

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЭКОНОМИКИ

MATHEMATICAL AND INSTRUMENTAL METHODS OF ECONOMICS

DOI: 10.18287/2542-0461-2023-14-1-157-171



НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 330.42

Дата поступления: 10.11.2022
рецензирования: 20.12.2022
принятия: 15.03.2023

Экономико-математические модели трансформации производственного предприятия, учитывающие динамику его инновационного потенциала

В.И. Аксинин

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация
E-mail: aksininvladimir@mail, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6959-8053>

Л.А. Сараев

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация
E-mail: saraev_leo@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3625-5921>

Аннотация: В публикуемой статье предложены экономико-математические модели предприятия, учитывающие влияние его инновационного потенциала на динамику роста выпуска продукции и производственных факторов. Модели представляют собой систему дифференциальных уравнений относительно ресурсов предприятия и функции его инновационного потенциала. Рассмотрены три варианта формирования инновационного потенциала предприятия из внедряемых в производство продуктовых, процессных технологических инноваций смешанных технологических инноваций. В первом случае инновационный потенциал образуется из продуктовых технологических инноваций, выводящих на рынок новые или усовершенствованные товары. Во втором случае инновационный потенциал формируется на базе, обеспечивающей новый или значительно улучшенный способ производства продукции. В третьем случае инновационный потенциал является результатом одновременного сочетания продуктовых и процессных технологических инноваций. Построены сценарии развития предприятия, соответствующие отсутствию инновационного потенциала, продуктовому инновационному потенциалу, процессному инновационному потенциалу, смешанному инновационному потенциалу и случаю полной реализации инновационного потенциала. Представлены вариант сценариев развития предприятия, при котором инновационный потенциал внедряется с самого начала, и вариант сценариев развития предприятия, при котором инновационный потенциал внедряется с некоторого момента времени.

Ключевые слова: амортизация; выпуск продукции; инвестиции; инновационный потенциал; предприятие; продуктовые технологические инновации; производственная функция; процессные технологические инновации; ресурсы; смешанные технологические инновации; факторы производства.

Цитирование. Аксинин В.И., Сараев Л.А. Экономико-математические модели трансформации производственного предприятия, учитывающие динамику его инновационного потенциала // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2023. Т. 14, № 1. С. 157–171. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2023-14-1-157-171>.

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

© Аксинин В.И., Сараев Л.А., 2023

Владимир Иванович Аксинин – аспирант кафедры математики и бизнес-информатики, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 443086, Российская Федерация, г. Самара, Московское шоссе, 34.

Леонид Александрович Сараев – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой математики и бизнес-информатики, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 443086, Российская Федерация, г. Самара, Московское шоссе, 34.

SCIENTIFIC ARTICLE

Submitted: 10.11.2022

Revised: 20.12.2022

Accepted: 15.03.2023

Economic and mathematical models of transformation manufacturing enterprise, taking into account the dynamics of its innovative potential

V.I. Aksinin

Samara National Research University, Samara, Russian Federation

E-mail: aksininvladimir@mail, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6959-8053>

L.A. Saraev

Samara National Research University, Samara, Russian Federation

E-mail: saraev_leo@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3625-5921>

Abstract: In the published article, economic and mathematical models of an enterprise are proposed, taking into account the influence of its innovative potential on the dynamics of growth in output and production factors. Models are a system of differential equations regarding the resources of the enterprise and the function of its innovative potential. Three options for the formation of the innovative potential of an enterprise from the product, process technological innovations of mixed technological innovations introduced into production are considered. In the first case, innovative potential is formed from product technological innovations that bring new or improved products to the market. In the second case, the innovative potential is formed on the basis of providing a new or significantly improved way of producing products. In the third case, the innovative potential is the result of a simultaneous combination of product and process technological innovations. Scenarios for the development of an enterprise are constructed that correspond to the absence of innovation potential, product innovation potential, process innovation potential, mixed innovation potential and the case of full implementation of innovation potential. A variant of scenarios for the development of an enterprise is presented, in which the innovative potential is introduced from the very beginning, and a variant of scenarios for the development of an enterprise, in which the innovative potential is introduced from a certain point in time.

Key words: depreciation; output; investment; innovation potential; enterprise; product technological innovations; production function; process technological innovations; resources; mixed technological innovations; factors of production.

Citation. Aksinin V.I., Saraev L.A. Economic and mathematical models of transformation manufacturing enterprise, taking into account the dynamics of its innovative potential. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie = Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2023, vol. 14, no. 1, pp. 157–171. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2023-14-1-157-171>. (In Russ.)

Information on the conflict of interest: authors declare no conflict of interest.

© Аксинин В.И., Сараев Л.А., 2023

Vladimir I. Aksinin – postgraduate of the Department of Mathematics and Business Informatics, Samara National Research University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russian Federation.

Leonid A. Saraev – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor, head of the Department of Mathematics and Business Informatics, Samara National Research University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russian Federation.

Введение

Важнейшим приоритетным направлением развития национальной экономики является инновационная трансформация ее производственных предприятий [1].

Ресурсные, цифровые, финансовые, кадровые, научные, патентные и лицензионные компоненты инновационной трансформации предприятия образуют его инновационный потенциал.

Он образует технологическую основу инновационной деятельности предприятия, выпускающего новые виды продукции и осваивающие новые методы их производства, и существенно влияет на сценарии его динамического развития [2–7].

Технологические инновации предприятия представляют собой результаты его инновационной деятельности, которая обеспечивает внедрение в производство [8–18]:

- комплексной автоматизации технологических процессов производства;
- новых материалов;
- высококвалифицированного персонала;
- робототехники, манипуляторов и гибких производственных систем;
- элементов искусственного интеллекта;
- промышленного интернета вещей;
- цифровых технологий и т. д.

С помощью технологических инноваций инновационный потенциал предприятия может быть реализован либо в виде принципиально нового выпускаемого продукта, либо в виде нового бизнес-процесса или способа производства.

В первом случае технологическая инновация является продуктовой инновацией, выводящей на рынок нового товара, либо значительное усовершенствование существующих товаров.

Во втором случае технологическая инновация представляется в виде процессной инновации, внедряющей новый или значительно улучшенный производственный способ производства продукции.

Очевидно, что на практике возможно сочетание таких вариантов применения инновационного потенциала, при которых продуктовые инновации и процессные инновации реализуются одновременно, генерируя и новый продукт, и новый процесс производства [19–24].

Различные способы применения инновационного потенциала могут формировать различные сценарии развития предприятия.

Применение определенных инновационных технологий в производстве способно существенно повысить выручку предприятия, выпуская большее количество изделий той же номенклатуры.

Используя другие инновационные технологии, предприятие может увеличить свою выручку, выпуская то же число изделий, но более высокого качества и более высокой цене.

Наконец, продвинутые инновационные технологии могут помочь предприятию решить одновременно обе вышеуказанные задачи, и выпускать большее число новых качественных и более дорогих изделий [25–29].

Таким образом, математическое моделирование подобных сценариев является актуальной задачей современной экономической теории, успешное решение которой может помочь экономическим системам и предприятиям правильно выбирать свой инновационный вектор развития, эффективно управляя инновационными процессами и инновационным потенциалом.

Целью предлагаемой работы является построение математической модели формирования и функционирования инновационного потенциала и его применения для разработки сценариев развития предприятия.

1. Постановка задачи

Выпуск готовой продукции производственного предприятия обеспечивается ресурсами в виде основного и оборотного капиталов, привлекаемых трудовых ресурсов, используемых материалов, технологий и т. д. Ограничимся здесь однофакторной моделью, согласно которой все вышеперечисленные факторы производства представляются в денежном выражении и сведены в один общий ресурс объемом Q .

Переменная величина объема этого фактора производства предполагается непрерывной, непрерывно дифференцируемой и ограниченной на числовой полуоси $(0 \leq t < \infty)$ функцией $Q = Q(t)$. Единицей измерения непрерывного аргумента времени t служит соответствующий обстоятельствам рыночный период (месяц, квартал, год).

Рассматриваемое предприятие, внедряет в структуру своего производства определенные технологические инновации, совокупность которых образует инновационный потенциал предприятия U , модернизирующий его производственные мощности и трансформирующий его бизнес-процессы.

Переменная величина объема этого инновационного потенциала также предполагается непрерывной, непрерывно дифференцируемой и ограниченной на числовой полуоси ($0 \leq t < \infty$) функцией $U = U(t)$.

Объем инновационного потенциала U представляются в денежном выражении и формируется из определенной части выручки предприятия по решению руководства.

Технологические инновации потенциала $U(t)$ трансформируют производственные мощности предприятия и его бизнес-процессы, непрерывно изменяя значения экономических показателей.

Поэтому объемы выручки предприятия следует описывать определенными вариантами однофакторных производственных функций Кобба–Дугласа, соответствующими различным сценариям трансформации производственных мощностей

$$\begin{cases} V_N(t) = P_0 \cdot Q_N(t)^{a_0}, \\ V_P(t) = \left(P_0 \cdot \left(1 - \frac{U_P(t)}{U_P^\infty} \right) + P_\infty \cdot \frac{U_P(t)}{U_P^\infty} \right) \cdot Q_P(t)^{a_0}, \\ V_B(t) = P_0 \cdot \left(Q_B(t)^{a_0} \cdot \left(1 - \frac{U_B(t)}{U_T^\infty} \right) + Q_B(t)^{a_\infty} \cdot \frac{U_B(t)}{U_T^\infty} \right), \\ V_S(t) = P_0 \cdot Q_S(t)^{a_0} \cdot \left(1 - \frac{U_S(t)}{U_S^\infty} \right) + P_\infty \cdot Q_S(t)^{a_\infty} \cdot \frac{U_S(t)}{U_S^\infty}, \\ V_F(t) = P_\infty \cdot Q_F(t)^{a_\infty}. \end{cases} \quad (1.1)$$

Здесь объем выручки $V_N(t)$ – соответствует варианту, при котором внедрения технологических инноваций не вообще происходит, объем выручки $V_P(t)$ – соответствует варианту, при котором в производство внедряются продуктовые технологические инновации, объем выручки $V_B(t)$ соответствует варианту, при котором в производство внедряются процессные технологические инновации, объем выручки $V_S(t)$ – соответствует варианту, при котором в производство одновременно внедряются как продуктовые так и процессные технологические инновации, объем выручки $V_F(t)$ – соответствует варианту, при котором все технологические инновации были полностью внедрены с самого начала.

Введем общие обозначения функций выручки, производственных факторов и инновационных потенциалов для различных сценариев инновационной трансформации предприятия $V_Z(t), Q_Z(t), U_Z(t)$, где индекс Z принимает последовательно значения $Z = (N, P, B, S, F)$.

Области изменений функций $Q_Z = Q_Z(t)$ и функций потенциалов $U_Z = U_Z(t)$ имеют вид

$$\begin{aligned} Q_Z^0 < Q_Z(t) < Q_Z^\infty, \\ U_Z^0 < U_Z(t) < U_Z^\infty. \end{aligned}$$

Здесь $Q_Z^0 = Q_Z(0)$ – известные заданные начальные значения факторов производства $Q_Z = Q_Z(t)$, $Q_Z^\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} Q_Z(t)$ – их предельные значения, которые подлежат вычислению, $U_Z^0 = U_Z(0)$ – заданные начальные значения инновационных потенциалов, $U_Z^\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} U_Z(t)$ – их предельные значения, которые подлежат вычислению, показатели степени a_0, a_∞ – представляют собой начальную и предельную эластичности выпусков продукции по ресурсам $Q_Z(t)$,

($0 \leq a_0 < a_\infty \leq 1$), коэффициенты P_0, P_∞ – представляют собой начальную и предельную стоимости продукции произведенной на единичные объемы ресурсов $Q_Z(t)$, ($P_0 < P_\infty$).

Выражения для производственных функций (1.1) описывает плавный переход от начальной производственной функции $V_N = P_0 \cdot Q_N^{a_0}$, соответствующей полному отсутствию объема инновационного потенциала ($U_N(t) \equiv 0$), до предельной производственной функции $V_F = P_\infty \cdot Q_F^{a_\infty}$, соответствующей предельному значению объема инновационного потенциала ($U_F(t) \equiv U_\infty$).

2. Модели вариантов развития предприятия, учитывающие динамику его инновационного потенциала

Для оценки динамики вариантов сценариев развития рассматриваемого предприятия необходимо составить уравнения балансов для объемов фактора производства $Q_Z(t)$ и инновационного потенциала $U_Z(t)$.

Рассмотрим некоторый малый отрезок времени $[t, t + \Delta t]$. Приращения объемов ресурса $\Delta Q_Z = Q_Z(t + \Delta t) - Q_Z(t)$ и инновационного потенциала $\Delta U_Z = U_Z(t + \Delta t) - U_Z(t)$ за время Δt могут быть представлены в виде

$$\begin{cases} \Delta Q_Z(t) = \Delta Q_Z^A(t) + \Delta Q_Z^I(t), \\ \Delta U_Z(t) = \Delta U_Z^A(t) + \Delta U_Z^I(t). \end{cases} \quad (1.2)$$

Здесь $\Delta Q_Z^A(t), \Delta U_Z^A(t)$ – частичные амортизации факторов производства $Q_Z(t)$ и инновационных потенциалов $U_Z(t)$ за время Δt , $\Delta Q_Z^I(t), \Delta U_Z^I(t)$ – частичные восстановления факторов производства $Q_Z(t)$ и инновационных потенциалов $U_Z(t)$ за счет внутренних инвестиций за время Δt .

Приращения частичных амортизаций $\Delta Q_Z^A(t), \Delta U_Z^A(t)$ за время Δt имеют вид

$$\begin{cases} \Delta Q_Z^A(t) = -A_Q \cdot Q_Z(t) \cdot \Delta t, \\ \Delta U_Z^A(t) = -H(t) \cdot A_U \cdot U_Z(t) \cdot \Delta t. \end{cases} \quad (1.3)$$

Приращения частичных восстановлений фактора производства $Q_Z(t)$ и инновационного потенциала $U_Z(t)$ за счет внутренних инвестиций за время Δt можно определить соотношениями

$$\begin{cases} \Delta Q_Z^I(t) = I_Z^Q(t) \cdot \Delta t, \\ \Delta U_Z^I(t) = I_Z^U(t) \cdot \Delta t. \end{cases} \quad (1.4)$$

Здесь A_Q, A_U – коэффициенты амортизации, доли выбывших за единицу времени объемов фактора производства $Q_Z(t)$ и инновационного потенциала $U_Z(t)$; $I_Z^Q(t), I_Z^U(t)$ – инвестиции, восстанавливающие ресурс $Q_Z(t)$ и инновационного потенциала $U_Z(t)$

$$\begin{cases} I_Z^Q(t) = B_Q \cdot V_Z(t), \\ I_Z^U(t) = H(t) \cdot B_U \cdot V_Z(t), \end{cases} \quad (1.5)$$

B_Q, B_U – нормы накопления внутренних инвестиций для факторов производства $Q_Z(t)$ и инновационных потенциалов $U_Z(t)$, $H(t)$ – функция, описывающая особенности формирования инновационного потенциала.

Подстановка формул (1.1), (1.3) – (1.5) в уравнения (1.2) дает

$$\begin{cases} \Delta Q = (-A_Q \cdot Q + B_Q \cdot V_Z) \cdot \Delta t, \\ \Delta U = H \cdot (-A_U \cdot U + B_U \cdot V_Z) \cdot \Delta t. \end{cases} \quad (1.6)$$

Предельный переход в соотношениях (1.6) при условии $\Delta t \rightarrow 0$, приводит к системе связанных нелинейных дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \frac{dQ}{dt} = -A_Q \cdot Q + B_Q \cdot V_Z, \\ \frac{dU}{dt} = H \cdot (-A_U \cdot U + B_U \cdot V_Z). \end{cases} \quad (1.7)$$

Начальные условия для системы уравнений (1.7) имеют вид

$$\begin{cases} Q_Z|_{t=0} = Q_Z(0) = Q_Z^0, \\ U_Z|_{t=0} = U_Z(0) = U_Z^0. \end{cases} \quad (1.8)$$

Решение системы уравнений (1.6) существенным образом зависит от вида функции $H(t)$, которая задает особенности формирования инновационного потенциала. Если эта функция принимает значения близкие к нулю, то система уравнений (1.6) будет описывать начальный вариант развития предприятия, при котором отсутствует любое внедрение в структуру производства любых технологических инноваций. Если функция $H(t)$ принимает значения близкие к единице, то система уравнений (1.6) будет описывать вариант развития предприятия, при котором все технологические инновации практически внедряются в структуру производства с самого начала. Все остальные варианты развития предприятия, соответствующие поэтапному внедрению в производство технологических инноваций, будут соответствовать изменениям значений функции $H(t)$ от нуля до единицы.

Сроки начала и конца процесса внедрения инноваций устанавливается руководством предприятия.

Если процесс внедрения инноваций выполняется строго на отрезке времени $[t_c - \sigma, t_c + \sigma]$, то в качестве функции $H(t)$ следует выбрать кусочно-линейную функцию [29].

$$H(t) = \begin{cases} 0, & t < t_c - \sigma, \\ \frac{t - t_c + \sigma}{2 \cdot \sigma}, & t_c - \sigma \leq t \leq t_c + \sigma, \\ 1, & t > t_c + \sigma. \end{cases} \quad (1.9)$$

Следует отметить, что в центре отрезка $[t_c - \sigma, t_c + \sigma]$ при $t = t_c$ функция (1.9) принимает значение $H(t_c) = \frac{1}{2}$.

Если на предприятии до момента времени $t_c - \sigma$ уже имели место элементы внедрения инноваций, а после момента времени $t_c + \sigma$ еще оставались фрагменты производства не подверженные инновациям, то в этом случае качестве функции $H(t)$ следует выбрать логистическую функцию, являющуюся решением дифференциального уравнения [30].

$$\frac{dH(t)}{dt} = \frac{2}{\sigma} \cdot H(t) \cdot (1 - H(t)), \quad (1.10)$$

с начальным условием

$$H|_{t=t_c} = H(t_c) = \frac{1}{2}. \quad (1.11)$$

Решение задачи Коши (1.10), (1.11) имеет вид

$$H(t) = \frac{\exp\left(2 \cdot \frac{t-t_c}{\sigma}\right)}{\exp\left(2 \cdot \frac{t-t_c}{\sigma}\right) + 1} \quad (1.12)$$

На рисунке 1 представлены графики функции $H(t)$, построенные по формулам (1.9) и (1.12).

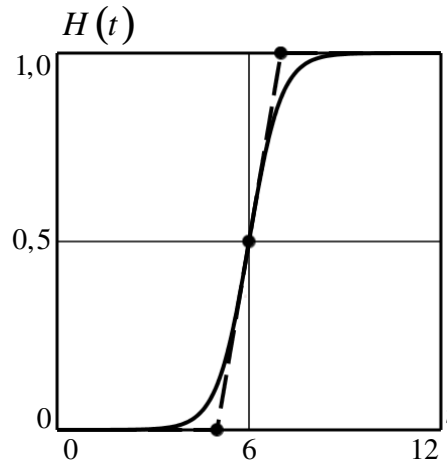


Рисунок 1 – Графики функции $H(t)$, построенные по формулам (1.9) и (1.12)

Figure 1 – Graphs of the function $H(t)$ constructed by formulas (1.9) and (1.12)

Расчетные значения: $t_c = 6$; $\sigma = 1$. Штриховая линия соответствует формуле (1.9), сплошная линия соответствует формуле (1.12).

Структура уравнений системы (1.7) показывает, что предприятие будет поступательно развиваться до тех пор, пока объем внутренних инвестиций будет превосходить амортизационные отчисления. Процесс развития предприятия выйдет на свою предельную мощность, как только значения этих объемов сравняются. При этом объемы инновационных потенциалов достигнут своих предельных значений.

Таким образом, предельные значения Q_Z^∞ объемов производственных факторов $Q_Z(t)$ находятся из уравнений

$$\begin{cases} A_Q \cdot Q_N^\infty = B_Q \cdot P_0 \cdot (Q_N^\infty)^{a_0}, A_Q \cdot Q_P^\infty = B_Q \cdot P_\infty \cdot (Q_P^\infty)^{a_0}, \\ A_Q \cdot Q_B^\infty = B_Q \cdot P_0 \cdot (Q_B^\infty)^{a_\infty}, A_Q \cdot Q_S^\infty = B_Q \cdot P_\infty \cdot (Q_S^\infty)^{a_\infty}, \\ A_Q \cdot Q_F^\infty = B_Q \cdot P_\infty \cdot (Q_F^\infty)^{a_\infty}, \end{cases} \quad (1.13)$$

и равны

$$\begin{cases} Q_N^\infty = \left(\frac{B_Q \cdot P_0}{A_Q}\right)^{\frac{1}{1-a_0}}, Q_P^\infty = \left(\frac{B_Q \cdot P_\infty}{A_Q}\right)^{\frac{1}{1-a_0}}, \\ Q_B^\infty = \left(\frac{B_Q \cdot P_0}{A_Q}\right)^{\frac{1}{1-a_\infty}}, Q_S^\infty = \left(\frac{B_Q \cdot P_\infty}{A_Q}\right)^{\frac{1}{1-a_\infty}}, \\ Q_S^\infty = Q_F^\infty = \left(\frac{B_Q \cdot P_\infty}{A_Q}\right)^{\frac{1}{1-a_\infty}}. \end{cases} \quad (1.14)$$

Предельные значения U_Z^∞ объемов инновационных потенциалов $U_Z(t)$ находятся из уравнений

$$\begin{cases} A_U \cdot U_N^\infty = B_U \cdot P_0 \cdot (Q_N^\infty)^{a_0}, A_U \cdot U_P^\infty = B_U \cdot P_\infty \cdot (Q_P^\infty)^{a_0}, \\ A_U \cdot U_B^\infty = B_U \cdot P_0 \cdot (Q_B^\infty)^{a_\infty}, A_U \cdot U_S^\infty = B_U \cdot P_\infty \cdot (Q_S^\infty)^{a_\infty}, \\ A_U \cdot U_F^\infty = B_U \cdot P_\infty \cdot (Q_F^\infty)^{a_\infty}, \end{cases} \quad (1.15)$$

и равны

$$\begin{cases} U_N^\infty = \frac{B_U \cdot P_0}{A_U} \cdot \left(\frac{B_Q \cdot P_0}{A_Q} \right)^{\frac{a_0}{1-a_0}}, U_P^\infty = \frac{B_U \cdot P_\infty}{A_U} \cdot \left(\frac{B_Q \cdot P_\infty}{A_Q} \right)^{\frac{a_0}{1-a_0}}, \\ U_B^\infty = \frac{B_U \cdot P_0}{A_U} \cdot \left(\frac{B_Q \cdot P_0}{A_Q} \right)^{\frac{a_\infty}{1-a_\infty}}, U_S^\infty = U_F^\infty = \frac{B_U \cdot P_\infty}{A_U} \cdot \left(\frac{B_Q \cdot P_\infty}{A_Q} \right)^{\frac{a_\infty}{1-a_\infty}}. \end{cases} \quad (1.16)$$

Рассмотрим различные численные реализации построенных моделей внедрения технологических инноваций для объемов инновационных потенциалов $U_N(t)$, $U_P(t)$, $U_B(t)$, $U_S(t)$, $U_F(t)$, объемов производственных факторов $Q_N(t)$, $Q_P(t)$, $Q_B(t)$, $Q_S(t)$, $Q_F(t)$ и объемов выручки $V_N(t)$, $V_P(t)$, $V_B(t)$, $V_S(t)$, $V_F(t)$. Ограничимся здесь вариантом, при котором все технологические инновации практически внедряются в структуру производства с самого начала $H(t) \equiv 1$, и вариантом, при котором все технологические инновации внедряются в структуру производства во временном интервале $(t_c - \sigma \leq t \leq t_c + \sigma)$, а функция $H(t)$ описывается формулой (1.12).

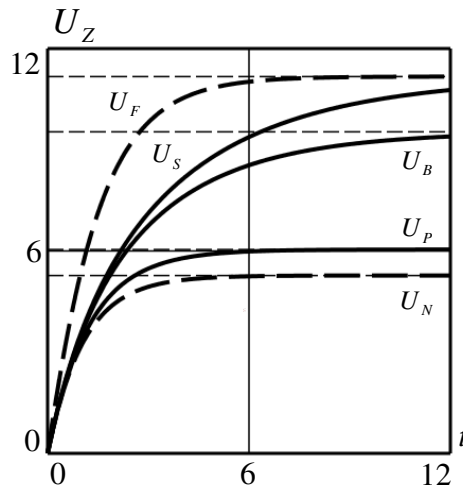


Рисунок 2 – Сравнение графиков функций объемов инновационных потенциалов $U_Z(t)$, построенных по численным решениям задач Коши (1.7), (1.8) и формул (1.14) и (1.16), для случая при котором все технологические инновации практически внедряются в структуру производства с самого начала $H(t) \equiv 1$

Figure 2 – Comparison of graphs of the volume functions of innovative potentials $U_Z(t)$ constructed from numerical solutions of Cauchy problems (1.7), (1.8) and formulas (1.14) and (1.16), for the case in which all technological innovations are practically introduced into the production structure from the very beginning $H(t) \equiv 1$

На рисунке 2 представлено сравнение графиков функций объемов инновационных потенциалов $U_Z(t)$, построенных по численным решениям задач Коши (1.7), (1.8) и формул (1.14) и (1.16),

для случая при котором все технологические инновации практически внедряются в структуру производства с самого начала $H(t) \equiv 1$.

На рисунке 3 представлено сравнение графиков функций объемов производственных факторов $Q_Z(t)$, построенных по численным решениям задач Коши (1.7), (1.8) и формул (1.14) и (1.16), для случая при котором все технологические инновации практически внедряются в структуру производства с самого начала $H(t) \equiv 1$.

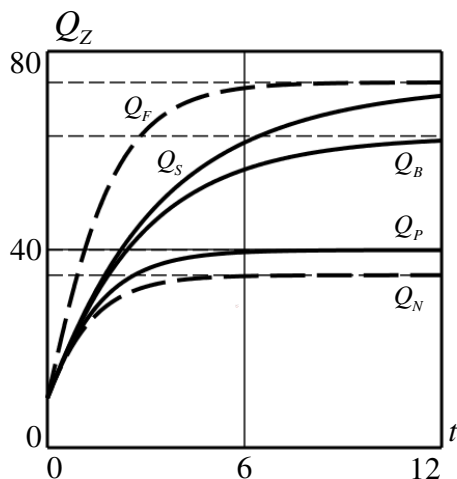


Рисунок 3 – Сравнение графиков функций объемов производственных факторов $Q_Z(t)$, построенных по численным решениям задач Коши (1.7), (1.8) и формул (1.14) и (1.16), для случая при котором все технологические инновации практически внедряются в структуру производства с самого начала $H(t) \equiv 1$

Figure 3 – Comparison of graphs of production factors $Q_Z(t)$ volume functions based on numerical solutions of Cauchy problems (1.7), (1.8) and formulas (1.14) and (1.16), for the case in which all technological innovations are practically introduced into the production structure from the very beginning $H(t) \equiv 1$

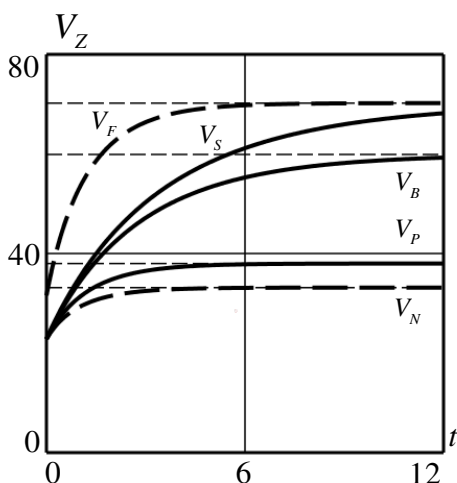


Рисунок 4 – Сравнение графиков функций объемов производственных факторов $V_Z(t)$, построенных по численным решениям задач Коши (1.7), (1.8) и формул (1.1), (1.14) и (1.16), для случая при котором все технологические инновации практически внедряются в структуру производства с самого начала $H(t) \equiv 1$

Figure 4 – Comparison of graphs of production factors $V_Z(t)$ volume functions based on numerical solutions of Cauchy problems (1.7), (1.8) and formulas (1.1), (1.14) and (1.16), for the case in which all technological innovations are practically introduced into the production structure from the very beginning $H(t) \equiv 1$

На рисунке 4 представлено сравнение графиков функций объемов выручки $V_Z(t)$, построенных по численным решениям задач Коши (1.7), (1.8) и формул (1.1), (1.14) и (1.16), для случая при

котором все технологические инновации практически внедряются в структуру производства с самого начала $H(t) \equiv 1$.

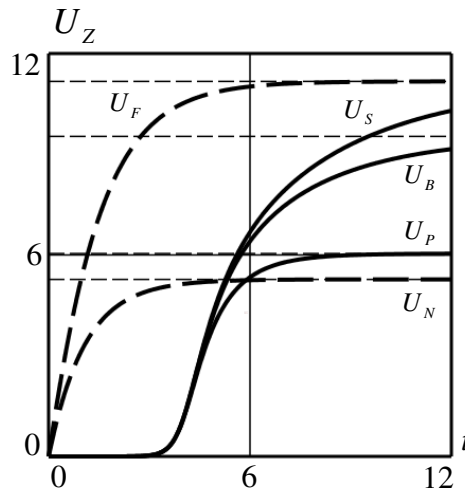


Рисунок 5 – Сравнение графиков функций объемов инновационных потенциалов $U_Z(t)$, построенных по численным решениям задач Коши (1.7), (1.8) и формул (1.14) и (1.16), для случая при котором все технологические инновации практически внедряются в структуру производства во временном интервале $(t_c - \sigma \leq t \leq t_c + \sigma)$. Функция $H(t)$ задается формулой (1.12) с параметрами $t_c = 4$; $\sigma = 0,5$

Figure 5 – Comparison of graphs of the volume functions of innovative potentials $U_Z(t)$ constructed from numerical solutions of Cauchy problems (1.7), (1.8) and formulas (1.14) and (1.16), for the case in which all technological innovations are practically introduced into the production structure in a time interval $(t_c - \sigma \leq t \leq t_c + \sigma)$. The function $H(t)$ is given by the formula (1.12) with parameters: $t_c = 4$; $\sigma = 0,5$

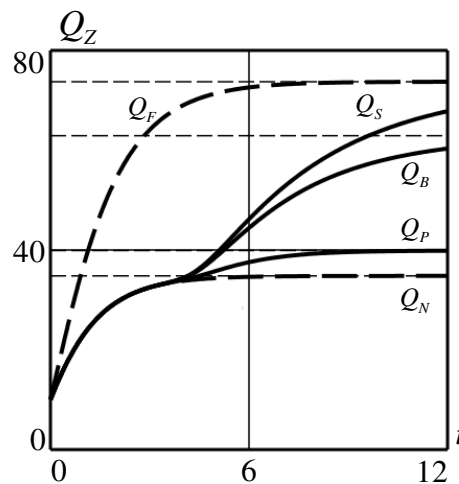


Рисунок 6 – Сравнение графиков функций объемов производственных факторов $Q_Z(t)$, построенных по численным решениям задач Коши (1.7), (1.8) и формул (1.14) и (1.16), для случая при котором все технологические инновации практически внедряются в структуру производства во временном интервале $(t_c - \sigma \leq t \leq t_c + \sigma)$. Функция $H(t)$ задается формулой (1.12) с параметрами $t_c = 4$; $\sigma = 0,5$

Figure 6 – Comparison of graphs of production factors $Q_Z(t)$ volume functions based on numerical solutions of Cauchy problems (1.7), (1.8) and formulas (1.14) and (1.16), for the case in which all technological innovations are practically introduced into the production structure in a time interval $(t_c - \sigma \leq t \leq t_c + \sigma)$. The function $H(t)$ is given by the formula (1.12) with parameters: $t_c = 4$; $\sigma = 0,5$

На рисунке 5 представлено сравнение графиков функций объемов инновационных потенциалов $U_Z(t)$, построенных по численным решениям задач Коши (1.7), (1.8) и формул (1.14) и (1.16), для случая при котором все технологические инновации практически внедряются в структуру производства во временном интервале $(t_C - \sigma \leq t \leq t_C + \sigma)$, а функция $H(t)$ описывается формулой (1.12).

На рисунке 6 представлено сравнение графиков функций объемов производственных факторов $Q_Z(t)$, построенных по численным решениям задач Коши (1.7), (1.8) и формул (1.14) и (1.16), для случая при котором все технологические инновации практически внедряются в структуру производства во временном интервале $(t_C - \sigma \leq t \leq t_C + \sigma)$, а функция $H(t)$ описывается формулой (1.12).

На рисунке 7 представлено сравнение графиков функций объемов выручки $V_Z(t)$, построенных по численным решениям задач Коши (1.7), (1.8) и формул (1.1), (1.14) и (1.16), для случая при котором все технологические инновации практически внедряются в структуру производства во временном интервале $(t_C - \sigma \leq t \leq t_C + \sigma)$, а функция $H(t)$ описывается формулой (1.12)

При выполнении численных расчетов и построении графиков функций на рисунках 2–7 были использованы значения: $A_Q = 0,1$; $B_Q = 0,12$; $A_U = 0,11$; $B_U = 0,02$; $P_N = 10$; $P_F = 11$; $a_N = 0,31$; $a_F = 0,4$; $a_S = 0,4$; $Q_Z^0 = 10$; $U_Z = 0,001$.

С помощью этих значений по формулам (1.14) и (1.16) были вычислены предельные параметры дифференциальных уравнений (1.7): $Q_N^\infty = 34,8087$; $U_N^\infty = 5,2740$; $Q_P^\infty = 39,8859$; $U_P^\infty = 6,0433$; $Q_B^\infty = 62,8978$; $U_B^\infty = 9,5299$; $Q_S^\infty = 73,7264$; $U_S^\infty = 11,1707$; $Q_F^\infty = 73,7264$; $U_F^\infty = 11,1707$; $V_N^\infty = 29,0072$; $V_P^\infty = 33,2383$; $V_B^\infty = 52,4148$; $V_S^\infty = 61,4387$; $V_F^\infty = 61,4387$

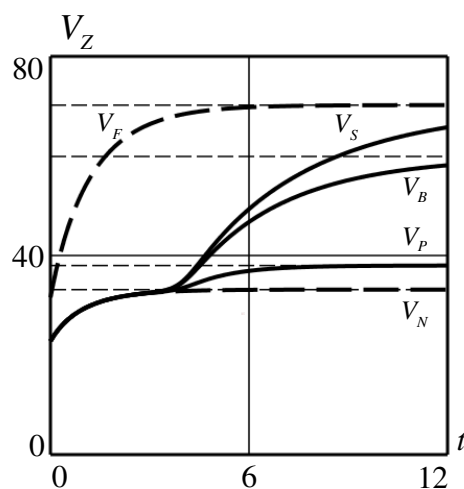


Рисунок 7 – Сравнение графиков функций объемов производственных факторов $V_Z(t)$, построенных по численным решениям задач Коши (1.7), (1.8) и формул (1.1), (1.14) и (1.16), для случая при котором все технологические инновации практически внедряются в структуру производства во временном интервале $(t_C - \sigma \leq t \leq t_C + \sigma)$. Функция $H(t)$ задается формулой (1.12) с параметрами $t_C = 4$; $\sigma = 0,5$

Figure 7 – Comparison of graphs of production factors $V_Z(t)$ volume functions based on numerical solutions of Cauchy problems (1.7), (1.8) and formulas (1.1), (1.14) and (1.16), for the case in which all technological innovations are practically introduced into the production structure in a time interval $(t_C - \sigma \leq t \leq t_C + \sigma)$. The function is given by the formula (1.12) with parameters: $t_C = 4$; $\sigma = 0,5$

Заключение.

1. Разработаны экономико-математические модели предприятия, описывающие влияние его инновационного потенциала на динамику роста выручки и ресурсов.

2. Модели представляют собой систему дифференциальных уравнений относительно ресурсов предприятия и функции его инновационного потенциала.

3. Рассмотрены три случая формирования инновационного потенциала предприятия из внедряемых в производство продуктовых технологических инноваций, процессных технологических инноваций и смешанных технологических инноваций.

4. Построены сценарии развития предприятия, соответствующие отсутствию инновационного потенциала, продуктовому инновационному потенциалу, процессному инновационному потенциалу, смешанному инновационному потенциалу и случаю полной реализации инновационного потенциала.

5. Представлены варианты сценариев развития предприятия, при котором инновационный потенциал внедряется с самого начала, и варианты сценариев развития предприятия, при котором инновационный потенциал внедряется с некоторого момента времени.

Библиографический список

1. Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition // In Series: The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. Paris/Eurostat, Luxembourg: OECD Publishing, 256 p. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>.
2. Гузырь В.В. Инновационная ESG-трансформация фирм как глобальный тренд устойчивого развития // Экономика и управление инновациями. 2022. № 1 (20). С. 33–43. DOI: <http://doi.org/10.26730/2587-5574-2022-1-33-43>. EDN: <https://www.elibrary.ru/epnegr>.
3. Кулагина Н.А., Михеенко О.В. Инновационная трансформация социально-экономической системы России как условие обеспечения ее экономической безопасности // Проблемы теории и практики управления. 2018. № 6. С. 8–16. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35249137>. EDN: <https://www.elibrary.ru/xtcfoh>.
4. Шевченко С.А., Кузьмина Е.В., Кузьмина М.И., Трунина В.Ф. Инновационный потенциал и его влияние на экономику региона // Финансовая экономика. 2019. № 9. С. 210–213. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41102433>. EDN: <https://www.elibrary.ru/fnnbpl>.
5. Тарасов Д.О., Дубина И.Н. Инновационный потенциал национальных экономик: сопоставительный анализ // Экономика. Профессия. Бизнес. 2021. № 3. С. 116–124. DOI: <http://doi.org/10.14258/epb202146>. EDN: <https://www.elibrary.ru/msypnj>.
6. Леонова М.В., Шинкевич А.И. Совершенствование методов управления инновационным развитием химического комплекса Российской Федерации // Актуальные проблемы экономики и управления на предприятиях машиностроения, нефтяной и газовой промышленности в условиях инновационно-ориентированной экономики. 2015. Т. 1. С. 397–403. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25284247>. EDN: <https://www.elibrary.ru/vhhrij>.
7. Шевцов В.В., Плотников А.В. Ресурсосберегающие технологии – инновационный потенциал регионов // Стратегия устойчивого развития регионов России. 2016. № 30. С. 63–67. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/resursosbergayuschie-tehnologii-innovatsionnyy-potentsial-regionov>.
8. Хадиуллина Г.Н. Технологические инновации как ключевой фактор конкурентоспособности предприятий высокотехнологичного сектора // Горизонты экономики. 2021. № 3 (62). С. 76–80. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46156615>. EDN: <https://www.elibrary.ru/iueevo>.
9. Гейда А.С., Гурьева Т.Н., Наумов В.Н. Концептуальные и математические модели, методы и технологии исследования цифровой трансформации экономических и социальных систем: обзор предметного поля (часть I) // Управленческое консультирование. 2021. № 11 (155). С. 95–108. DOI: <http://doi.org/10.22394/1726-1139-2021-11-95-108>. EDN: <https://www.elibrary.ru/gussrn>.
10. Гейда А.С., Гурьева Т.Н., Наумов В.Н. Концептуальные и математические модели, методы и технологии исследования цифровой трансформации экономических и социальных систем: обзор предметного поля (часть II) // Управленческое консультирование. 2021. № 12 (156). С. 111–125. DOI: <http://doi.org/10.22394/1726-1139-2021-12-111-125>. EDN: <https://www.elibrary.ru/tjhrpt>.
11. Плеханов Е.А. Состояние и динамика инновационного потенциала региона // Вестник Омского университета. Серия: Экономика. 2015. № 3. С. 285–289. URL: <https://econpapers.repec.org/article/scn025682/16049897.htm>; <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24898642>. EDN: <https://www.elibrary.ru/cywhct>.

12. Гончарова Е.В. Инновационный потенциал как стратегический фактор экономического развития российских предприятий // Международный журнал экономики и образования. 2018. Т. 4, № 2. С. 29–46. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36606335>. EDN: <https://www.elibrary.ru/votfrs>.
13. Манукян Л.А. Инновационный потенциал современной России // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2018. Т. 8, № 6А. С. 113–120. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35554839>. EDN: <https://www.elibrary.ru/xyljil>.
14. Моргунов Ю.А. Инновационный потенциал и оценка резервов развития наукоемких технологий машиностроения // Экономические стратегии. 2019. Т. 21, № 2 (160). С. 126–136. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39286945>. EDN: <https://www.elibrary.ru/btfehs>.
15. Алтуфьева Н.В. Теоретические аспекты понятий «инновации» и «инновационный потенциал» в системе социально-экономического развития // Теоретическая экономика. 2020. № 11 (71). С. 67–76. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44867214>. EDN: <https://www.elibrary.ru/fsuelj>.
16. Ивашина Н.С. Инновационный потенциал региона: структура и направления роста // Экономика и предпринимательство. 2019. № 10 (111). С. 563–566. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42529939>. EDN: <https://www.elibrary.ru/atcyuq>.
17. Калитин Б.С., Шелег Е.А. Модель роста дохода предприятия при снижении выпуска продукции и одновременном повышении цены // Журнал Белорусского государственного университета. Экономика. 2021. № 2. С. 39–47. URL: <https://journals.bsu.by/index.php/economy/article/view/4060>.
18. Ануфриева А.П. Технологические инновации как современный целевой ориентир региональных подсистем: текущее состояние и региональная дифференциация // Экономика устойчивого развития. 2019. № 1 (37). С. 88–92. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37274248>. EDN: <https://www.elibrary.ru/zcnzjj>.
19. Рахманова А.К. Продуктовые и процессные инновации в деятельности коммерческих банков Кыргызской республики // Экономика и предпринимательство. 2017. № 12–2 (89). С. 1094–1097. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32767424>. EDN: <https://www.elibrary.ru/yviyrv>.
20. Павлова Ю.В., Пахновская Н.М. Производственные инновации как объект оценки // Вестник Оренбургского государственного университета. 2014. № 14 (175). С. 308–314. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proizvodstvennye-innovatsii-kak-obekt-otsenki>; <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24985979>. EDN: <https://www.elibrary.ru/vatzbx>.
21. Фурсов В.А., Лазарева Н.В. Повышение инновационного потенциала как фактор развития предприятий промышленного комплекса // Экономика и предпринимательство. 2021. № 8 (133). С. 1278–1282. DOI: <http://doi.org/10.34925/EIP.2021.133.8.250>. EDN: <https://www.elibrary.ru/fqvvtqi>.
22. Легостаева С.А. Инновационный потенциал предприятия: анализ факторов, его определяющих // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. 2018. № 8. С. 64–69. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36939013>. EDN: <https://www.elibrary.ru/ywrkcd>.
23. Москальонов С.А. Инновационный потенциал в региональных производственных функциях VES типа // Симбирский научный вестник. 2013. № 4 (14). С. 126–130. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25864415>. EDN: <https://elibrary.ru/vtztrx>.
24. Яшин С.Н., Иванов А.Б. Формирование стратегии инновационного развития промышленного предприятия на основе методов портфельного анализа // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 5-2. С. 302–307. URL: <https://vaael.ru/ru/article/view?id=2211>.
25. Гильмундинов В.М. Оценка производственной функции с переменным использованием основных фондов в экономике России // Проблемы прогнозирования. 2017. № 4 (163). С. 34–43. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32236973>. EDN: <https://elibrary.ru/ykxime>.
26. Химин Е.Б. Инновационный потенциал как инструмент управления инновационным развитием предприятия // Сибирский экономический вестник. 2016. № 3. С. 105–116. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26477447>. EDN: <https://elibrary.ru/whkofl>.
27. Маврина Н.А. Теоретико-методологические аспекты исследования инновационного потенциала промышленного предприятия // Вестник Челябинского государственного университета. 2016. № 6 (388). С. 122–127. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26486595>. EDN: <https://elibrary.ru/whpntx>.
28. Бажанова М.И., Кувшинов М.С. Факторы формирования эффективной инновационной среды промышленного предприятия для INDUSTRY 4.0 // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2019. Т. 13, № 1. С. 110–119. DOI: <http://doi.org/10.14529/em190112>. EDN: <https://elibrary.ru/zaetfj>.

29. Гудкова О.В., Севрюкова С.В. Показатели инновационного развития предприятий регионального уровня в российской экономике // Научное обозрение. Экономические науки. 2018. № 3. С. 16–20. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36423641>. EDN: <https://elibrary.ru/ynqvad>.

30. Plyina E.A. Modeling the dynamics of product output by a manufacturing enterprise due to the digital transformation of its workforce. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie = Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2021, vol. 12, no. 4, pp. 173–181. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2021-12-4-173-181>. EDN: <https://elibrary.ru/rokxyd>.

References

1. Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition. *In Series: The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. Paris/Eurostat, Luxembourg: OECD Publishing, 256 p. DOI: <http://doi.org/10.1787/9789264304604-en>.

2. Guzyr' V.V. Innovative ESG-Transformation of Firms as a Global Trend of Sustainable Development. *Economics and Innovation Management*, 2022, no. 1 (20), pp. 33–43. DOI: <http://doi.org/10.26730/2587-5574-2022-1-33-43>. EDN: <https://www.elibrary.ru/epnegr>. (In Russ.)

3. Kulagina N.A., Mikheenko O.V. Innovative Transformation of Russia's Socioeconomic System as Condition for Ensuring Its Economic Security. *International Journal of Management Theory and Practice*, 2018, no. 6, pp. 8–16. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35249137>. EDN: <https://www.elibrary.ru/xtcfoh>. (In Russ.)

4. Shevchenko S.A., Kuz'mina E.V., Kuz'mina M.I., Trunina V.F. Innovative potential and its influence on the economy of the region. *Financial Economy*, 2019, no. 9, pp. 210–213. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41102433>. EDN: <https://www.elibrary.ru/fnnbpl>. (In Russ.)

5. Tarasov D.O., Dubina I.N. Innovation potential of national economies: a comparative analysis. *Economics. Profession. Business*, 2021, no. 3, pp. 116–124. DOI: <http://doi.org/10.14258/epb202146>. EDN: <https://www.elibrary.ru/msypnj>. (In Russ.)

6. Leonova M.V., Shinkevich A.I. Improvement of management methods for the chemical industry's innovation development in Russian Federation. *Aktual'nye problemy ekonomiki i upravleniya na predpriyatiyakh mashinostroeniya, neftyanoi i gazovoi promyshlennosti v usloviyakh innovatsionno-orientirovannoi ekonomiki*, 2015, vol. 1, pp. 397–403. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25284247>. EDN: <https://www.elibrary.ru/vhhrij>. (In Russ.)

7. Shevtsov V.V., Plotnikov A.V. Resource-saving technologies – innovative potential of regions. *Strategiya ustoychivogo razvitiya regionov Rossii*, 2016, no. 30, pp. 63–67. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/resursosberegayuschie-tehnologii-innovatsionnyy-potentsial-regionov>. (In Russ.)

8. Khadiullina G.N. Technological innovations as a key factor of the competitiveness of high-tech sector enterprises. *Horizons of Economics*, 2021, no. 3 (62), pp. 76–80. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46156615>. EDN: <https://www.elibrary.ru/iueevo>. (In Russ.)

9. Geyda A.S., Gurieva T.N., Naumov V.N. Conceptual and mathematical models, methods and technologies for the study of the digital transformation of economic and social systems: a literature review and research agenda (part I). *Administrative consulting*, 2021, no. 11 (155), pp. 95–108. DOI: <http://doi.org/10.22394/1726-1139-2021-11-95-108>. EDN: <https://www.elibrary.ru/gussrn>. (In Russ.)

10. Geyda A.S., Gurieva T.N., Naumov V.N. Conceptual and mathematical models, methods and technologies for the study of the digital transformation of economic and social systems: a literature review and research agenda (part II). *Administrative consulting*, 2021, no. 12 (156), pp. 111–125. DOI: <http://doi.org/10.22394/1726-1139-2021-12-111-125>. EDN: <https://www.elibrary.ru/tjhrpt>. (In Russ.)

11. Plekhanov E.A. State and dynamics of innovative potential of region. *Herald of Omsk University. Series: Economics*, 2015, no. 3, pp. 285–289. Available at: <https://econpapers.repec.org/article/scn025682/16049897.htm>; <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24898642>. EDN: <https://www.elibrary.ru/uywhct>. (In Russ.)

12. Goncharova E.V. Innovation potential as a strategic factor of economic development for Russian enterprises. *International Journal of Economics and Education*, 2018, vol. 4, no. 2, pp. 29–46. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36606335>. EDN: <https://www.elibrary.ru/votfrs>. (In Russ.)

13. Manukyan L.A. Innovative potential of modern Russia. *Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*, 2018, vol. 8, no. 6A, pp. 113–120. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35554839>. EDN: <https://www.elibrary.ru/xyljil>. (In Russ.)

14. Morgunov Yu.A. Innovative potential and assessing reserves of the high-tech engineering technologies development. *Economic Strategies*, 2019, vol. 21, no. 2 (160), pp. 126–136. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39286945>. EDN: <https://www.elibrary.ru/btfehs>. (In Russ.)
15. Altuf'eva N.V. Theoretical aspects of the concepts of "innovation" and "innovation potential" in the system of socioeconomic development. *Teoreticheskaya ekonomika*, 2020, no. 11 (71), pp. 67–76. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44867214>. EDN: <https://www.elibrary.ru/fsuelj>. (In Russ.)
16. Ivashina N.S. The innovative potential of the region: structure and directions of growth. *Journal of Economy and entrepreneurship*, 2019, no. 10 (111), pp. 563–566. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42529939>. EDN: <https://www.elibrary.ru/atcyqq>. (In Russ.)
17. Kalitine B.S., Sheleg E.A. The model of growth of enterprise income with an increase in output while reducing prices. *Journal of the Belarusian State University. Economics*, 2021, no. 2, pp. 39–47. Available at: <https://journals.bsu.by/index.php/economy/article/view/4060>. (In Russ.)
18. Anufrieva A.P. Technological innovation as a modern target regional subsystems: current status and regional differences. *Economics of Sustainable Development*, 2019, no. 1 (37), pp. 88–92. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37274248>. EDN: <https://www.elibrary.ru/zcnzjj>. (In Russ.)
19. Rahmanova A.K. Product and process innovations in the activities of commercial banks of the Kyrgyz Republic. *Journal of Economy and entrepreneurship*, 2017, no. 12-2 (89), pp. 1094–1097. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32767424>. EDN: <https://www.elibrary.ru/yviyrv>. (In Russ.)
20. Pavlova Y.V., Pakhnovskaya N.M. Production innovation as an object of evaluation. *Vestnik of the Orenburg State University*, 2014, no. 14 (175), pp. 308–314. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/proizvodstvennye-innovatsii-kak-obekt-otsenki>; <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24985979>. EDN: <https://www.elibrary.ru/vatzbx>. (In Russ.)
21. Fursov V.A., Lazareva N.V. Increasing innovative potential as a factor in the development of the industrial complex. *Journal of Economy and entrepreneurship*, 2021, no. 8 (133), pp. 1278–1282. DOI: <http://doi.org/10.34925/EIP.2021.133.8.250>. EDN: <https://www.elibrary.ru/fqvqqi>. (In Russ.)
22. Legostaeva S.A. Innovative potential of the enterprise: analysis of the factors defining it. *Obrazovanie i nauka bez granits: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya*, 2018, no. 8, pp. 64–69. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36939013>. EDN: <https://www.elibrary.ru/ywrkcd>. (In Russ.)
23. Moskalyonov S.A. Innovative potential in regional production functions of VES type. *Simbirsk Scientific Journal Vestnik*, 2013, no. 4 (14), pp. 126–130. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25864415>. EDN: <https://elibrary.ru/vtztrx>. (In Russ.)
24. Yashin S.N., Ivanov A.B. Forming a strategy for innovative development of an industrial enterprise on the basis of portfolio analysis methods. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava*, 2022, no. 5–2, pp. 302–307. Available at: <https://vaeel.ru/ru/article/view?id=2211>. (In Russ.)
25. Gil'mundinov V.M. Estimation of the production function with the variable utilization of capital assets in the Russian economy. *Studies on Russian Economic Development*, 2017, vol. 28, no. 4, pp. 384–390. DOI: <http://doi.org/10.1134/S1075700717040074>. EDN: <https://elibrary.ru/xnswaf>. (In English; original in Russian).
26. Khimin E.B. Innovative potential as a tool for managing the innovative development of an enterprise. *Sibirskii ekonomicheskii vestnik*, 2016, no. 3, pp. 105–116. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26477447>. EDN: <https://elibrary.ru/whkofl>. (In Russ.)
27. Mavrina N.A. Theoretical and methodological aspects of research of the innovative potential of industrial enterprises. *Bulletin of Chelyabinsk State University*, 2016, no. 6 (388), pp. 122–127. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26486595>. EDN: <https://elibrary.ru/whptnx>. (In Russ.)
28. Bazhanova M.I., Kuvshinov M.S. Factors for Formation of an Efficient Innovative Environment of an Industrial Enterprise for INDUSTRY 4.0. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2019, vol. 13, no. 1, pp. 110–119. DOI: <http://doi.org/10.14529/em190112>. EDN: <https://elibrary.ru/zaetfj>. (In Russ.)
29. Gudkova O.V., Sevryukova S.V. Indicators of innovative development of enterprises at the regional level in the Russian economy. *Scientific Review. Economic Sciences*, 2018, no. 3, pp. 16–20. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36423641>. EDN: <https://elibrary.ru/ynqvad>. (In Russ.)
30. Ilyina E.A. Modeling the dynamics of product output by a manufacturing enterprise due to the digital transformation of its workforce. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie = Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2021, vol. 12, no. 4, pp. 173–181. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2021-12-4-173-181>. EDN: <https://elibrary.ru/rokxyd>. (In Russ.)