_{ex}] / D[\Pi_{ex}]) - z > 0$, все множество входных параметров $\{\Pi_{ex}\}$ модели рассматриваемого процесса может быть разделено на два подмножества таким образом, что первому подмножеству будут принадлежать

такие случайные параметры, уровень значимости которых ${}^+K_3^c > 0$, а ко второму подмножеству - параметры, для которых ${}^-K_3^c < 0$. Для каждого параметра $\Pi_{\text{вых}}$ задается двумерный массив $M[1:n, 1:n]$, где в первой строке фиксируются номера выходных параметров, а во второй строке – соответствующий им уровень их значимости. В свою очередь, каждая строка разбивается на две части: n_1 и n_2 . Параметры части n_1 каждой строки предназначаются для номеров $N(\Pi_{\text{ex}})$ и соответствующей им положительной значимости, а параметры части n_2 - для номеров и соответствующей им отрицательной значимости. Согласно циклу по l , где $(l = \overline{1, n})$, а n – количество случайных входных параметров Π_{ex} , а также используя выражение $D[\Pi_{\text{ex}}] := D_o[\Pi_{\text{ex}}](1+z)$, последовательно изменяется величина каждого из Π_{ex} .

4. Определяются значения входных параметров модели с учетом закона распределения, зависящие от $D[\Pi_{\text{ex}}]$. В связи с этим изменяется вид функции плотности распределения $f(\Pi_{\text{ex}})$.

5. Заданным массивам $M[\Pi_{\text{вых}}]$ и $D[\Pi_{\text{вых}}]$ присваиваются значения: $M[\Pi_{\text{вых}}] := 0, D[\Pi_{\text{вых}}] := 0$, где $(\Pi_{\text{вых}} = \overline{1, n})$, которые используются при определении моментов распределения случайных выходных параметров $\Pi_{\text{вых}}$ с учетом изменения закономерностей распределения каждого входного параметра $\Pi_{\text{вх}}$.

6. С помощью метода статистических испытаний Монте-Карло осуществляется n испытаний при заданной закономерности распределения Π_{ex} и неизменных закономерностях распределения других параметров и условий решаемой задачи.

7. «Разыгрываются» текущие значения входных параметров Π_{ex} и решается детерминированная задача по определению последовательностей $\{\Pi_{\text{вых}i}\}$, где $(i = \overline{1, n})$. В условиях рассматриваемой задачи определяются множества выходных параметров (показателей) исследуемого процесса $\{t_s\}, \{W\}, \{Y_s^e\}, \{N_s\}, \{R\}$ и др.

8. Оцениваются значения двух первых моментов распределения для $\Pi_{\text{вых}i}$,

где $(i = \overline{1, n})$, соответствующие изменению конкретного $\Pi_{\text{вх}}$, то есть:

$$\begin{aligned} M[\Pi_{\text{вх}}] &:= M[\Pi_{\text{вх}}] + \Pi_{\text{вх}_i}, (i = \overline{1, n}); \\ M[\Pi_{\text{вх}}] &:= M[\Pi_{\text{вх}}] / n; \\ D[\Pi_{\text{вх}}] &:= D[\Pi_{\text{вх}}] + (\Pi_{\text{вх}_i})^2, (i = \overline{1, n}); \\ D[\Pi_{\text{вх}}] &:= D[\Pi_{\text{вх}}] / n - (M[\Pi_{\text{вх}}])^2. \end{aligned} \quad (7)$$

9. Вычисляются уровни значимости $\Pi_{\text{вх}}$ для каждого $\Pi_{\text{вх}}$, то есть:

$$\frac{D[\Pi_{\text{вх}_i}] - M_{2i}}{M_{2i}} - Z = K_{\alpha_i}^c, (i = \overline{1, n}). \quad (8)$$

10. Заполняется двумерный массив $M_j[1:n, 1:n]$. В результате определяются уровни положительной $+K_{\alpha}^c$ и отрицательной $-K_{\alpha}^c$ значимости для каждого входного параметра моделей процесса $\Pi_{\text{вх}}$: Z - процентные изменения значений дисперсий, которые увеличивают $D[\Pi_{\text{вх}}]$ и Z - процентные изменения значений дисперсий, которые уменьшают $D[\Pi_{\text{вх}}]$.

Ввиду большой размерности решаемой задачи и наличия в исходной информации сотен входных параметров, проверка модели данного процесса (ее выходных параметров) на устойчивость была осуществлена при условии изменения значений элементов матрицы технологических коэффициентов $\|a_{ij}\|_t$. При этом предварительно был проведен отбор наиболее важных a_{ij} . Наибольшее влияние на поведение рассматриваемого процесса оказывают элементы матрицы $\|a_{ij}\|_t$, расположенные на ее главной диагонали, то есть a_{ij} .

Полученные уровни значимости случайных элементов a_{ij} позволяют оценить насколько с позиции требуемой достоверности, точности и надежности результатов моделирования следует задавать закономерность распределения каждого из них, а также других элементов матрицы $\|a_{ij}\|_t$, исходя из «устаревания» исходной информации о них и получения прогностических оценок выходных параметров (показателей) моделей рассматриваемого процесса.

На основе анализа результатов моделирования процесса наращивания объема выпуска военной продукции на предприятиях ОПК, осуществляющих диверсификацию производства, получена количественная оценка того, как заданное Z -процентное изменение величины дисперсии каждого технологического

коэффициента a_{ii} ($i = \overline{1,17}$) скажется на величине дисперсии выходного параметра Y_e^e модели процесса. Используя указанные результаты оценки большого числа показателей, можно представить данную зависимость в следующем виде:

$$\begin{aligned} \Delta D[Y_e^e] = & 0,00026\Delta D[a_{11}] + 0,00027\Delta D[a_{22}] + 0,00024\Delta D[a_{33}] + \\ & 0,00025\Delta D[a_{44}] + 0,00042\Delta D[a_{55}] + 0,0004\Delta D[a_{66}] + 0,00036 \\ & \Delta D[a_{77}] + 0,00038\Delta D[a_{88}] + 0,00034\Delta D[a_{99}] + 0,00043\Delta D[a_{1010}] \\ & + 0,00042\Delta D[a_{1111}] + 0,00048\Delta D[a_{1212}] + 0,00047\Delta D[a_{1313}] + \\ & 0,00045\Delta D[a_{1414}] + 0,00039\Delta D[a_{1515}] + 0,00047\Delta D[a_{1616}] + \\ & 0,00044\Delta D[a_{1717}]. \end{aligned} \quad (9)$$

Учитывая, что дисперсия суммы независимых случайных величин равна сумме дисперсий этих же величин, получим оценку изменения величины дисперсии выходного параметра (показателя) Y_e^e в зависимости от суммарного изменения величин дисперсий входных параметров a_{ij} , то есть:

$$\Delta D[Y_e^e] = 0,0065\Delta D[a_{ii}]. \quad (10)$$

Тогда оценка изменения величины среднего квадратического отклонения выходного параметра модели наращивания объема выпуска военной продукции на предприятиях ОПК, осуществляющих диверсификацию производства, будет равна:

$$\Delta \sigma[Y_e^e] = \sqrt{\Delta D[Y_e^e]} \approx 0,08\Delta \sigma[a_{ii}]. \quad (11)$$

В общем виде выражение (9) можно представить следующим образом:

$$\Delta D[Y_e^e] = k_D^2 \Delta D[a_{ii}] \quad (12)$$

$$\Delta D[\Pi_{\text{вых}}] = k_D^2 \Delta D[\Pi_{\text{вх}}]. \quad (13)$$

Следовательно, исходя из общей формы представления дисперсии, для зависимых случайных величин a_{ij} можно записать рассматриваемые выражения в следующем виде:

$$\Delta D[Y_e^e] = \sum_{i=1}^n k_{D_i}^2 \Delta D_i[a_{ii}] + 2 \sum_{i < j} k_{D_i} k_{D_j} K_{ij}; \quad (14)$$

$$\Delta D[\Pi_{\text{вых}}] = \sum_{i=1}^n k_{D_i}^2 \Delta D[\Pi_{\text{вх}_i}] + 2 \sum_{i < j} k_{D_i} k_{D_j} K_{ij}. \quad (15)$$

Кроме того, в рамках данной задачи можно оценить влияние изменений входных параметров моделей рассматриваемого процесса $\Pi_{\text{вх}}$ на значения ее выходных параметров $\Pi_{\text{вых}}$ с помощью следующего показателя устойчивости:

$$\delta \Pi_{\text{вых}j} = \frac{M[\Pi_{\text{вых}j}^*] - M[\Pi_{\text{вых}j}^o]}{M[\Pi_{\text{вых}j}^o]}, (j = \overline{1, m}), \quad (16)$$

где $M[\Pi_{\text{вых}j}^o]$ - оценка математического ожидания выходного параметра (показателя) рассматриваемой модели при фиксированном значении j -го входного параметра; $M[\Pi_{\text{вых}i}^*]$ - оценка математического ожидания выходного параметра (показателя) модели данного процесса при измененных значениях j -го входного параметра.

При этом модель наращивания объема выпуска военной продукции на предприятиях ОПК, осуществляющих диверсификацию производства ведет себя устойчиво если $\rho_{\text{вх}}$ - процентное увеличение (уменьшение) величин ее входных параметров приводит к меньшему или равному увеличению (уменьшению) величин выходных параметров $\rho_{\text{вых}}$ модели, то есть $\rho_{\text{вых}} \leq \rho_{\text{вх}}$.

В качестве выходного параметра модели данного процесса принимается математическое ожидание времени наращивания $M[t_n]$ производства ПВН до необходимого уровня, а в качестве входных параметров модели рассматриваются уровни резервных производственных мощностей W_{pi} - потребности Вооруженных Сил в продукции военного назначения, количество трудовых ресурсов N_{zi} , интенсивность подготовки трудовых ресурсов ν , вектор комплектности конечной продукции K_i , вектор конечной продукции военного назначения Y_e^* .

Анализ полученных результатов моделирования показывает, что в большинстве случаев достигается достаточная устойчивость модельных решений. Наиболее значимое влияние на $M[t_n]$ оказывают входные параметры модели: W_p , W_k , N_z , Y_e^e . В связи с этим важно знать их точные значения на прогнозируемый период времени. Наименьшее влияние на выходные параметры модели процесса оказывают K , ν , Y_e^* .

Рассмотренные закономерности позволяют приближенно оценить степень влияния каждого входного параметра модели данного процесса на величину $M[t_n]$ в виде следующей зависимости (закономерности):

$$\delta M[t_n] = -0,13W_p - 0,22W_k - 0,51N_z - 0,24\nu - 0,63K + 0,40Y_e^e + 0,05Y_e^* \quad (17)$$

Зависимость (17) показывает, что увеличение в среднем на один процент значений входных параметров W_p , W_k , N_z , ν , K модели данного процесса вызовет уменьшение величины $M[t_n]$ на 0,13; 0,22; 0,51; 0,24; 0,63 процентов в каждом случае, соответственно. Увеличение в среднем на один процент значений входных параметров A , и Y_e^* модели процесса может привести к увеличению $M[t_n]$ на 0,40 и

0,05 процентов для каждого случая, соответственно.

Заключение

Рассмотренная методика построения статистических закономерностей распределения показателей процесса наращивания объема выпуска ПВН на примере функции распределения $F^*(t_i)$ может применяться для построения таких же закономерностей распределения для других выходных показателей модели анализируемого процесса. Таким образом, полученные закономерности можно использовать при разработке методического аппарата и инструментария формирования рациональных (условно оптимальных) программ наращивания объема выпуска продукции военного назначения при диверсификации ее производства на предприятиях ОПК [13; 14; 15]. На основе полученных данных можно определить минимальный запас устойчивости полученных результатов моделирования процесса наращивания объема выпуска продукции военного назначения при диверсификации ее производства.

Аналогичное исследование по оцениванию устойчивости получаемых решений и влияния изменений величин входных параметров полученной модели на величины выходных параметров (показателей) моделей можно провести таким образом и для других условий решаемой задачи, связанных с наращиванием уровня входных параметров модели рассматриваемого процесса.

Следовательно, решение рассматриваемой задачи позволяет определить эффективные пути повышения точности учета неопределенности в исходной информации и соответственно надежности результатов моделирования, а также получить приближенные закономерности исследуемого процесса.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ, в рамках научного проекта № 21-78-20001

Библиографический список

1. Батьковский А.М., Клочков В.В., Фомина А.В. и др. Управление производственным потенциалом оборонно-промышленного комплекса // Вопросы радиоэлектроники, серия Общетеchnическая (ОТ). Выпуск 3. - 2015. - № 5. - С.222-246.
2. Осипенко О.Ю. Современные проблемы диверсификации оборонно-промышленного комплекса России. // Вестник Екатеринбургского института. – 2019. - № 2 (46). - С. 48-54.
3. Батьковский А.М. Экономико-математический инструментарий анализа инновационной деятельности высокотехнологичных предприятий. // Экономический анализ: теория и практика. - 2011. - № 12. - С. 51-60.
4. Калинушкина В.А., Калинушкина М.Ю. Экономико-математическое моделирование процессов обновления производства в авиационной промышленности. // В сборнике: Разработка и применение наукоемких технологий в интересах трансформации общества. Сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа. - 2021. - С. 69-71.
5. Мишин Ю.В., Костерев Н.Б., Сухарев В.Б. и др. Методы, процедуры и

инструменты диверсификации предприятий и организаций ОПК России. // Мир (модернизация, инновации, развитие). – 2019. - № 1. – С. 38-53.

6. Шинкаренко М.В. Моделирование как инструмент оптимального планирования и развития производства. // В сборнике: Современный специалист-профессионал: теория и практика. Материалы 10-ой международной научной конференции студентов и магистрантов, посвящённой 100-летию Финуниверситета. - М.: Финуниверситет. - 2018. - С. 379-383.

7. Батьковский М.А., Кравчук П.В., Судаков В.А. Прогнозирование производства радиоэлектронной продукции специального назначения. // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. - 2020. - № 2-1(41). - С. 202-206.

8. Буренок В.М., Дурнев Р.А., Крюков К.Ю. Диверсификация оборонно-промышленного комплекса: подход к моделированию процесса. // Вооружение и экономика. - 2018. - № 1 (43). - С. 41-47.

9. Батьковский А.М., Хрусталёв Е.Ю., Фомина А.В. Методический аппарат и инструментарий решения важнейших задач, стоящих перед оборонно-промышленным комплексом. // Вопросы радиоэлектроники. - 2016. - № 8. - Сер. ОТ. - Вып. 6. - С. 117-126.

10. Носова Д.В., Ульдюкова С.С. Имитационное моделирование в задачах планирования производства. // Сборник материалов V Международной научно-практической конференции молодых ученых. Альметьевск. - 2020. - С. 739-741.

11. Красина Е.Н., Горидько Н.П. Техническое перевооружение как определяющий фактор развития производственного потенциала отдельных отраслей. // Вестник Южно-Российского государственного технического университета. Серия: Социально-экономические науки. - 2021. - Т. 14. - № -3. - С. 191-201.

12. Батьковский А.М., Фомина А.В., Хрусталев Е.Ю. Риски реализации проектов создания продукции военного назначения. // Вопросы радиоэлектроники, серия ОТ. – 2014. - № 2. - С. 32-52.

13. Авдонин 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.

14. Родригес Пендас А.А. Современные подходы к определению производственно-технологического потенциала предприятия оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации. // Вопросы управления. - 2017. - С. 166-177.

15. Чебышев И.И. Информационное обеспечение внутреннего контроля программ диверсификации предприятий оборонно-промышленного комплекса. // Бухгалтерский учет и налогообложение в бюджетных организациях. - 2021. № 7. - С. 24-31.