



**НАУЧНАЯ СТАТЬЯ**

УДК 332.142.6

Дата поступления: 15.07.2023

рецензирования: 22.09.2023

принятия: 30.11.2023

**Цифровая дискретная имитационная модель формирования прибыли с учетом динамики денежных потоков, уровня надежности ракет-носителей и повышения квалификации сотрудников**

**Л.В. Михайленко**

АО «РКЦ «Прогресс», г. Самара, Российская Федерация

E-mail: Liloandstitch@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9559-0944>

**Д.А. Щёлоков**

АО «РКЦ «Прогресс», Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация

E-mail: dima-shhelokov@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1657-2625>

**Аннотация:** Разработана аналитическая и цифровая модель формирования эффекта с учетом уровня надежности ракет-носителей, позволяющая исследовать влияние изменения уровня квалификации сотрудников на величину надежности, цены, удельной себестоимости, заработной платы, отличается от существующих тем, что в представленной модели управляемым параметром является изменение квалификации персонала. Рассмотрена задача выбора стратегий предприятия по величине надежности ракет-носителей и уровню квалификации персонала с использованием для оценки деятельности предприятия критерия максимизации прибыли. В представленной модели управляемым параметром является изменение уровня квалификации персонала из условия максимизации прибыли, получаемой предприятием. В работе определены функциональные зависимости надежности ракет-носителей и величины заработной платы, цены и удельной себестоимости от уровня квалификации персонала. При известном оптимальном уровне квалификации персонала в работе определена оптимальная величина уровня надежности ракет-носителей. Определена эффективность инвестиций в повышение уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей, изменения себестоимости изготовления ракеты-носителя. Для оценки эффективности инвестиций в повышение уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей определена величина изменения заработной платы сотрудников. Для оценки эффективности инвестиций в повышение уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей определена величина совокупного изменения прибыли до налогообложения с учетом повышения прибыли за счет снижения себестоимости ракеты-носителя, повышения цены на ракеты-носители и снижения прибыли за счет повышения заработной платы сотрудникам и величины инвестиций в повышение уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей.

**Ключевые слова:** компьютерная имитационная модель; инвестиции в квалификацию персонала; трудовые ресурсы; обучение сотрудников; управление качеством; расходы на заработную плату.

**Цитирование.** Михайленко Л.В., Щёлоков Д.А. Цифровая дискретная имитационная модель формирования прибыли с учетом динамики денежных потоков, уровня надежности ракет-носителей и повышения квалификации сотрудников // Вестник Самарского университета. Экономика и управление Vestnik of Samara University. Economics and Management. 2023. Т. 14, № 4. С. 221–231. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2023-14-4-221-231>.

**Информация о конфликте интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

© Михайленко Л.В., Щёлоков Д.А., 2023

*Леонид Владимирович Михайленко* – заместитель генерального директора по безопасности АО «РКЦ «Прогресс», 443086, Российская Федерация, г. Самара, ул. Гая, 45.

*Дмитрий Александрович Щелоков* – кандидат экономических наук, советник заместителя генерального директора по персоналу АО «РКЦ «Прогресс», 443086, Российская Федерация, г. Самара, ул. Гая, 45; доцент кафедры экономики, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 443086, Российская Федерация, г. Самара, Московское шоссе, 34.

**SCIENTIFIC ARTICLE**

Submitted: 15.07.2023

Revised: 22.09.2023

Accepted: 30.11.2023

**Digital discrete simulation model of profit formation taking into account the dynamics of cash flows, the level of reliability of launch vehicles and professional development of employees**

**L.V. Mikhaylenko**

JSC «RCC «Progress», Samara, Russian Federation

E-mail: Liloandstitch@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9559-0944>

**D.A. Shchelokov**

JSC «RCC «Progress», Samara National Research University, Samara, Russian Federation

E-mail: dima-shhelokov@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1657-2625>

**Abstract:** An analytical and digital model of the effect formation has been developed, taking into account the reliability level of launch vehicles, which allows us to study the impact of changes in the level of qualification of employees on the value of reliability, price, unit cost, salary, differs from existing ones in that in the presented model the controlled parameter is a change in the qualification of personnel. The problem of choosing enterprise strategies based on the reliability of launch vehicles and the level of qualification of personnel using the profit maximization criterion to evaluate the company's activities is considered. In the presented model, the controlled parameter is the change in the qualification level of personnel from the condition of maximizing the profit received by the enterprise. The paper defines the functional dependences of the reliability of launch vehicles and the amount of wages, prices and unit costs on the level of qualification of personnel. The paper defines the functional dependences of the reliability of launch vehicles and the amount of wages, prices and unit costs on the level of qualification of personnel. With a known optimal level of personnel qualification, the optimal value of the reliability level of launch vehicles has been determined. The effectiveness of investments in improving the qualification level of personnel for the control and management of the quality of manufacturing launch vehicles and changes in the cost of manufacturing a launch vehicle has been determined. To assess the effectiveness of investments in improving the qualification level of personnel for the control and management of the quality of manufacturing launch vehicles, the amount of change in employee salaries has been determined. To assess the effectiveness of investments in improving the qualification level of personnel for the control and management of the quality of manufacturing launch vehicles, the value of the cumulative change in profit before taxation was determined, taking into account the increase in profit by reducing the cost of the launch vehicle, increasing the price of launch vehicles and reducing profits by increasing salaries to employees and the amount of investments in improving the level of qualification personnel for the control and management of the quality of production of launch vehicles

**Key words:** computer simulation model; investments in personnel qualifications; human resources; employee training; quality management; salary costs.

**Citation.** Mikhaylenko L.V., Shchelokov D.A. Digital discrete simulation model of profit formation taking into account the dynamics of cash flows, the level of reliability of launch vehicles and staff training. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2023, vol. 14, no. 4. pp. 221–231. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2023-14-4-221-231>. (In Russ.)

**Information on the conflict of interest:** author declares no conflict of interest.

© Mikhaylenko L.V., Shchelokov D.A., 2023

*Leonid V. Mikhaylenko* – Deputy General Director for Security of JSC «RCC «Progress», 45, Gaya Street, Samara, 443086, Russian Federation.

*Dmitry A. Shchelokov* – Candidate of Economic Sciences, Advisor to the Deputy General Director for Personnel of JSC «RCC «Progress», associate professor of the Department of Economics, Samara National Research University, 34, Moskovskoe Shosse, Samara, 443086, Russian Federation.

**Введение**

Рассмотрим задачу выбора стратегий предприятия по величине надежности ракет-носителей и уровню квалификации персонала с использованием для оценки деятельности предприятия критерия

максимизации прибыли [1,2,3]. Предположим, что предприятию известны функциональные зависимости между надежностью  $\omega_{CR}$  и уровнем квалификации персонала  $\gamma_{LR}$ , измеряемых вероятностью безаварийного запуска ракеты-носителя и долей обученного персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей от общего числа работающих, то есть функциональной зависимости  $\omega_{CR}(\gamma_{LR})$ . Пусть критерий прибыли в виде темпа прибыли, получаемой предприятием от реализации ракет-носителей, зависит от надежности изделий и их качества [4–11].

$$v_{PBTR}^P(t, \omega_{CR}(\gamma_{LR})) - u_{LR}(\gamma_{LR}) \xrightarrow{\gamma_{LR}} \max,$$

где  $v_{PBTR}^P(t, \omega_{CR}(\gamma_{LR}))$  – темп прибыли, получаемой предприятием от реализации ракет-носителей;  $\omega_{CR}(\gamma_{LR})$  – надежность ракеты-носителя;  $\gamma_{LR}$  – уровень квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей;  $u_{LR}(\gamma_{LR})$  – величина инвестиций в повышение уровня квалификации персонала.

В представленной модели управляемым параметром является изменение уровня квалификации персонала  $\gamma_{LR}$  из условия максимизации прибыли, получаемой предприятием, в соответствии с уравнением:

$$\gamma_{LT}^* = \text{Arg} \max_{\gamma_{LR}} (v_{PBTR}^P(t, \omega_{CR}(\gamma_{LR})) - u_{LR}(\gamma_{LR})),$$

где  $\gamma_{LT}^*$  – оптимальный уровень квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей.

Предположим, что с ростом уровня квалификации персонала  $\gamma_{LR}$  увеличивается надежность ракеты-носителя  $\omega_{CR}(\gamma_{LR})$  и величина заработной платы по следующим нелинейным функциональным зависимостям:

$$\omega_{CR}(\gamma_{LR}) = \omega_{CR_0} + \alpha_1 \gamma_{LR} - \alpha_2 (\gamma_{LR})^2 \quad (1)$$

$$v_{LCE}^P(t, \gamma_{LR}) = v_{LCE_0}^P(t, \gamma_{LR}) + b_1 \gamma_{LR} - b_2 (\gamma_{LR})^2, \quad (2)$$

где  $v_{LCE_0}^P(t, \gamma_{LR})$  – начальная сумма заработной платы;  $b_1, b_2$  – коэффициенты чувствительности суммы заработной платы  $v_{LCE}^P(t)$  к изменению уровня квалификации персонала  $\gamma_{LR}$ ;  $\omega_{CR_0}$  – начальная величина надежности изготовления ракет-носителей;  $\alpha_1, \alpha_2$  – коэффициенты чувствительности величины надежности при изменении уровня квалификации.

Предположим также, что цена ракеты-носителя  $k_{CFGP}^P$  и уровень надежности ракеты-носителя  $\omega_{CR}(\gamma_{LR})$  связаны следующей функциональной линейной зависимостью:

$$k_{CFGP}^P(\omega_{CR}(\gamma_{LR})) = k_{CFGP_0}^P + \beta \omega_{CR}(\gamma_{LR}), \quad (3)$$

где  $k_{CFGP_0}^P$  – начальная цена ракеты-носителя;  $\beta$  – коэффициенты чувствительности цены ракеты-носителя при изменении уровня квалификации.

Пусть удельная себестоимость изготовления ракет-носителей определяется из следующего уравнения:

$$k_{SIC}^P(t, \gamma_{LR}) = \sigma Q_S - a_1 \gamma_{LT} + a_2 (\gamma_{LT})^2, \quad (4)$$

где  $Q_S = v_{SI}^P(t) + v_{SMO}^P(t)$  – суммарный темп выпуска ракет-носителей предприятием;  $\sigma, a_1, a_2$  – скорости изменения удельной себестоимости ракеты-носителя от изменении уровня квалификации персонала и суммарного темпа выпуска ракет-носителей.

Сделаем еще одно предположение: суммарный темп выпуска ракет-носителей предприятием  $Q_S$  не зависит от изменения их уровня надежности, т. е. спрос на рынке ракет-носителей при высокой надежности является постоянной величиной.

С учетом уравнений (1–4) и сделанных предположений, представим модель задачи выбора уровня надежности и квалификации персонала по критерию прибыли в соответствии с уравнением (5) [4; 5].

$$v_{PBTR}^P(t, \omega_{CR}(\gamma_{LR})) = Q_S \left( k_{CFGP}^P(\omega_{CR}(\gamma_{LR})) - k_{SIC}^P(t, \omega_{CR}(\gamma_{LR}), \gamma_{LR}, Q_S) \right) - \left[ v_{LCE}^P(t, \gamma_{LR}) - \left( v_{MI}^P(t) + v_{SMO}^P(t) \right) \frac{k_{CWR}^P}{k_{CPL}^P} \right] - v_{CCE}^P(t) - u_{LR}(\gamma_{LR}) \xrightarrow{\gamma_{LR}} \max, \quad (5)$$

$$v_{SI}^P(t) = \frac{x_{SO}^P(t+1) = x_{SO}^P(t) + \alpha_{SO}^P x_{SO}^P(t) \Delta t \left( v_{RFI}^P(t) - v_{SI}^P(t) \right)}{h_{DS}^P},$$

$$\begin{aligned}
 k_{SIC}^P(t) &= k_{CRMP}^P + \frac{\sum_j k_{CWR_j}^P(\gamma_{LT})}{k_{CPL}^P}, \\
 v_{LCE}^P(t) &= s_{MENT_j}^P(t)k_{CWR_j}^P(\gamma_{LT}), \\
 v_{SMO}^P(t) &= Dalay3(v_{PCO}^P(t), h_{DP}^P), \\
 v_{MI}^P(t) &= Dalay3(v_{PI}^P(t), h_{DP}^P), \\
 Q_S &= v_{SI}^P(t) + v_{SMO}^P(t), \\
 \omega_{CR}(\gamma_{LR}) &= \omega_{CR_0} + \alpha_1\gamma_{LR} - \alpha_2(\gamma_{LR})^2, \\
 v_{LCE}^P(t, \gamma_{LR}) &= v_{LCE_0}^P(t, \gamma_{LR}) + b_1\gamma_{LR} - b_2(\gamma_{LR})^2, \\
 k_{CFGP}^P(\omega_{CR}(\gamma_{LR})) &= k_{CFGP_0}^P + \beta\omega_{CR}(\gamma_{LR}), \\
 k_{SIC}^P(t, \gamma_{LR}) &= \sigma Q_S - a_1\gamma_{LT} + a_2(\gamma_{LT})^2, \\
 x_{SO}^P(0) &= v_{RFI}^P(0)h_{DS}^P, x_{SI}^P(0) = v_{RFI}^P(0), v_{LCE}^P(0) = s_{MENP}^P(t)k_{CWR}^P,
 \end{aligned}$$

Определение оптимального решения модели задачи (5) сводится к вычислению производной целевой функции по уровню квалификации персонала и последующему решению полученного уравнения относительно параметра  $\gamma_{LR}$ . Необходимое условие существования максимума определяется из уравнения:

$$\frac{\partial v_{PBTR}^P(t, \gamma_{LR})}{\partial \gamma_{LR}^*} = Q_S[\beta(\alpha_1 - 2\alpha_2\gamma_{LR}^*) + a_1 - 2a_2\gamma_{LR}^*] - b_1 = 0, \quad (6)$$

где  $\gamma_{LR}^*$ —оптимальный уровень квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей.

Из полученного уравнения (6) оптимальный уровень квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей  $\gamma_{LR}^*$ , определим из уравнения:

$$\gamma_{LR}^* = \frac{Q_S(\beta\alpha_1 + a_1) - b_1}{Q_S(a_2 + \beta\alpha_2)}, \quad (7)$$

Из уравнения (7) следует что для существования оптимального уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей  $\gamma_{LR}^*$  необходимо, чтобы и числитель и знаменатель уравнения были положительными величинами, т. е. выполнялось следующее неравенство:

$$Q_S(\beta\alpha_1 + a_1) > b_1, \quad (8)$$

Для решения модели (5) необходимо определить значения коэффициентов чувствительности  $a_1, a_2, b_1, b_2, \alpha_1, \alpha_2, \beta$ . Используя статистические данные, методом наименьших квадратов получены уравнения (9–12) в следующем виде:

$$\omega_{CR}(\gamma_{LR}) = 0,95 + 0,07\gamma_{LR} - 0,448(\gamma_{LR})^2 \quad (9)$$

$$v_{LCE}^P(t, \gamma_{LR}) = 18 \cdot 10^6 + 1 \cdot 10^6\gamma_{LR} - 0,7 \cdot 10^6(\gamma_{LR})^2, \quad (10)$$

$$k_{CFGP}^P(\omega_{CR}(\gamma_{LR})) = 30 \cdot 10^6 + 4 \cdot 10^6\omega_{CR}(\gamma_{LR}), \quad (11)$$

$$k_{SIC}^P(t, \gamma_{LR}) = 60 \cdot 10^6 - 2 \cdot 10^6\gamma_{LT} + 1,5 \cdot 10^6(\gamma_{LT})^2, \quad (12)$$

На рис. 1 представлен график зависимости изменения величины надежности от изменения уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей. Полученная функциональная зависимость является нелинейной, в которой скорость изменения надежности, характеризующей тангенс угла наклона касательной, уменьшается в каждой точке кривой с увеличением уровня квалификации персонала.

На рис. 2 представлен график зависимости изменения цены ракеты-носителя от изменения ее надежности. Полученная функциональная зависимость является линейной, в которой изменение цены ракеты-носителя увеличивается в каждой точке прямой с постоянной скоростью с увеличением уровня надежности.

На рис. 3 построен график зависимости изменения величины себестоимости выпуска ракеты-носителя от изменения доли обученных сотрудников. Полученная функциональная зависимость является нелинейной, в которой скорость изменения себестоимости, характеризующей тангенс угла наклона касательной, увеличивается в каждой точке кривой с увеличением доли обученного персонала.

На рис. 4 представлен график изменения величины заработной платы при изменении доли обученных сотрудников. Полученная функциональная зависимость является нелинейной, в которой ско-

рость изменения заработной платы, характеризующей тангенс угла наклона касательной, уменьшается в каждой точке кривой с увеличением доли обученного персонала.

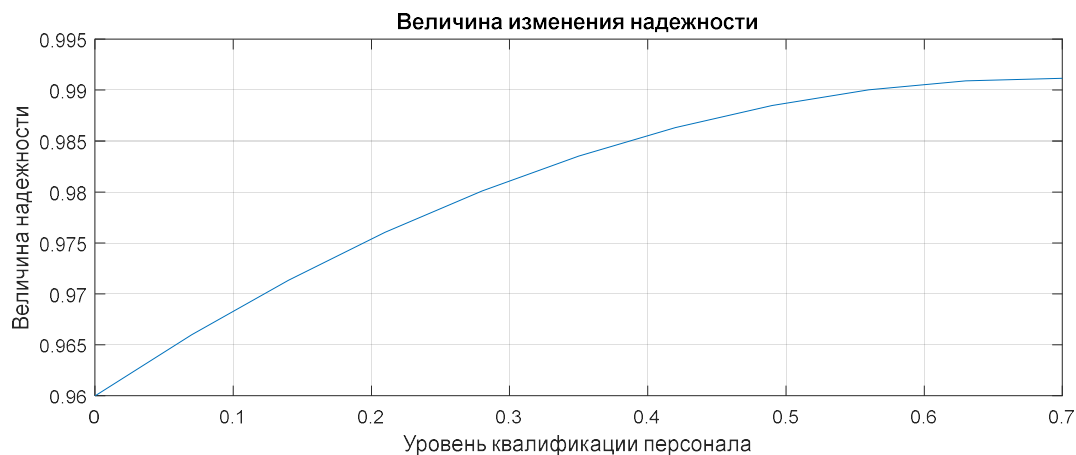


Рисунок 1 – График зависимости изменения величины надежности от изменения уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей  
Figure 1 – Graph of the dependence of the change in the reliability value on the change in the qualification level of personnel for the control and quality management of launch vehicle manufacturing

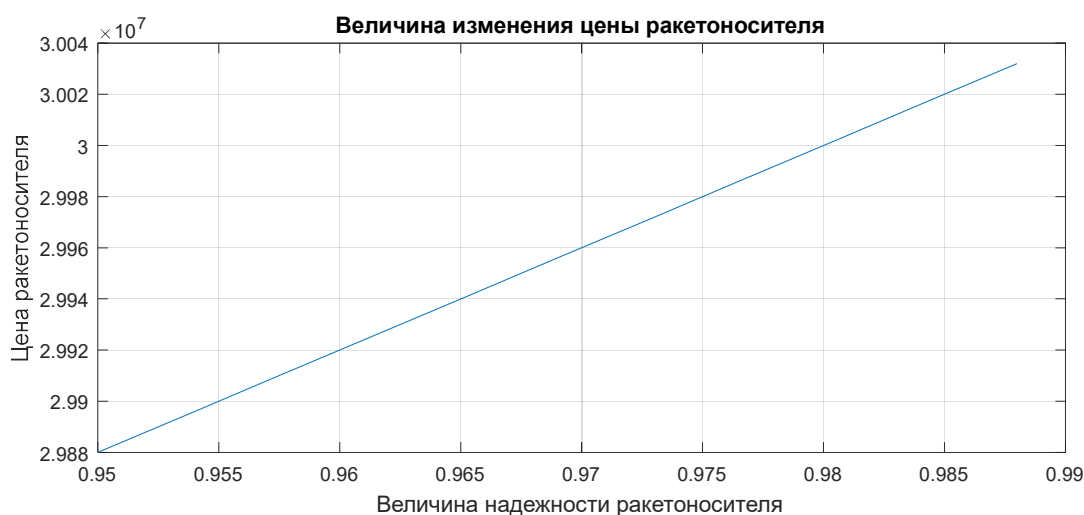


Рисунок 2 – График зависимости изменения цены ракеты-носителя от изменения ее надежности  
Figure 2 – Graph of the dependence of the change in the price of the launch vehicle on the change in its reliability

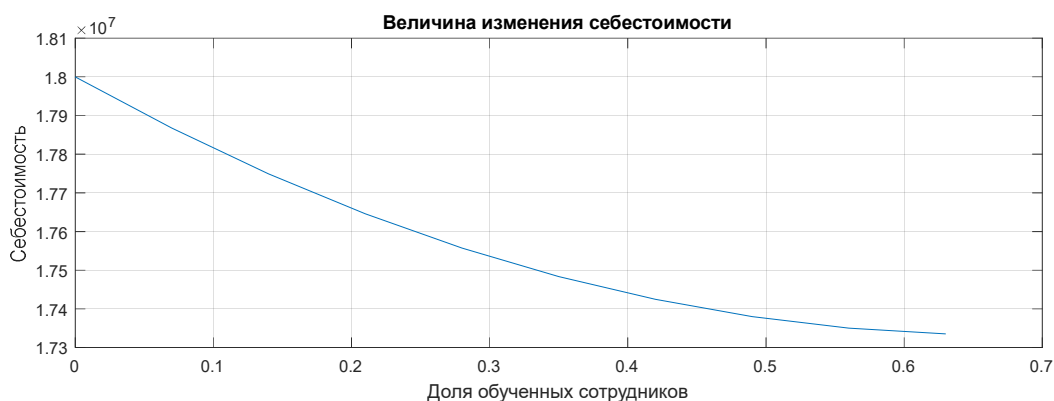


Рисунок 3 – График изменения величины себестоимости выпуска ракеты-носителя при изменении доли обученных сотрудников  
Figure 3 – Graph of changes in the cost of launch vehicle production with a change in the proportion of trained employees

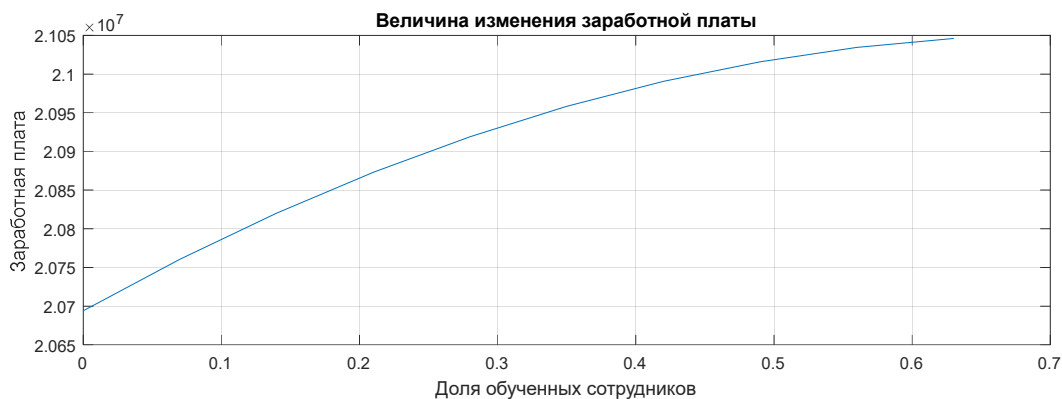


Рисунок 4 – График изменения величины заработной платы при изменении доли обученных сотрудников

Figure 4 – Graph of salary changes when the proportion of trained employees changes

Из графиков на рис. 1–4 можно сделать вывод о том, что с ростом изменения уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей и надежности эффективность их влияния на себестоимость, величину заработной платы и надежности уменьшается, а эффективность влияния на цену ракеты-носителя осуществляется с постоянной скоростью.

Определим оптимальную величину уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей  $\gamma_{LR}^*$ , обеспечивающую максимальную величину темпа прибыли  $v_{PBTR}^P(t, \omega_{CR}(\gamma_{LR}^*))$ .

Подставляя численные значения коэффициентов чувствительности в уравнение (7), получим численную оптимальную величину уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей  $\gamma_{LR}^*$ :

$$\gamma_{LR}^* = \frac{60 \cdot 10^6 (4 \cdot 10^6 \cdot 0,07 + 2 \cdot 10^6) - 1 \cdot 10^6}{60 \cdot 10^6 (1,5 \cdot 10^6 + 4 \cdot 10^6 \cdot 0,448)} = 0,692. \quad (13)$$

Учитывая, что общая численность персонала на АО «РКЦ «Прогресс» составляет 25 800, общее количество персонала, прошедшего обучение, составляет  $25800 \cdot 0,692 = 17866$  человек.

Определим инвестиции в обучение персонала предприятия. В таблице 1 представлены данные по каждому виду обучения, характеризующие затраты, связанные с обучением персонала. Из приведенной таблицы следует, что инвестиции в обучение персонала на все виды обучения составляют 1 223 471 д. ед. в год.

Таблица 1 – Данные по каждому виду обучения, характеризующие затраты, связанные с обучением персонала

Table 1 – Data for each type of training, characterizing the costs associated with staff training

Вид обучения	Средняя стоимость человека, руб.	Обучение по программам, %	Количество обученных по программам, руб.	Стоимость обучения по предприятию, руб./\$
Обязательное обучение	2 247	56,2	10040	22 560 978 / 336 731
Программы повышения квалификации и краткосрочного обучения	6 659	38,9	6950	46 278 273 / 690 720
Программа подготовки кадрового резерва	6 998	1,6	286	2 000 380 / 29 856
Обучение по долгосрочным программам	35 938	0,2	36	1 284 111 / 19 166
Обучение в рамках Федеральных программ	17 783	3,1	554	9 848 844 / 146 998
<b>Итого</b>			<b>17 866</b>	<b>81972584 / 1223471</b>

Определим эффективность инвестиций в повышение уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей. Для этого рассчитаем величину эффекта, получаемого предприятием от снижения себестоимости в зависимости повышения уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей. Из графика изменения величины себестоимости выпуска ракеты-носителя при изменении уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей (рис.3) следует, что себестоимость при оптимальной величине  $\gamma_{LR}^* = 0,692$  равна  $k_{SIC}^P(t, \gamma_{LR}^*) = 17,33 \cdot 10^6$  д. ед./шт. В результате решения компьютерной имитационной модели формирования прибыли предприятия с учетом инвестиций в обучение персонала на рис.5 представлен график траектории изменения себестоимости ракеты-носителя при изменении уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей в течение года до оптимальной величины  $\gamma_{LR}^* = 0,692$ . Как следует из приведенного графика, величина себестоимости ракеты-носителя в первый месяц составляет  $k_{SIC}^P(t, \gamma_{LR}) = 18 \cdot 10^6$  д. ед./шт., при равномерном темпе обучения сотрудников до оптимальной величины  $\gamma_{LR}^* = 0,692$  в течение года, величина себестоимости ракеты-носителя принимает значение, равное  $k_{SIC}^P(t, \gamma_{LR}^*) = 17,33 \cdot 10^6$  д. ед./шт., т. е. снижение себестоимости ракеты-носителя равно разности величин  $\Delta k_{SIC}^P(t, \gamma_{LR}) = (k_{SIC}^P(t, \gamma_{LR}^*) - k_{SIC}^P(t, \gamma_{LR})) = (17,33 \cdot 10^6 - 18 \cdot 10^6) = -670 \cdot 10^3$  д. ед./шт. Таким образом, в результате повышения уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей себестоимость одной ракеты-носителя снизилась на величину  $\Delta k_{SIC}^P(t, \gamma_{LR}) = -670 \cdot 10^3$  д. ед./шт.

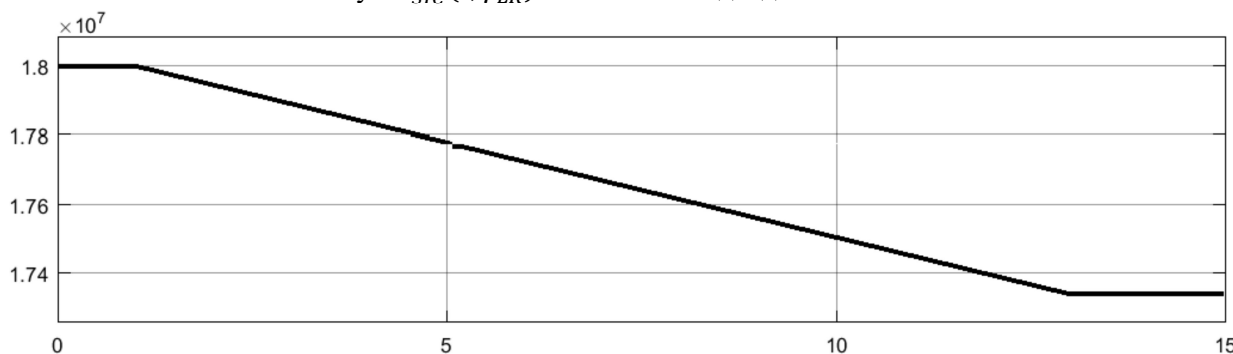


Рисунок 5 – График траектории изменения себестоимости ракеты-носителя при изменении уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей в течение года до оптимальной величины  $\gamma_{LT}^* = 0,692$

Figure 5 – Graph of the trajectory of changes in the cost of a launch vehicle when the qualification level of personnel for control and quality management of manufacturing launch vehicles changes during the year to the optimal value  $\gamma_{LT}^* = 0.692$

Для оценки эффективности инвестиций в повышение уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей определим величину изменения заработной платы сотрудников. Из графика изменения величины заработной платы при изменении уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей (рис.4) следует, что величина темпа заработной платы при оптимальной величине  $\gamma_{LR}^* = 0,692$  равна  $v_{LCE}^P(t, \gamma_{LR}^*) = 21,050 \cdot 10^6$  д. ед./мес. В результате решения компьютерной имитационной модели формирования темпа прибыли предприятия с учетом инвестиций в обучение персонала на рис.6 представлен график траектории изменения величины темпа заработной платы при изменении уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей в течение года до оптимальной величины  $\gamma_{LR}^* = 0,692$ . Как следует из приведенного графика, величина заработной платы в первый месяц составляет  $v_{LCE}^P(t, \gamma_{LR}) = 20,69 \cdot 10^6$  д. ед./мес., при равномерном темпе обучения сотрудников до оптимальной величины  $\gamma_{LR}^* = 0,692$  в течение года величина темпа заработной платы принимает значение, равное  $v_{LCE}^P(t, \gamma_{LR}^*) = 21,050 \cdot 10^6$  д. ед./мес., т.е. увеличение величины заработной платы равно разности величин  $\Delta v_{LCE}^P(t, \gamma_{LR}) = (v_{LCE}^P(t, \gamma_{LR}^*) - v_{LCE}^P(t, \gamma_{LR})) = (21,050 \cdot 10^6 - 20,69 \cdot 10^6) = 360 \cdot 10^3$  д. ед./мес. Таким образом, в результате повышения уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей величина темпа заработной платы увеличилась на величину  $\Delta v_{LCE}^P(t, \gamma_{LR}) = 360 \cdot 10^3$  д. ед./мес.

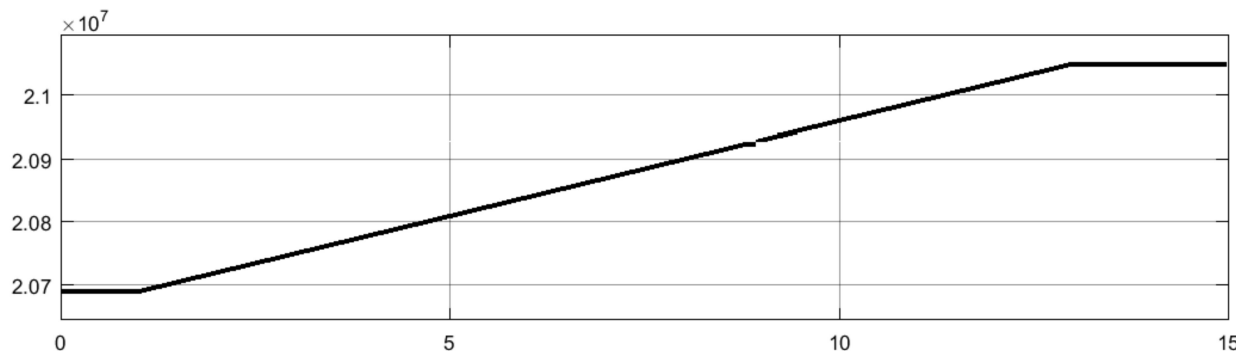


Рисунок 6 – График траектории изменения величины темпа заработной платы при изменении уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей в течение года до оптимальной величины  $\gamma_{LR}^* = 0,692$

Figure 6 – Graph of the trajectory of changes in the rate of wages when the qualification level of personnel for control and quality management of launch vehicle manufacturing changes during the year to the optimal value  $y_{LR}^* = 0.692$

Определим эффективность инвестиций в повышение уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей при изменении надежности ракеты-носителя. Из графика изменения величины надежности от изменения уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей (рис. 1) следует, что величина надежности ракеты-носителя при оптимальной величине  $\gamma_{LR}^* = 0,692$  равна  $\omega_{CR}(\gamma_{LR}^*) = 0,9912$ .

Для оценки эффективности инвестиций в повышение уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей определим величину изменения цены ракеты-носителя. Из графика изменения цены ракеты-носителя при изменении надежности (рис.4) следует, что цена ракеты-носителя при величине надежности  $\omega_{CR}(\gamma_{LR}^*) = 0,9912$  равна  $k_{CFGP}^P(\omega_{CR}(\gamma_{LR}^*)) = 30,040 \cdot 10^6$  д. ед./мес. В результате решения компьютерной имитационной модели формирования темпа прибыли предприятия с учетом инвестиций в обучение персонала на рис.7 представлен график траектории изменения цены ракеты-носителя при изменении уровня надежности в течение года до оптимальной величины  $\omega_{CR}(\gamma_{LR}^*) = 0,9912$ . Как следует из приведенного графика, цена ракеты-носителя в первый месяц составляет  $k_{CFGP}^P = 30 \cdot 10^6$  д. ед./мес., при равномерном темпе повышения уровня надежности до оптимальной величины  $\omega_{CR}(\gamma_{LR}^*) = 0,9912$  в течение года, цена ракеты-носителя принимает значение, равное  $k_{CFGP}^P(\omega_{CR}(\gamma_{LR}^*)) = 30,040 \cdot 10^6$  д. ед./мес., т. е. увеличение цены ракеты-носителя равно разности величин  $\Delta k_{CFGP}^P(\omega_{CR}(\gamma_{LR}^*)) = (k_{CFGP}^P(\omega_{CR}(\gamma_{LR}^*)) - k_{CFGP}^P(\omega_{CR}(\gamma_{LR}))) = (30,040 \cdot 10^6 - 30 \cdot 10^6) = 40 \cdot 10^3$  д. ед./мес. Таким образом, в результате повышения уровня надежности цена ракеты-носителя увеличилась на величину  $\Delta k_{CFGP}^P(\omega_{CR}(\gamma_{LR}^*)) = 40 \cdot 10^3$  д. ед./мес.

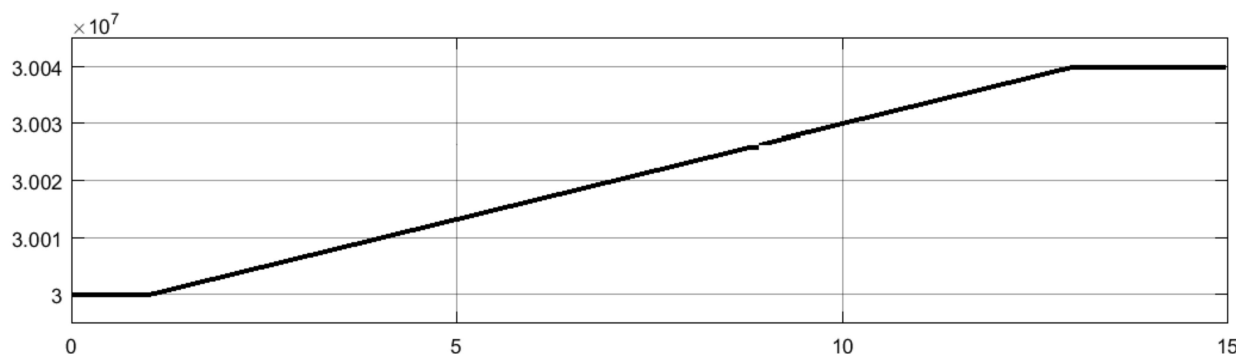


Рисунок 7 – График траектории изменения цены ракеты-носителя при изменении уровня его надежности в течение года до величины  $\omega_{CR}(\gamma_{LR}^*) = 0,9912$

Figure 7 – Graph of the trajectory of the price change of the launch vehicle when its reliability level changes during the year to the value of  $w_{CR}(\gamma_{LR}^*) = 0.9912$



Для оценки эффективности инвестиций в повышение уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей определим величину совокупного изменения прибыли до налогообложения  $\Delta v_{PBTR}^P(t, \omega_{CR}(\gamma_{LR}))$ , с учетом повышения прибыли за счет снижения себестоимости ракеты-носителя, повышения цены на ракеты-носители и снижения прибыли за счет повышения заработной платы сотрудникам и величины инвестиций в повышение уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей.

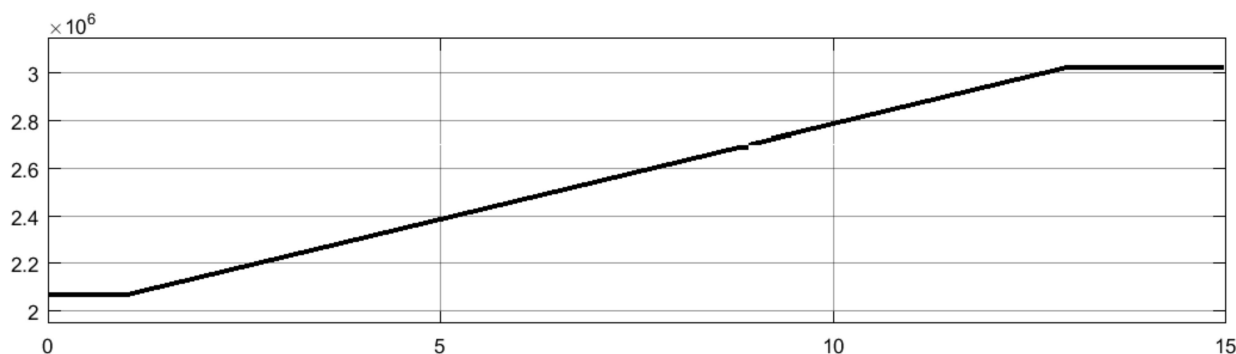


Рисунок 8 – График траектории изменения величины темпа прибыли при изменении уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей в течение года до оптимальной величины  $\gamma_{LR}^* = 0,692$

Figure 8 – Graph of the trajectory of the change in the rate of profit when the qualification level of personnel for control and quality management of launch vehicle manufacturing changes during the year to the optimal value  $\gamma_{LR}^* = 0.692$

В результате решения компьютерной имитационной модели формирования темпа прибыли предприятия с учетом инвестиций в обучение персонала (рис.5.7) на рис.8 представлена траектория изменения величины темпа прибыли при изменении уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей в течение года до оптимальной величины  $\gamma_{LR}^* = 0,692$ . Как следует из приведенного графика, величина темпа прибыли до налогообложения в первый месяц составляет  $v_{PBTR}^P(t, \omega_{CR}(\gamma_{LR})) = 2,069 \cdot 10^6$  д.ед./мес., при равномерном темпе повышения уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей до оптимальной величины  $\gamma_{LR}^* = 0,692$  в течение года, величина темпа прибыли до налогообложения принимает значение, равное  $v_{PBTR}^P(t, \omega_{CR}(\gamma_{LR}^*)) = 3,027 \cdot 10^6$  д. ед./мес., т. е. увеличение величины темпа прибыли до налогообложения равно разности величин  $\Delta v_{PBTR}^P(t, \omega_{CR}(\gamma_{LR})) = (v_{PBTR}^P(t, \omega_{CR}(\gamma_{LR}^*)) - v_{PBTR}^P(t, \omega_{CR}(\gamma_{LR}))) = (3,027 \cdot 10^6 - 2,069 \cdot 10^6) = 958 \cdot 10^3$  д. ед./мес. Таким образом, в результате повышения уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей величина темпа прибыли до налогообложения увеличилась на величину  $\Delta v_{PBTR}^P(t, \omega_{CR}(\gamma_{LR})) = 958 \cdot 10^3$  д.ед./мес.

Сравнивая полученный эффект увеличения темпа прибыли до налогообложения  $\Delta v_{PBTR}^P(t, \omega_{CR}(\gamma_{LR})) = (958 \cdot 10^3) \cdot 12$  мес. =  $11,496 \cdot 10^6$  д.ед./год. с величиной инвестиций в повышение уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей, приведенной в табл.1, равной  $u_{LR}(\gamma_{LR}) = 1,223 \cdot 10^6$  д. ед./год., заключаем, что на одну д. ед. инвестиций, вложенных в повышение уровня квалификации персонала по контролю и управлению качеством изготовления ракет-носителей до оптимальной величины  $\gamma_{LR}^* = 0,692$ , получено 12,23 д. ед. эффекта от увеличения прибыли, получаемой предприятием.

Таким образом, в представленном разделе дана краткая характеристика персонала в РКО и в интегрированных структурах, включая АО «РКЦ «Прогресс». Представлены диаграммы численности работников, прошедших обучение, рекомендации по итогам оценки персонала, методы и ресурсы. Определен критерий качества трудовых ресурсов, как доля сотрудников, прошедших обучение, характеризующая величину управляющего параметра. Сформирована дискретная модель задачи определения прибыли, выступающая в виде критерия оценки деятельности предприятия, величина которой зависит от доли обученных сотрудников. Сформулирована задача оптимизации, для решения которой разработана компьютерная имитационная модель.

Определены оптимальная величина доли обученного персонала и аналитические условия существования ее оптимального значения. С учетом динамики потоков формирования прибыли определена эффективность инвестиций в обучение персонала. Показано, что на денежную единицу инвестиций повышения доли обученных сотрудников эффект составил более десяти денежных единиц.

### **Заключение**

Разработана цифровая дискретная математическая и компьютерная модель формирования прибыли с учетом уровня надежности ракет-носителей, позволяющая исследовать влияние изменения уровня квалификации сотрудников на величину надежности, цены, удельной себестоимости, заработной платы. Представлена оценка эффективности инвестиций в повышение уровня квалификации персонала.

### **Библиографический список**

1. Щелоков Д.А. Внутрифирменные механизмы бюджетного управления крупным промышленным комплексом по производству ресурсоемких изделий / Д.А. Щелоков, Д.Г. Гришанов, Г.М., Гришанов, С.А. Кирилина. Самара: Издательство СамНЦ РАН, 2009.
2. Щелоков Д.А. Методология и аналитический инструментарий формирования устойчивых механизмов конфликтного взаимодействия в промышленных комплексах / Д.А. Щелоков, Д.Г. Гришанов, А.Д. Гришанова, К.А. Татарина // *Экономические науки*. 2011. № 12 (85). С. 387–390.
3. Щелоков Д.А. Выбор равновесных стратегий в условиях ценовой конкуренции по уровню их надежности / Д.А. Щелоков, А.Д. Гришанова, К.А. Татарина // *Экономические науки*. 2012. № 10 (95). С. 196–201.
4. Форрестер Дж. Мировая динамика: пер. с англ. / под ред. Д.М. Гвишиани, Н.Н. Моисеева. Москва: Наука, 1978. 168 с.
5. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (Индустриальная динамика): пер. с англ. / под ред. Д.М. Гвишиани. Москва: Прогресс, 1971. 340 с.
6. Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Леонтьев С.В., Новиков Д.А., Чернышев Р.А. Механизмы финансирования программ регионального развития. Москва: ИПУ РАН, 2002. 52 с.
7. Бурков В.Н., Еналеев А.К., Новиков Д.А. Механизмы функционирования социально-экономических систем с сообщением информации // *Автоматика и телемеханика*. 1996. № 3. С. 3–26.
8. Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Кулик О.С., Новиков Д.А. Механизмы страхования в социально-экономических системах. Москва: ИПУ РАН, 2001. 109 с.
9. Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Леонтьев С.В., Новиков Д.А., Чернышев Р.А. Механизмы финансирования программ регионального развития. Москва: ИПУ РАН, 2002. 52 с.
10. Мунипов В.М. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды [Текст]: учебник для вузов / В.М. Мунипов, В.П. Зинченко. Москва: Логос, 2001. 356 с.
11. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. Москва: МЛСИ, 2005. 584 с.

### **References**

1. Shchelokov D.A. Intra-company mechanisms of budget management of a large industrial complex for the production of resource-intensive products. D.A. Shchelokov, D.G. Grishanov, G.M., Grishanov, S.A. Kirilina / Samara: Publishing House of the Russian Academy of Sciences, 2009. (In Russ.)
2. Shchelokov D.A. Methodology and analytical tools for the formation of stable mechanisms of conflict interaction in industrial complexes / D.A. Shchelokov, D.G. Grishanov, A.D. Grishanova, K.A. Tatarina. *Economic sciences*, 2011, no. 12 (85), pp. 387–390. (In Russ.)

3. Shchelokov D.A. The choice of equilibrium strategies in terms of price competition in terms of their reliability. D.A. Shchelokov, A.D. Grishanova, K.A. Tatarinova. *Economic sciences*, 2012, № 10 (95), pp. 196–201. (In Russ.)
4. Forrester J. *World dynamics*: Translated from English. Edited by D.M. Gvishiani, N.N. Moiseev. Moscow: Nauka, 1978, 168 p. (In Russ.)
5. Forrester J. *Fundamentals of enterprise Cybernetics (Industrial Dynamics)*: Translated from English. Edited by D.M. Gvishiani. Moscow: Progress, 1971, 340 p. (In Russ.)
6. Burkov V.N., Zagladnev A.Yu., Leontiev S.V., Novikov D.A., Chernyshev R.A. Financing mechanisms for regional development programs. Moscow: IPU RAS, 2002, 52 p. (In Russ.)
7. Burkov V.N., Enaleev A.K., Novikov D.A. Mechanisms of functioning of socio-economic systems with information communication. *Automation and telemekhanics*, 1996, no. 3, pp. 3–26. (In Russ.)
8. Burkov V.N., Zazhnev A.Yu., Kulik O.S., Novikov D.A. Insurance mechanisms in socio-economic systems. Moscow: IPU RAS, 2001, 109 p. (In Russ.)
9. Burkov V.N., Zagladnev A.Yu., Leontiev S.V., Novikov D.A., Chernyshev R.A. Financing mechanisms for regional development programs. Moscow: IPU RAS, 2002, 52 p. (In Russ.)
10. Munipov V.M. *Ergonomics: human-oriented design of equipment, software and environment: textbook for universities*. V.M. Munipov, V.P. Zinchenko. Moscow: Logos, 2001, 356 p. (In Russ.)
11. Novikov D.A. *Theory of management of organizational systems*. Moscow: MLSI, 2005, 584 p. (In Russ.)