

УДК 330.322.5
<https://doi.org/10.32362/2500-316X-2023-11-6-76-88>



НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

Оценка эффектов реализации проектов развития производственной системы (на примере АО «Лыткаринский завод оптического стекла»)

М.А. Абдулкадыров^{1, 2}, А.Н. Игнатов¹, Н.Н. Куликова^{2, @}, Е.С. Митяков²

¹ АО «Лыткаринский завод оптического стекла», Московская область, г. Лыткарино, 140080 Россия

² МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, 119454 Россия

@ Автор для переписки, e-mail: kulikova@mirea.ru

Резюме

Цели. Результативное импортозамещение возможно только за счет создания и использования эффективных отечественных производственных мощностей. Цель исследования состоит в разработке и обосновании методики интегральной оценки эффектов, полученных от проектов по внедрению нового оборудования, включая проекты по импортозамещению.

Методы. Основой исследования явились системный и диалектический подходы, а также методы системного, компаративного, экономико-математического и статистического анализа.

Результаты. В работе предложена методика интегральной оценки эффектов реализации проектов развития производственной системы. С целью получения синтетической оценки разработана система показателей для исследования эффектов проектов развития производственной системы – проектов по внедрению нового оборудования. Эффекты от внедрения нового оборудования подразделяются на внутренние и внешние эффекты различной природы: эффект развития потенциала, социально-экономические, эффект импортнезависимости, общественные, экологические. При этом индикаторами эффектов являются не текущие значения показателей, а их изменения в динамике. Комплексное рассмотрение эффектов позволяет расширить существующие критерии принятия решений при реализации проектов по развитию производственной системы, что позволяет оценить воздействие и на предприятие, и на общество в целом. Авторы определяют количественные и качественные показатели для каждой группы эффектов. На базе авторской системы показателей разработана методика компаративного сопоставления показателей с использованием нормированных индексов и обоснован расчет обобщенного показателя. Предложенная система показателей была успешно апробирована на наукоемком предприятии АО «Лыткаринский завод оптического стекла» при оценке эффектов от внедрения нового отечественного прибора для развития производственной системы.

Выводы. Результаты апробации методики позволили обосновать применение разноплановых показателей для количественной и качественной оценки эффектов от внедрения наукоемких проектов, включая проекты по импортозамещению техники и оборудования. Совокупность различных эффектов будет проявляться для любой социально-экономической системы, поэтому предлагаемая методика для оценки эффектов является в определенной мере универсальной и может быть адаптирована для научно-технических и технологических проектов по импортозамещению любого промышленного предприятия.

Ключевые слова: эффект, развитие, импортозамещение, проект, система показателей, интегральный индекс

• Поступила: 31.03.2023 • Доработана: 15.05.2023 • Принята к опубликованию: 04.09.2023

Для цитирования: Абдулкадыров М.А., Игнатов А.Н., Куликова Н.Н., Митяков Е.С. Оценка эффектов реализации проектов развития производственной системы (на примере АО «Лыткаринский завод оптического стекла»). *Russ. Technol. J.* 2023;11(6):76–88. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2023-11-6-76-88>

Прозрачность финансовой деятельности: Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

RESEARCH ARTICLE

Assessment of the effects of production system development projects: Case study of Lytkarino Optical Glass Factory

Magomed A. Abdulkadyrov ^{1, 2}, Alexander N. Ignatov ¹, Natalia N. Kulikova ^{2, @},
Evgeniy S. Mityakov ²

¹ Lytkarino Optical Glass Factory, Moscow oblast, Lytkarino, 140080 Russia

² MIREA – Russian Technological University, Moscow, 119454 Russia

@ Corresponding author, e-mail: kulikova@mirea.ru

Abstract

Objectives. Effective import substitution can be achieved only through the creation and use of efficient domestic production capacities. The aim of this study is to develop and justify a method for the integrated assessment of the effects of projects aimed at the introduction of new equipment, including import substitution projects.

Methods. The research was based on systemic and dialectical approaches, as well as systemic, comparative, economic and mathematical methods, and statistical analysis.

Results. The paper proposes a method for the integrated assessment of production system development projects. In order to obtain a synthetic assessment, a system of indicators was developed to study the effects of production system development projects, i.e., projects for the introduction of new equipment. The effects of the introduction of new equipment can be divided into internal and external: potential development, socioeconomic, import independence, public, and environmental. The indicators are not current values, but changes in dynamics. A comprehensive consideration of the effects allows the existing criteria for decision-making to be expanded when implementing projects to develop the production system. It also allows the impact on both the enterprise and society to be assessed. The authors define both the quantitative and qualitative indicators for each group of effects. On the basis of the author's system of indicators, a methodology for comparative comparison of indicators using normalized indices was developed and the calculation of a generalized indicator substantiated. The proposed system of indicators was successfully tested at the Lytkarino Optical Glass Factory science-intensive enterprise when assessing a new domestic device for the development of the production system.

Conclusions. The results of the approved method for integrated assessment enabled the use of diverse indicators for the quantitative and qualitative assessment of the effects of the introduction of science-intensive projects. This included projects for import substitution of machinery and equipment. A combination of various effects will be relevant to any socioeconomic system, so the proposed integrated assessment method for evaluating the effects is universal to a certain extent. It can thus be adapted for scientific, technical and technological projects on import substitution of any industrial enterprise.

Keywords: effect, development, import substitution, project, system of indicators, integral index

• Submitted: 31.03.2023 • Revised: 15.05.2023 • Accepted: 04.09.2023

For citation: Abdulkadyrov M.A., Ignatov A.N., Kulikova N.N., Mityakov E.S. Assessment of the effects of production system development projects: Case study of Lytkarino Optical Glass Factory. *Russ. Technol. J.* 2023;11(6):76–88. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2023-11-6-76-88>

Financial disclosure: The authors have no a financial or property interest in any material or method mentioned.

The authors declare no conflicts of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на то, что внедрение новых технологических решений нацелено на их практическое применение для решения поставленных социально-экономических и политических задач [1], не всегда внедрение нововведений приносит ожидаемые последствия. Разумный анализ факторов и экономические расчеты позволяют обосновать различные эффекты или результаты, проявляющиеся от внедрения новой техники и оборудования. Для того, чтобы правильно обосновать необходимость технологических новшеств, наряду с экономическими факторами следует также учитывать неэкономические. Только комплексное рассмотрение всех факторов во взаимосвязи позволит составить реальную картину экономической целесообразности и технических возможностей применения в конкретных условиях новой техники или оборудования, требующих, как правило, больших капитальных вложений.

На современном этапе развития отечественной промышленности особую актуальность приобретает решение задач по замене импортных компонентов и оборудования [2–5]. Правовое регулирование промышленной политики основано в Государственной программе «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» (утв. Постановлением Правительства РФ от 15.04.2014 г. № 328)¹ и Федеральном законе «О промышленной политике в Российской Федерации» (от 31.12.2014 г. № 488-ФЗ)². При этом указанные документы предусматривают не просто замещение импортных компонентов и оборудования отечественными на внутреннем рынке, а повышение качества этих компонентов и оборудования для увеличения конкурентоспособности на внешних рынках.

¹ Государственная программа «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» (утв. Постановлением Правительства РФ от 15.04.2014 г. № 328). [State Program “Industry Development and Competitiveness Enhancement” (approved by Decree of the Government of the Russian Federation No. 328 dated April 15, 2014)]. <http://government.ru/docs/all/91634/>. Дата обращения 31.03.2023. / Accessed March 31, 2023 (in Russ.).

² Федеральный закон «О промышленной политике в Российской Федерации» от 31.12.2014 № 488-ФЗ (последняя редакция). [Federal Law “On Industrial Policy in the Russian Federation” No. 488-FZ dated December 31, 2014 (latest version)]. <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001201412310017>. Дата обращения 31.03.2023. / Accessed March 31, 2023 (in Russ.).

Необходимо отметить, что в современных реалиях подход к импортозамещению существенно менялся. Начиная с весны 2022 г. был принят внушительный перечень новых законопроектов и ряд поправок к существующим нормативно-правовым документам, которые нацелены на стимулирование отечественного рынка. К ним можно отнести:

1. Постановление Правительства РФ от 28.12.2022 г. № 2461 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 16.11.2015 г. № 1236 и признании утратившими силу отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации»³;
2. Новую редакцию Постановления Правительства РФ от 03.12.2020 г. № 2014 (ред. от 28.02.2023 г.) «О минимальной обязательной доле закупок российских товаров и ее достижении заказчиком»⁴;
3. Изменения к Постановлению Правительства РФ от 03.12.2020 г. № 2014 «О минимальной обязательной доле закупок российских товаров и ее достижении заказчиком»⁵;

³ Постановление Правительства РФ от 28.12.2022 г. № 2461 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 16.11.2015 г. № 1236 и признании утратившими силу отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации». [Decree of the Government of the Russian Federation dated December 28, 2022 No. 2461 “On Amending Decree of the Government of the Russian Federation No. 1236 dated November 16, 2015 and Annuling Certain Provisions of Certain Acts of the Government of the Russian Federation.”]. <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202212300083>. Дата обращения 31.03.2023. / Accessed March 31, 2023 (in Russ.).

⁴ Постановление Правительства РФ от 03.12.2020 г. № 2014 «О минимальной обязательной доле закупок российских товаров и ее достижении заказчиком» (с изменениями на 28.02.2023 г.). [Decree of the Government of the Russian Federation No. 2014 dated December 03, 2020 “On the minimum mandatory share of purchases of Russian goods and its achievement by the customer” (as amended as of February 28, 2023)]. <https://docs.cntd.ru/document/573031324>. Дата обращения 31.03.2023. / Accessed March 31, 2023 (in Russ.).

⁵ Постановление Правительства РФ от 03.12.2020 г. № 2014 «О минимальной обязательной доле закупок российских товаров и ее достижении заказчиком» (с изменениями и дополнениями). [Decree of the Government of the Russian Federation No. 2014 dated December 3, 2020 “On the minimum mandatory share of purchases of Russian goods and its achievement by the customer” (as amended and supplemented)]. <https://base.garant.ru/75016819/>. Дата обращения 31.03.2023. / Accessed March 31, 2023 (in Russ.).

4. Постановление Правительства РФ от 31.03.2022 г. № 522 «О внесении изменений в Правила предоставления субсидии из федерального бюджета автономной некоммерческой организации «Агентство по технологическому развитию» на поддержку проектов, предусматривающих разработку конструкторской документации на комплектующие изделия, необходимые для отраслей промышленности»⁶ и др.

В представленных нормативно-правовых документах обозначена необходимость выпуска отечественной продукции, что особенно актуально для отраслей с высокой долей импорта (машиностроение, медицина и др.).

В сложившейся геополитической ситуации для уникального российского промышленного предприятия АО «Лыткаринский завод оптического стекла» (АО ЛЗОС) особую актуальность приобретают вопросы импортозамещения компонентов и оборудования.

В настоящее время АО ЛЗОС производит оптическое стекло и стекловолокно, крупногабаритные астрономические и космические зеркала, космические объективы, различные оптические детали и приборы. Предприятие располагает собственным научно-техническим центром, который на постоянной основе ведет разработку новых видов продукции и соответствующих технологий. В настоящее время развитие предприятия осуществляется на основе проектов модернизации и технического перевооружения стекловаренного и оптико-механического производства.

В рамках задачи отказа от закупки импортных компонентов, запчастей, оборудования и услуг с 2014 г. в АО ЛЗОС были реализованы проекты:

1. Техническое перевооружение с созданием центра компетенции отработки технологии производства специальных стекол и оптических деталей;
2. Опытно-конструкторская работа (ОКР) «Отработка технологии и изготовление прецизионных матриц из астроситалла СО-115М для панелей главного зеркала обсерватории «Миллиметр»;

⁶ Постановление Правительства РФ от 31.03.2022 г. № 522 «О внесении изменений в Правила предоставления субсидии из федерального бюджета автономной некоммерческой организации «Агентство по технологическому развитию» на поддержку проектов, предусматривающих разработку конструкторской документации на комплектующие изделия, необходимые для отраслей промышленности». [Decree of the Government of the Russian Federation No. 522 dated March 31, 2022 "Concerning the Introduction of Amendments to the Rules for Granting Subsidies from the Federal Budget to the Autonomous Non-Profit Organization "Agency for Technological Development" for the Support of Projects Involving the Development of Design Documentation for Component Products Necessary for Industries."]. <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202204040037>. Дата обращения 31.03.2023. / Accessed March 31, 2023 (in Russ.).

3. ОКР «Разработка автоматизированных технологий изготовления заготовок из оптического бесцветного и цветного стекла методами горячей и холодной обработки»;

4. ОКР «Разработка технологии автоматизации оптического стекловаренного производства»;

5. ОКР «Разработка и изготовление комплекта зеркал объектива оптической станции «Зоркий».

Активное внедрение собственных разработок, а также приобретение и внедрение оборудования отечественных производителей позволили АО ЛЗОС расширить номенклатуру продукции и освоить выпуск новой. При этом ставились следующие задачи: разработка и производство конкурентоспособной продукции, обладающей более высоким потенциалом для роста собственного производства; эффективное использование ограниченных ресурсов; удешевление производства при оптимальном качестве продукции.

МЕТОДЫ

На примере ОКР «Разработка и изготовление комплекта зеркал объектива оптической станции «Зоркий», которая была реализована на АО ЛЗОС, проведем обоснование возможных эффектов, проявляющихся от внедрения интерферометра КП-119 (разработчик – АО ЛЗОС, Россия) для контроля внеосевых асферических поверхностей.

Выделим основные результаты (эффекты), проявляющиеся от инкорпорирования прибора КП-119 в производственную деятельность, которые можно разделить на внутренние и внешние (рис. 1). Такое разветвление обусловлено тем, что измерение признаков явлений, связанных с экономическими отношениями, одновременно составляет предмет исследования экономических наук и представляет собой объект измерений метрологии [6].

Внутренние эффекты связаны с функционированием завода и направлены на повышение его потенциала. Их целесообразно разделить по следующим направлениям: развитие потенциала завода и социально-экономические эффекты.

В свою очередь, эффекты развития потенциала завода можно подразделить на два вида: технологические и научные эффекты. Технологические эффекты обусловлены условиями, которые предполагают наличие у новой техники или оборудования лучших характеристик по сравнению с существующими средствами производства (ресурсосбережения, в т.ч. энергосбережения, производительности и надежности). Научные эффекты заключаются в накоплении новых знаний и обусловлены масштабом новизны внедряемого прибора, патентоспособностью и перспективностью идеи.

Ускорение производственного цикла, сокращение издержек производства и увеличение инвестиций,



Рис. 1. Эффекты, проявляющиеся от внедрения интерферометра КП-119

несомненно, приведут к увеличению финансово-экономических показателей деятельности предприятия, к экономическим эффектам. Увеличивающаяся стоимость нематериальных активов будет свидетельствовать не только об инновационности, но также обеспечивать экономическую безопасность и технологический суверенитет организации. В свою очередь, социальный эффект от внедрения новой техники будет проявляться в улучшении условий труда работников и экономических условий.

Внутренние эффекты развития потенциала предприятия и социально-экономические эффекты – разноплановые, но при этом взаимосвязаны.

Внешние эффекты проявляются положительными выгодами для третьих лиц, не вовлеченных в процесс внедрения и эксплуатации новой техники и оборудования, а также общества в целом. **Общественный эффект** от инкорпорирования прибора КП-119 в производственную деятельность проявляется в воздействиях на характер общественного процесса, на повышение уровня потенциала смежных отраслей, а также в создании предпосылок для вторичных инноваций. **Эффект импортонезависимости** проявляется в укреплении национальной безопасности и национальных интересов: локализации производства техники и оборудования на территории РФ; снижении доли импортных комплектующих и материалов при производстве собственной продукции. **Экологический эффект** связан с улучшением состояния окружающей среды, например, сбережением использования природных ресурсов, уменьшением негативного влияния на окружающую среду.

Внешние эффекты характеризуются взаимосвязанностью и направлены на долгосрочную перспективу, в т.ч. в смежных отраслях.

Состав показателей различных эффектов может варьироваться с учетом особенностей внедряемой техники и оборудования. Для оценки эффектов от внедрения интерферометра КП-119 для контроля внеосевых асферических поверхностей должна быть разработана оригинальная система показателей,

которая включает количественные и качественные показатели. Количественные показатели характеризуют измеримые результаты и используются для количественной оценки. Качественные показатели позволяют провести оценку качественных параметров на основе экспертных методов.

Выбор показателей осуществлялся с использованием научно-обоснованных принципов, раскрытых в работах Р. Каплана и Д. Нортгона [7–9]: обзорность, древовидная структура системы и достоверность информации. Следуя названным принципам, систему показателей целесообразно подразделить на проекции, характеризующие разнообразные аспекты развития объекта исследования. Количество показателей в системе не должно превышать 30–35, а их число в одной проекции должно составлять 3–7. При этом индикаторами эффектов являются не текущие значения показателей, а их изменения (исследуются значения показателей до и после внедрения интерферометра).

Анализ эффектов от введения прибора КП-119 проводился на основе компаративного сопоставления показателей до и после его внедрения. В качестве подхода к сравнительному анализу ключевых показателей для измерения эффекта от внедрения прибора КП-119 был выбран подход, базирующийся на использовании нормированных индексов – относительных показателей, отражающих изменения значений индикаторов до и после инкорпорирования прибора КП-119 в производственную деятельность предприятия. Выбор такого подхода обусловлен следующими соображениями. Во-первых, задействование индексов позволяет оценить изменение сложных явлений в динамике. Во-вторых, с использованием индексов можно проводить различные виды компаративного анализа (временной, пространственной, сравнение с эталоном, прогнозом и т.п.). В-третьих, использование относительных величин позволяет анализировать показатели в одних осях на одном графике (например, с использованием столбиковых гистограмм или лепестковых диаграмм) и дает возможность расчета интегральных индексов для исследования обобщенных

эффектов или синтезированных показателей состояния системы. Таким образом, в работе предлагается задействовать нормирование исходных показателей системы на единую безразмерную шкалу.

В случае исследования эффектов от внедрения прибора КП-119 показатели, характеризующие эти эффекты, можно традиционно подразделить на «положительные» и «отрицательные». При этом с целью роста эффектов проекта «положительные» индикаторы целесообразно максимизировать, а «отрицательные» – минимизировать.

Для перевода исходных данных в безразмерные индексы будем использовать следующее формализованное выражение [10]:

$$y_{ij} = \begin{cases} \frac{K_{ij0}}{K_{ij1}} & \text{для «положительного» показателя,} \\ \frac{K_{ij1}}{K_{ij0}} & \text{для «отрицательного» показателя,} \end{cases} \quad (1)$$

где i – номер проекции системы показателей; j – индекс показателя внутри проекции; K_{ij0} и K_{ij1} – значение j -го показателя эффекта i -й проекции до и после внедрения прибора КП-119. После расчета нормированного индекса все показатели становятся «положительными» и изменяются в пределах отрезка $[0; 1]$.

Таким образом, значение нормированного индикатора y_{ij} интерпретируется следующим образом. Если $y_{ij} = 0.5$ ($K_{ij0} = K_{ij1}$), то рост по данному показателю отсутствует. Если $y_{ij} > 0.5$, то можно зафиксировать рост по данному показателю. Наконец, если $y_{ij} < 0.5$, то произошло снижение значения показателя.

После проведения процедуры вычисления нормированных индексов можно произвести расчет интегрального показателя оценки эффектов от внедрения прибора КП-119. Использование обобщенных индикаторов предоставляет возможность исследования ключевых агрегированных тенденций как в отдельных проекциях проекта, так и по всему набору исследуемых характеристик. При этом можно использовать разнообразные подходы к расчету обобщенной характеристики и выбору весовых коэффициентов при осуществлении свертки [11–13]. В данном исследовании был использован подход, основанный на вычислении интегрального показателя как суммы нормированных индексов с учетом их весовых коэффициентов по формуле:

$$\left\{ \begin{aligned} \Omega &= \sum_{i=1}^n \left(\sum_j^{m_i} y_{ij} w_j \right) w_i, \\ \sum_{j=1}^{m_i} w_j &= \sum_{i=1}^n w_i = 1, \end{aligned} \right. \quad (2)$$

где n – количество проекций в системе показателей; m_i – количество индикаторов в i -й проекции; w_j – весовой коэффициент значимости индикатора в системе; w_i – весовой коэффициент значимости проекции. Интегральный показатель, как и нормированные индексы, может изменяться от 0 до 1. В качестве порогового (критериального) значения для интегрального показателя, отделяющего положительный эффект от отрицательного, также принято значение 0.5. Это обосновывается тем, что при $\Omega < 0.5$ наблюдается в целом отрицательная динамика индикаторов, а при $\Omega > 0.5$ – положительная.

В истоках представленного в статье инструментария оценки эффектов заложены известные и успешно применяемые в теории и практике принципы анализа, синтеза, декомпозиции и объединения [14]. Использование нормированных индексов и обобщенных показателей позволяет делать выводы как об отдельных эффектах в развитии системы, так и об интегральном эффекте от внедрения проекта в целом.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Согласно описанной методике выделения показателей всю систему индикаторов для оценки эффектов от внедрения интерферометра КП-119 для контроля внеосевых асферических поверхностей можно разделить на две проекции, отражающие внутренние и внешние эффекты от инкорпорирования проекта в производственную деятельность предприятия. В свою очередь проекцию «Внутренние эффекты» можно разделить на подсистемы показателей, связанных с технологическими, научными и социально-экономическими эффектами. Далее по аналогии каждую подсистему можно детализировать показателями, характеризующими отдельные эффекты от внедрения прибора КП-119.

При расчете качественных показателей проводилось индивидуальное оценивание индикаторов с использованием отдельных экспертов, независимых друг от друга [15]. В состав экспертной группы вошли квалифицированные специалисты – представители АО ЛЗОС (руководители предприятия, сотрудники базовой кафедры «Оптические системы и технологии» РТУ МИРЭА, инженеры и менеджеры проекта). Экспертами получены статистические характеристики показателей по десятибалльной системе (0 – отсутствие эффекта, 10 – максимальный эффект от внедрения прибора КП-119). Далее вычислялись сумма баллов, выставленная экспертами, и средняя арифметическая балльная оценка показателей. Таким образом качественные показатели были переведены в количественные.

Состав системы показателей для оценки эффектов от внедрения прибора КП-119 с учетом специфики проекта и современных реалий, расчетные

формулы и экономическое содержание каждого показателя представлены в таблице. Отметим, что в данном случае научный интерес представляют не сами

показатели, а их комбинация, а также методика нахождения обобщенного индекса, определяющего интегральную оценку эффекта от внедрения проекта.

Таблица. Система показателей для оценки эффектов от внедрения интерферометра КП-119

Наименование показателя	Расчетная формула	Методические пояснения
Внутренние эффекты		
1. Технологический эффект		
1.1. Показатели ресурсосбережения		
1.1.1. Энергоемкость	$K_{111} = W/Q,$ <p>W – суммарный объем потребленных энергоносителей (электроэнергии, теплоэнергии, технологического топлива и др.) для производства продукции; Q – количество продукции, произведенной за расчетный период</p>	Показывает затраты энергии (энергоресурсов и энергоносителей) на производство единицы продукции
1.1.2. Ресурсоемкость	$K_{112} = TC/Q,$ <p>TC – совокупные производственные затраты</p>	Показывает затраты ресурсов (в денежном выражении) на производство единицы продукции
1.1.3. Время выполнения операций производственными рабочими при производстве единицы продукции	$K_{113} = \sum_{i=1}^n t_i / n,$ <p>t_i – время i-й операции, устанавливается по данным хронометражных наблюдений; n – общее количество операций</p>	Показывает затраты времени при выполнении отдельных процессов производства при производстве единицы продукции
1.1.4. Выход годной продукции	$K_{114} = QG/SR,$ <p>QG – количество годной продукции, произведенной за расчетный период; SR – объем фактически израсходованного сырья</p>	Показывает, насколько эффективно расходуется сырье, а также характеризует технический и организационный уровень технического процесса
1.2. Показатели производительности		
1.2.1. Производительность оборудования	$K_{121} = Q/T,$ <p>Q – объем произведенной продукции; T – общее время работы оборудования</p>	Отражает объем продукции (работы), производимой в единицу времени
1.2.2. Производительность труда	$K_{122} = QS/R,$ <p>QS – объем произведенной продукции в финансовом (стоимостном) выражении; R – количество рабочих, вырабатывающих продукцию</p>	Показывает, насколько эффективно рабочий (или группа рабочих) вложил свой труд в создание единицы продукции
1.2.3. Коэффициент использования ресурсов	$K_{123} = FQ/TC,$ <p>FQ – фактический объем ресурсов; TC – общая емкость (максимальное количество используемых ресурсов)</p>	Показывает степень (интенсивность) использования ресурсов
1.3. Показатели надежности		
1.3.1. Нарботка на отказ (безотказность)	$K_{131} = \sum_{i=1}^m t_i / m,$ <p>t_i – интервалы времени безотказной работы оборудования; m – число отказов оборудования, возникших за рассматриваемый календарный период</p>	Является статистической мерой и используется для прогнозирования поведения, как вероятность безотказной работы оборудования за заданное время

Таблица. Продолжение

Наименование показателя	Расчетная формула	Методические пояснения
1.3.2. Технический ресурс (долговечность)	$K_{132} = T_{\text{ресурс}}$ $T_{\text{ресурс}}$ – технический ресурс оборудования (запас)	Характеризует запас возможной наработки оборудования (время) от начала его эксплуатации или возобновления эксплуатации после ремонта до наступления предельного состояния или капитального ремонта для обеспечения его работоспособности в течение определенного промежутка времени
1.3.3. Среднее время восстановления (ремонтпригодность)	$K_{133} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$ n – число восстановлений; t_i – время, затраченное на восстановление (обнаружение, поиск причины и устранение отказа)	Характеризует математическое ожидание времени восстановления работоспособного состояния объекта после отказа
1.3.4. Цена надежности	$K_{134} = Z_{\text{pr}} \cdot \left(\frac{NA}{NA_0} \right)^\alpha$ Z_{pr} – цена надежности прототипа (аналога); NA и NA_0 – наработка на отказ или средний срок службы оборудования и прототипа; α – эмпирический показатель, характеризующий уровень производства, обычно $\alpha \approx 0.5-1.5$	Показывает, во сколько раз затраты завода из-за ненадежности оборудования превышают стоимость продукции или какую часть стоимости продукции составляют затраты при эксплуатации, обусловленные ненадежностью
2. Научный эффект		
2.1. Перспективность дальнейшего развития	$K_{21} = \sum_{i=1}^N K_{21i} / N$ K_{21i} – балльная оценка (от 1 до 10) i -го эксперта; N – количество экспертов, участвовавших в опросе	Показывает перспективность заложенной в основу идеи для дальнейшего развития на заводе. Вычисляется согласно экспертным оценкам
2.2. Новизна	$K_{22} = \sum_{i=1}^N K_{22i} / N$ K_{22i} – балльная оценка (от 1 до 10) i -го эксперта; N – количество экспертов, участвовавших в опросе	Показывает уровень и масштаб новизны установки, ее составных частей; а также превосходство перед аналогами. Вычисляется согласно экспертным оценкам
2.3. Патентоспособность	$K_{23} = \sum_{i=1}^N K_{23i} / N$ K_{23i} – балльная оценка (от 1 до 10) i -го эксперта; N – количество экспертов, участвовавших в опросе	Показывает охраноспособность и перспективность патентования. Вычисляется согласно экспертным оценкам
3. Экономический эффект		
3.1. Производственная себестоимость	$K_{31} = \sum_{i=1}^n Z_i$ n – число статей затрат; Z_i – сумма конкретной затраты	Формируется с учетом затрат, связанных с производством и выпуском единицы продукции
3.2. Балансовая стоимость оборудования	$K_{32} = S - A - Ob$ S – стоимость оборудования по балансу, включая расходы на приобретение, доставку, установку, стоимость новых узлов; A – амортизация; Ob – обесценивание	Показывает стоимость оборудования по балансу. После модернизации балансовая стоимость оборудования пересчитывается

Таблица. Продолжение

Наименование показателя	Расчетная формула	Методические пояснения
3.3. Стоимость нематериальных активов	$K_{33} = NA,$ NA – стоимость нематериальных активов по балансу	Показывает стоимость объектов, не имеющих вещественной, физической формы, предназначенных для использования в процессе производства
4. Социальный эффект		
4.1. Число реконструируемых/создаваемых рабочих мест	$K_{41} = Rm,$ Rm – количество рабочих мест, реконструируемых/создаваемых в результате внедрения оборудования	Показывает количество реконструированных/создаваемых рабочих мест, где используется новое/модернизированное оборудование
4.2. Индекс уровня заработной платы на реконструируемых/создаваемых рабочих местах	$K_{42} = a/a_{cp},$ a – средний уровень заработной платы на реконструируемых/создаваемых рабочих местах; a_{cp} – средний уровень заработной платы в регионе	Показывает отношение среднего уровня заработной платы на реконструируемых/создаваемых рабочих местах к среднему уровню заработной платы в регионе
4.3. Удовлетворенность работников условиями труда	$K_{43} = \sum_{i=1}^N K_{43i} / N,$ K_{43i} – балльная оценка (от 1 до 10) i -го эксперта; N – количество экспертов, участвовавших в опросе	Показывает удовлетворенность условиями труда работников. Вычисляется согласно экспертным оценкам
4.4. Развитие/оптимизация производственных и организационных процессов	$K_{44} = \sum_{i=1}^N K_{44i} / N,$ K_{44i} – балльная оценка (от 1 до 10) i -го эксперта; N – количество экспертов, участвовавших в опросе	Показывает, насколько эффективно функционируют производственные и организационные процессы при эксплуатации оборудования. Вычисляется согласно экспертным оценкам
Внешние эффекты		
5. Общественный эффект		
5.1. Потенциал для развития смежных отраслей	$K_{51} = \sum_{i=1}^N K_{51i} / N,$ K_{51i} – балльная оценка (от 1 до 10) i -го эксперта; N – количество экспертов, участвовавших в опросе	Показывает перспективность развития смежных отраслей в результате развития идеи, новизны установки, ее составных частей. Вычисляется согласно экспертным оценкам
5.2. Предпосылки для вторичных инноваций	$K_{52} = \sum_{i=1}^N K_{52i} / N,$ K_{52i} – балльная оценка (от 1 до 10) i -го эксперта; N – количество экспертов, участвовавших в опросе	Показывает перспективность дальнейшего развития идеи/оборудования, его составных частей. Вычисляется согласно экспертным оценкам
6. Эффект импортонезависимости		
6.1. Уровень импортозависимости	$K_{61} = \frac{Q_{замещ}}{Q_{общ}},$ $Q_{замещ}$ – объем поступивших по импорту продукции/оборудования/технологий; $Q_{общ}$ – общий текущий объем потребления или использования продукции/оборудования/технологий в процессе функционирования предприятия	Отражает долю импортных продукции/оборудования/технологий в общем объеме продукции/оборудования/технологий

Таблица. Окончание

Наименование показателя	Расчетная формула	Методические пояснения
6.2. Коэффициент локализации производства	$K_{62} = (C_{\text{отп}} - C_{\text{им}}) / C_{\text{отп}}$ $C_{\text{отп}}$ – отпускная цена продукции; $C_{\text{им}}$ – цена комплектующих, компонентов и материалов, поступающих по импорту	Показывает отношение разности отпускной цены продукции и цены комплектующих, компонентов и материалов, поступающих по импорту, к отпускной цене конечной продукции
7. Экологический эффект		
7.1. Индекс внедрения экологических инноваций	K_{71} находится из формы 4-инновация (раздел 16) ¹ и определяется как сумма кода «1» в строках 1101–1110, деленная на 10	Индекс меняется от 0 до 1 (0 – нет экологических инноваций, 1 – максимальный уровень их эффективности)
7.2. Индекс соответствия природоохранному законодательству	K_{72} находится из формы 4-инновация (раздел 16) ² и определяется как сумма кода «1» в строках 1111–1117, деленная на 7	Индекс меняется от 0 до 1 (0 – нет соответствия экологическим нормам, 1 – максимальный уровень соответствия)

Источник: разработано авторами.

¹ Приказ Федеральной службы государственной статистики от 29.07.2022 г. № 538 «Об утверждении форм федерального статистического наблюдения для организации федерального статистического наблюдения за деятельностью в сфере образования, науки, инноваций и информационных технологий». Форма № 4-инновация «Сведения об инновационной деятельности организации». [Order of the Federal State Statistics Service No. 538 dated July 29, 2022 “On Approval of Federal Statistical Observation Forms for Organization of Federal Statistical Observation of Activities in the Sphere of Education, Science, Innovation and Information Technology.” Form No. 4-innovation “Information on innovation activity of the organization.”]. <https://docs.cntd.ru/document/351745217>. Дата обращения 31.03.2023. / Accessed March 31, 2023 (in Russ.).

² Там же. [Ibidem.].

На рис. 2 показаны значения нормированных индексов оценки эффектов от внедрения прибора КП-119, полученные по формуле (1) путем компаративного сопоставления данных по индикаторам, представленным в таблице до и после внедрения прибора. Расчетный период индикаторов составил один год. Ценовые показатели рассчитывались с учетом ставки дисконтирования.

В последней строке рисунка представлен результат вычисления обобщенного показателя эффекта от внедрения интерферометра КП-119. Весовые коэффициенты при расчетах интегрального показателя выбирались экспертно.

Анализ значений нормированных индексов позволяет сделать следующие выводы:

1. Значения большинства индексов превысило величину $y = 0.5$, что говорит о положительных эффектах от внедрения интерферометра КП-119 для контроля внеосевых асферических поверхностей.
2. Некоторые индексы оказались ниже референсного уровня $y = 0.5$. К ним относятся индексы ресурсоемкости, внедрения экологических инноваций и производственной себестоимости.
3. Значение обобщенного индекса, рассчитанного по формуле (2), оказалось равно $\Omega = 0.57$, что свидетельствует о положительном интегральном эффекте, полученном от внедрения интерферометра.

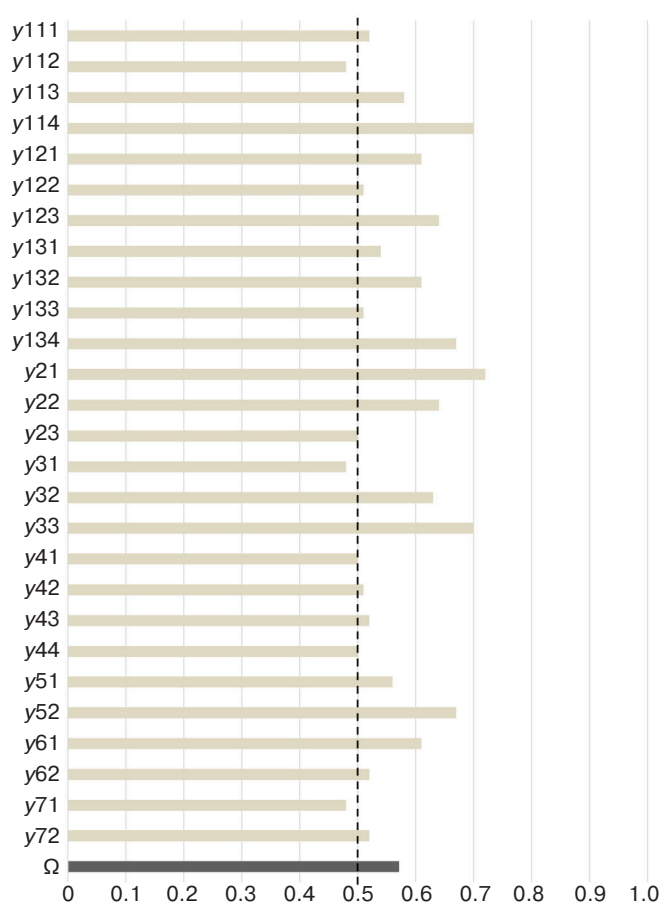


Рис. 2. Нормированные индексы оценки эффектов от внедрения интерферометра КП-119

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье представлена авторская методика интегральной оценки эффектов от реализации проекта развития производственной системы. С целью получения синтетической оценки разработана система показателей для комплексного исследования эффектов, полученных от проекта внедрения нового прибора в рамках реализации политики импортозамещения. Разработанная система показателей отличается обоснованием разнообразных эффектов, проявляющихся от внедрения техники и оборудования (внутренние и внешние эффекты различной природы: эффект развития потенциала, социально-экономический, эффект импортнезависимости, общественный, экологический), а также предполагает компаративное сопоставление количественных значений показателей, рассчитанных до и после инкорпорирования проекта в производственную систему.

Апробация результатов производилась на примере ОКР «Разработка и изготовление комплекта зеркал объектива оптической станции «Зоркий», которая была реализована на АО «Лыткаринский завод оптического стекла», заключалась во внедрении интерферометра КП-119 для контроля внеосевых асферических поверхностей, и показала положительный интегральный эффект.

Предложенная методика интегральной оценки эффектов от внедрения нового прибора является в определенной мере универсальной и может быть адаптирована для научно-технических и технологических проектов любого промышленного предприятия. Вместе с тем, для того чтобы оценить целесообразность реализации проекта по импортозамещению,

необходимо проанализировать рациональность встраивания нового прибора в производственно-технологическую цепочку создания добавленной стоимости. В связи с этим, дальнейшее развитие разработанной системы показателей должно быть связано с добавлением показателей, которые позволят оценить влияние проекта на развитие производственной системы в целом, снижение зависимости от импорта оборудования, качество производимой продукции, общие затраты и стоимость производимой продукции. Эти показатели позволят обобщить оценку эффектов, полученных от проекта по импортозамещению.

Вклад авторов

М.А. Абдулкадыров – представление данных для проведения расчетов, научное редактирование.

А.Н. Игнатов – представление данных для проведения расчетов, научное редактирование.

Н.Н. Куликова – идея исследования, анализ литературы, разработка системы показателей, написание и редактирование текста статьи.

Е.С. Митяков – анализ литературы, разработка методики расчетов, проведение исследования, подготовка графических материалов, написание и редактирование текста статьи.

Authors' contributions

M.A. Abdulkadyrov – presentation of data for calculations, scientific editing.

A.N. Ignatov – presentation of data for calculations, scientific editing.

N.N. Kulikova – the idea of the study, literature analysis, development of a system of indicators, writing and editing the text of the article.

E.S. Mityakov – literature analysis, development of calculation methods, research, preparation of graphic materials, writing and editing the text of the article.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макарова Е.В. Экономическая эффективность внедрения инновационного технологического оборудования: факторы, риски, управленческие решения. *Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки*. 2013;9(125):70–76.
2. Герасименко О.А., Авилова Ж.Н., Гукова Е.А. Импортозамещение в промышленности: комплексный подход с позиции государственно-частного партнерства. *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2016;1(1):209–213.
3. Архипов С.О., Караев А.Э. Импортозамещение – «окно возможностей» для российской промышленности. *Управление качеством в нефтегазовом комплексе*. 2015;4:30–31.

REFERENCES

1. Makarova E.V. Economic efficiency of innovation technological equipment introduction: factors, risks, management solutions. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye nauki = Tambov University Review. Series: Humanities*. 2013;9(125):70–76 (in Russ.).
2. Gerasimenko O.A., Avilova Zh.N., Gukova E.A. Import substitution in industry: A comprehensive approach public-private partnership. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova = V.G. Shukhov Bulletin of Belgorod State Technological University*. 2016;1(1):209–213 (in Russ.).
3. Arkhipov S.O., Karaev A.E. Import substitution is a “window of opportunity” for Russian industry. *Upravlenie kachestvom v neftegazovom komplekse = Quality Management in Oil and Gas Industry*. 2015;4:30–31 (in Russ.).

4. Гнидченко А.А. Импортзамещение в российской промышленности: текущая ситуация и перспективы. *Журнал Новой экономической ассоциации*. 2016;4(32):154–161. URL: <http://journal.econorus.org/pdf/NEA-32.pdf>
5. Безпалов В.В. Импортзамещение: анализ подходов к определению понятия. *Управление экономическими системами: электронный научный журнал*. 2016;11(93):9.
6. Усов Л.С., Селименков Р.Ю., Зарубина А.И., Яковлева Е.Н. *Научные основы экономической метрологии*. Вологда: Негосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Вологодский институт бизнеса; 2015. 516 с. ISBN 978-5-9039-4854-3
7. Каплан Р.С., Нортон Д.П. *Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию*. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес»; 2019. 320 с. ISBN 978-5-9693-0358-4
8. Kaplan R.S., Norton D.P. *Strategy Maps: Converting Intangible Assets into Tangible Outcomes*. Boston, Massachusetts, USA: Harvard Business Press; 2004. 324 p.
9. Kaplan R.S., Norton D.P. The Balanced Scorecard – Measures that Drive Performance. *Harv. Bus. Rev.* 1992;70(1):71–79. URL: <https://hbr.org/1992/01/the-balanced-scorecard-measures-that-drive-performance-2>
10. Сенчагов В.К., Митяков С.Н. Использование индексного метода для оценки уровня экономической безопасности. *Вестник Академии экономической безопасности МВД России*. 2011;5:41–50.
11. Митяков Е.С., Корнилов Д.А. К вопросу о выборе весов при нахождении интегральных показателей экономической динамики. *Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева*. 2011;3(90):289–299.
12. Митяков Е.С., Митяков С.Н. Адаптивный подход к вычислению обобщенного индекса экономической безопасности. *Современные проблемы науки и образования*. 2014;2:415. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=12435>
13. Lapshin V., Sohatskaya S. Choosing the weighting coefficients for estimating the term structure from sovereign bonds. *Int. Rev. Econ. & Fin.* 2020;70(issue C): 635–648. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2020.08.011>
14. Баринов В.А., Болотова Л.С., Волкова В.Н. и др. *Теория систем и системный анализ в управлении организациями: справочник*; под ред. В.Н. Волковой, А.А. Емельянова. М.: Финансы и статистика; 2021. 847 с.
15. Родионов Н.В., Загидуллин Н.В. Анализ экспертных методов оценки качества инноваций. *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. 2020;10:105–111.
4. Gnidchenko A.A. Import substitution in the Russian industry: current situation and prospects. *Zhurnal Novoi ekonomicheskoi assotsiatsii = Journal of the New Economic Association*. 2016;4(32):154–161 (in Russ.). Available from URL: <http://journal.econorus.org/pdf/NEA-32.pdf>
5. Bezpалov V.V. Import substitution: analysis of approaches to the definition of the concept. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal = Management of Economic Systems: electronic scientific journal*. 2016;11(93):9 (in Russ.).
6. Usov L.S., Selimenkov R.Yu., Zarubina A.I., Yakovleva E.N. *Nauchnye osnovy ekonomicheskoi metrologii (Scientific Foundations of Economic Metrology)*. Vologda: Non-governmental (private) educational institution of higher profession education Vologda Business Institute; 2015. 516 p. (in Russ.). ISBN 978-5-9039-4854-3
7. Kaplan R.S., Norton D.P. *Sbalansirovannaya sistema pokazatelei. Ot strategii k deistviyu (Balanced Scorecard. From Strategy to Action)*. Moscow: Olimp-Biznes; 2019. 320 p. (in Russ.). ISBN 978-5-9693-0358-4
8. Kaplan R.S., Norton D.P. *Strategy Maps: Converting Intangible Assets into Tangible Outcomes*. Boston, Massachusetts, USA: Harvard Business Press; 2004. 324 p.
9. Kaplan R.S., Norton D.P. The Balanced Scorecard – Measures that Drive Performance. *Harv. Bus. Rev.* 1992;70(1):71–79. Available from URL: <https://hbr.org/1992/01/the-balanced-scorecard-measures-that-drive-performance-2>
10. Senchagov V.K., Mityakov S.N. Using the index method to assess the level of economic security. *Vestnik Akademii ekonomicheskoi bezopasnosti MVD Rossii = Vestnik of Academy of Economic Security of the Ministry of Internal Affairs of Russia*. 2011;5:41–50 (in Russ.).
11. Mityakov E.S., Kornilov D.A. Regarding the issue of proper weighting coefficients in determination of integral indicators of economic dynamics. *Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva = R.E. Alekseev Transactions of NNSTU*. 2011;3(90):289–299 (in Russ.).
12. Mityakov E.S., Mityakov S.N. Adaptive approach to calculation of the generalized index of economic security. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education*. 2014;2:415 (in Russ.). Available from URL: <https://science-education.ru/article/view?id=12435>
13. Lapshin V., Sohatskaya S. Choosing the weighting coefficients for estimating the term structure from sovereign bonds. *Int. Rev. Econ. & Fin.* 2020;70(issue C): 635–648. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2020.08.011>
14. Barinov V.A., Bolotova L.S., Volkova V.N., et al. *Teoriya sistem i sistemnyi analiz v upravlenii organizatsiyami: spravochnik (Theory of systems and system analysis in management of organizations: a reference book)*. Volkova V.N., Emelyanov A.A. (Eds.). Moscow: Finansy i statistika; 2021; 847 p. (in Russ.).
15. Rodionov N.V., Zagidullin N.V. Analysis of expert methods innovation quality assessment. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki = News of the Tula State University. Technical Science*. 2020;10:105–111 (in Russ.).

Об авторах

Абдулкадыров Магомед Абдуразакович, к.т.н., заведующий базовой кафедрой оптических систем и технологий при АО «Лыткаринский завод оптического стекла» Института перспективных технологий и индустриального программирования ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119454, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 78); помощник главного инженера, АО «Лыткаринский завод оптического стекла» (140080, Россия, Московская область, Лыткарино, Парковая ул., д. 1). E-mail: lastro-am@lzos.ru. Scopus Author ID 6603205346, SPIN-код РИНЦ 5019-1811, <https://orcid.org/0009-0004-1152-5096>

Игнатов Александр Николаевич, к.т.н., генеральный директор, АО «Лыткаринский завод оптического стекла» (140080, Россия, Московская область, Лыткарино, Парковая ул., д. 1). E-mail: ignatov@lzos.ru. Scopus Author ID 7101837680, SPIN-код РИНЦ 9737-2091, <https://orcid.org/0000-0002-9627-4799>

Куликова Наталия Николаевна, к.э.н., доцент, заведующий кафедрой управления инновациями Института технологий управления ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119454, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 78). E-mail: kulikova@mirea.ru. Scopus Author ID 57190409353, SPIN-код РИНЦ 7442-9985, <https://orcid.org/0000-0003-3378-5230>

Митяков Евгений Сергеевич, д.э.н., профессор, профессор кафедры информатики Института кибербезопасности и цифровых технологий ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119454, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 78). E-mail: mityakov@mirea.ru. Scopus Author ID 55960540500, SPIN-код РИНЦ 5691-8947, <https://orcid.org/0000-0001-6579-0988>

About the authors

Magomed A. Abdulkadyrov, Cand. Sci. (Eng.), Head of the Basic Department of Optical Systems and Technologies at Lytkarino Optical Glass Factory, Institute for Advanced Technologies and Industrial Programming, MIREA – Russian Technological University (78, Vernadskogo pr., Moscow, 119454 Russia); Assistant Chief Engineer, Lytkarino Optical Glass Factory (1, Parkovaya ul., Moscow oblast, Lytkarino, 140080 Russia). E-mail: lastro-am@lzos.ru. Scopus Author ID 6603205346, RSCI SPIN-code 5019-1811, <https://orcid.org/0009-0004-1152-5096>

Alexander N. Ignatov, Cand. Sci. (Eng.), General Director, Lytkarino Optical Glass Factory (1, Parkovaya ul., Moscow oblast, Lytkarino, 140080 Russia). E-mail: ignatov@lzos.ru. Scopus Author ID 7101837680, RSCI SPIN-code 9737-2091, <https://orcid.org/0000-0002-9627-4799>

Natalia N. Kulikova, Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, Head of the Department of Innovation Management, Institute of Management Technologies, MIREA – Russian Technological University (78, Vernadskogo pr., Moscow, 119454 Russia). E-mail: kulikova@mirea.ru. Scopus Author ID 57190409353, RSCI SPIN-code 7442-9985, <https://orcid.org/0000-0003-3378-5230>

Evgeniy S. Mityakov, Dr. Sci. (Econ.), Professor, Department of Informatics, Institute for Cybersecurity and Digital Technologies, MIREA – Russian Technological University (78, Vernadskogo pr., Moscow, 119454 Russia). E-mail: mityakov@mirea.ru. Scopus Author ID 55960540500, RSCI SPIN-code 5691-8947, <https://orcid.org/0000-0001-6579-0988>