

Шинкевич Алексей Иванович
д-р экон. наук, д-р технич. наук, ФГБОУ ВО
«Казанский национальный исследователь-
ский технологический университет»,
г. Казань, Российская Федерация
ORCID: 0000-0002-1881-4630
e-mail: ashinkevich@mail.ru

Шумкин Александр Васильевич
соискатель, ФГБОУ ВО «Казанский на-
циональный исследовательский техноло-
гический университет», г. Казань,
Российская Федерация
ORCID: 0000-0001-9615-4036
e-mail: a.shumkin2021@yandex.ru

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫВЕДЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ НА РЫНОК В МАШИНОСТРОЕНИИ

Аннотация. Исследование направлено на построение функциональной модели процесса выведения инновационной продукции на рынок в сфере машиностроения. Предметом исследования послужил инновационный процесс машиностроительного предприятия. Методология исследования охватывает сравнительный анализ и анализ динамических рядов, концепцию DCOR-моделирования, IDEF0-методологию. В результате исследования выявлены закономерности инновационного развития машиностроительных отраслей в России, предложена декомпозиция DCOR-модели процесса выведения инновационной продукции на рынок, адаптированная к машиностроительной отрасли; предложены рычаги успешного вывода инновационного продукта на рынок; разработана функциональная модель процесса выведения инновационной продукции на рынок в машиностроении. Модель формализована в нотации IDEF0, что в целом может способствовать открытию и использованию «окна возможностей» для реализации прорывной инновации. Сформулированные выводы способствуют развитию теории инноваций в контексте машиностроительной отрасли и могут быть применены при планировании и прогнозировании инновационного развития отраслевых предприятий.

Ключевые слова: инновационная продукция, машиностроение, выведение на рынок, «окно возможностей», Time-To-Market, DCOR-модель, функциональная модель, IDEF0

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-010-00655

Для цитирования: Шинкевич А.И., Шумкин А.В. функциональное моделирование процесса выведения инновационной продукции на рынок в машиностроении // Вестник университета. 2021. № 12. С. 47–54.

Alexey I. Shinkevich
Dr. Sci. (Econ.), Dr. Sci. (Tech.),
Kazan National Research Technological
University, Kazan, Russia
ORCID: 0000-0002-1881-4630
e-mail: ashinkevich@mail.ru

Alexander V. Shumkin
Applicant, Kazan National Research
Technological University, Kazan, Russia
ORCID: 0000-0001-9615-4036
e-mail: a.shumkin2021@yandex.ru

FUNCTIONAL MODELING OF THE PROCESS OF BRINGING INNOVATIVE PRODUCTS TO THE MARKET IN MECHANICAL ENGINEERING

Abstract. The research is aimed at building a functional model of market launch process of innovative mechanical engineering products. The subject of the study was the innovative process of a machine-building enterprise. The research methodology includes a comparative analysis and analysis of dynamic series, the concept of DCOR modeling, and IDEF0 methodology. As a result of the study, the patterns of innovative development of machine-building industries in Russia have revealed. The decomposition of the DCOR model of market launch process of innovative products adapted to the machine-building industry has proposed. The levers of successful market launch of innovative products have offered. A functional model of market launch process of innovative mechanical engineering products has developed. The model has formalised in the IDEF0 notation, which in general can contribute to the opening and use of a “window of opportunity” for the implementation of breakthrough innovation. The formulated conclusions contribute to the development of the theory of innovation in the context of machine-building industry and can be applied in planning and forecasting the innovative development of industrial enterprises.

Keywords: innovative products, mechanical engineering, market launch, window of opportunity, time-to-market, DCOR model, functional model, IDEF0

Acknowledgments. The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research within the framework of scientific project No. 20-010-00655

For citation: Shinkevich A.I., Shumkin A.V. (2021) Functional modeling of the process of bringing innovative products to the market in mechanical engineering. *Vestnik universiteta*, no. 12, pp. 47–54. DOI: 10.26425/1816-4277-2021-12-47-54



Введение

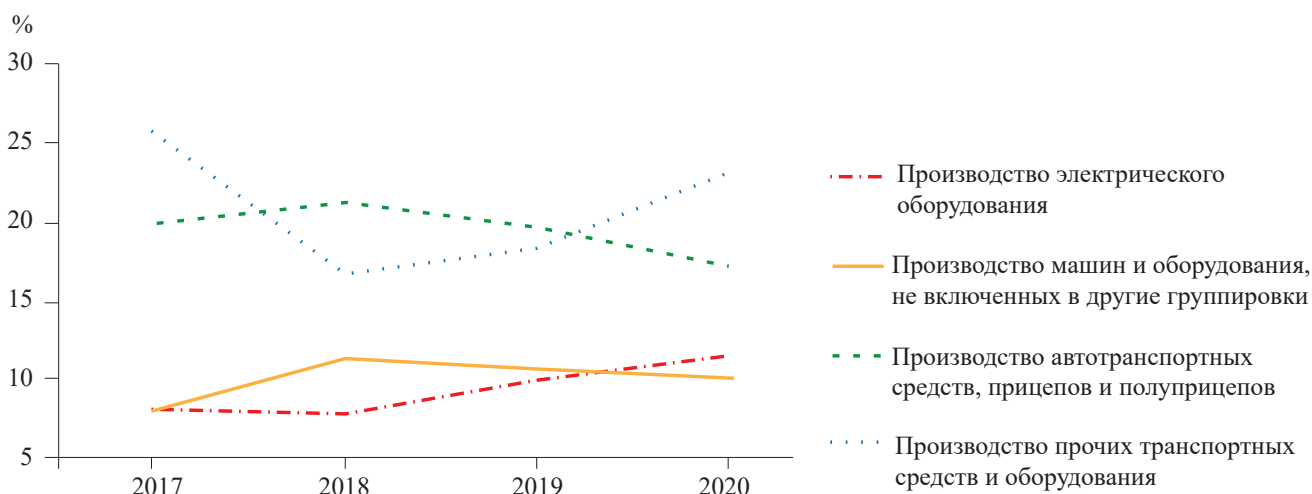
Машиностроение является одним из ключевых факторов экономической безопасности страны. С одной стороны, отрасль не отличается гибкостью в силу специфики производства, сложностью процедур сертификации, стандартизации, процесса обслуживания; с другой стороны, модернизация отрасли определяет конкурентоспособные позиции национальной экономики на глобальном уровне. Приоритетные направления развития машиностроения, в числе которых стимулирование разработки и производства инновационных продуктов, обозначены в Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2024 г. и на период до 2035 г., Стратегии развития транспортного машиностроения Российской Федерации на период до 2030 г. и других стратегических документах федерального значения [2; 3].

Эффективным способом повышения конкурентоспособности промышленного предприятия является не просто проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (далее – НИОКР), а их коммерциализация, что детерминирует важность успешного выведения инновационного продукта на рынок. Данная проблематика находит широкое отражение в научно-исследовательских работах [11; 12; 17]. Однако наше внимание сосредоточено на возможностях, обеспечиваемых инновационной активностью промышленных предприятий, в связи с чем нами исследованы особенности «окон возможностей» при запуске инновационной продукции на рынок.

Категория «окна возможностей» появилась в конце XX в., но в научной литературе, на наш взгляд, представлена слабо. Вместе с тем известны исследования концептуальных аспектов технологических «окон возможностей» [8; 15]; В. П. Бауэр и Е. С. Агеева, опираясь на подход Д. П. Фролова, рассматривают «окна возможностей» в иерархической плоскости – национальная экономическая система представляет собой иерархию уровней (нано-, мезо-1-, мини-, мезо-2-, микро-, мезо-3-, макро-, мезо-4, мегауровней), ассоциируемых с «окнами возможностей» для реализации инновационного потенциала субъектов малого и среднего бизнеса [6; 14].

Специфика инновационной деятельности машиностроительного предприятия раскрыта в части исследования инновационной среды [13], адаптации инновационных процессов отраслевых предприятий [16], логики процессов проектирования, сборки, испытаний [10] и других работах.

В целом инновационная активность машиностроительной отрасли превышает средний по обрабатывающему сектору экономики уровень, который по итогам 2020 г. составил 8,5 % инновационных товаров и услуг в структуре отгруженных (рис. 1). Наибольшую долю демонстрируют производства транспортных средств. Кроме того, позиции России на глобальном отраслевом уровне определяются как низкие. В части автомобилестроения отставание обусловлено неконкурентоспособным качеством производимых в России комплектующих. В целом российское машиностроение уступает по инженерным инновациям Китаю, Германии, США, Бразилии [1]. Очевидны негибкость машиностроительной отрасли, необходимость высокого уровня апробации новых разработок, международной сертификации, стандартизации.



Источник: [5]

Рис. 1. Доля инновационных товаров и услуг, %

Вышесказанное актуализирует поиск «окон возможностей» для повышения конкурентоспособности России на международном рынке машиностроения в результате ускорения времени на проектирование и вывод новой продукции на рынок. Кроме того, считаем слабо изученным непосредственно процессный подход к управлению инновациями в машиностроительных отраслях, что обуславливает значимость настоящего исследования.

DCOR-моделирование процесса разработки и вывода инновационных продуктов на рынок

Успех инновационной деятельности предприятия определяется совокупностью эндо- и экзогенных факторов, в частности, системой унифицированных процессов. Унификация и стандартизация бизнес-процессов и методологии – неотъемлемые элементы оптимизации функционирования предприятия, позволяющие минимизировать ошибки и время на их устранение, предотвратить дублирование задач, сократить временные затраты на выполнение процесса и др. Распространенным инструментом унификации и стандартизации процесса вывода на рынок инновационной продукции является электронный документооборот, которому предшествует выработка методологии и соответствующей документации. В качестве такой методологии нами предложено рассмотреть DCOR-модель, позволяющую привести в единообразную форму ключевые процессы по созданию и диффузии инноваций. Методология охватывает обновление продукта, разработку нового продукта или новой технологии; на верхнем уровне включает 5 процессов – планирование, исследование, проектирование, интеграция и совершенствование. В научной литературе представлена декомпозиция 2-го уровня SCOR-модели [9], декомпозиция 4-го уровня DCOR-модели [17]. Нами объединены данные 2 подхода (обобщены и уточнены подпроцессы) с учетом открывающихся «окон возможностей» (рис. 2).

Рассмотрим более подробно процессы планирования, отраженные в представленной модели [17].

- 1) планирование (P) – охватывает задачи планирования ресурсов, информационной поддержки, графика, производственных возможностей;
- 2) планирование исследования (PR1) – подтверждение планов ресурсообеспечения, программного обеспечения, производственных возможностей;
- 3) планирование проектирования (PD1) – подтверждение запросов, требований рынка, квалификационной подготовки персонала, планирование распределения ресурсов по конкретным задачам;
- 4) планирование интеграции (PI1) – определение объемов готовой продукции, планирование системы сбыта и др.;
- 5) планирование совершенствования (PA1) – планирование сбора данных об удовлетворенности потребителей новым продуктом, ввода собранных данных в информационную систему предприятия, распределения ресурсов на усовершенствование выведенного на рынок продукта.



Источники: [9; 17]

Рис. 2. Декомпозиция DCOR-модели процесса вывода инновационной продукции на рынок

В целях достижения конкурентоспособных позиций в контексте инновационного развития особенно важным является соблюдение принципа Time-To-Market (время выведения на рынок), предусматривающего максимально возможное сокращение времени между моментом создания продукта до его поступления в продажу. «Окно возможностей» для реализации прорывной инновации открывается ненадолго на этапе исследования и проектирования, когда новатор с невысокой вероятностью выведет на рынок новый, актуальный и востребованный продукт. Именно DCOR-модель наилучшим образом интегрируется с указанным принципом в рамках процессов исследования и проектирования, которые должны быть реализованы с минимально допустимой себестоимостью (с учетом сохранения высокого качества продукта и бизнес-процессов) и способствовать выведению инновационного продукта на рынок своевременно, не допуская опережения конкурентами и укладываясь в открывшиеся «окна возможностей» [7].

В развитие концептуального подхода к организации процесса выведения инновационных продуктов на рынок предложены рычаги:

- 1) информация, полнота и качество которой обуславливают степень рациональности принимаемого решения относительно нового продукта;
- 2) клиентоориентированность, определяющая востребованность новации рынком;
- 3) бизнес-коммуникации, от которых зависит круг стейкхолдеров инноваций предприятия;
- 4) организационно-техническое обеспечение, оптимизация которого способствует сокращению времени вывода инновационного продукта на рынок (электронный документооборот, регламентация и автоматизация инновационных бизнес-процессов и т. д.).

Моделирование инновационной деятельности машиностроительного предприятия

Успех запуска инновационной продукции на рынок определяется способностью вовремя реализовать открывающиеся возможности выхода на новый рынок. Этому способствуют цифровизация и интернет вещей, модернизация смежных отраслей, повышение требований к экологической, физической и информационной безопасности. Как следствие, новые технологии обеспечивают возможность сокращения времени выведения инновационной продукции на рынок [1].

Использование «окон возможностей» в машиностроении обеспечивается в частности четкой регламентацией инновационных процессов. В связи с этим предложена функциональная модель, отражающая логику этапов разработки и вывода инновационного продукта на рынок, формализованная в нотации IDEF0 (рис. 3). С учетом исследуемой в рамках статьи проблематики особо важным этапом является своевременное патентование промышленных образцов, успешно прошедших тестирование, что в результате обеспечивает надежную защиту инноваций.

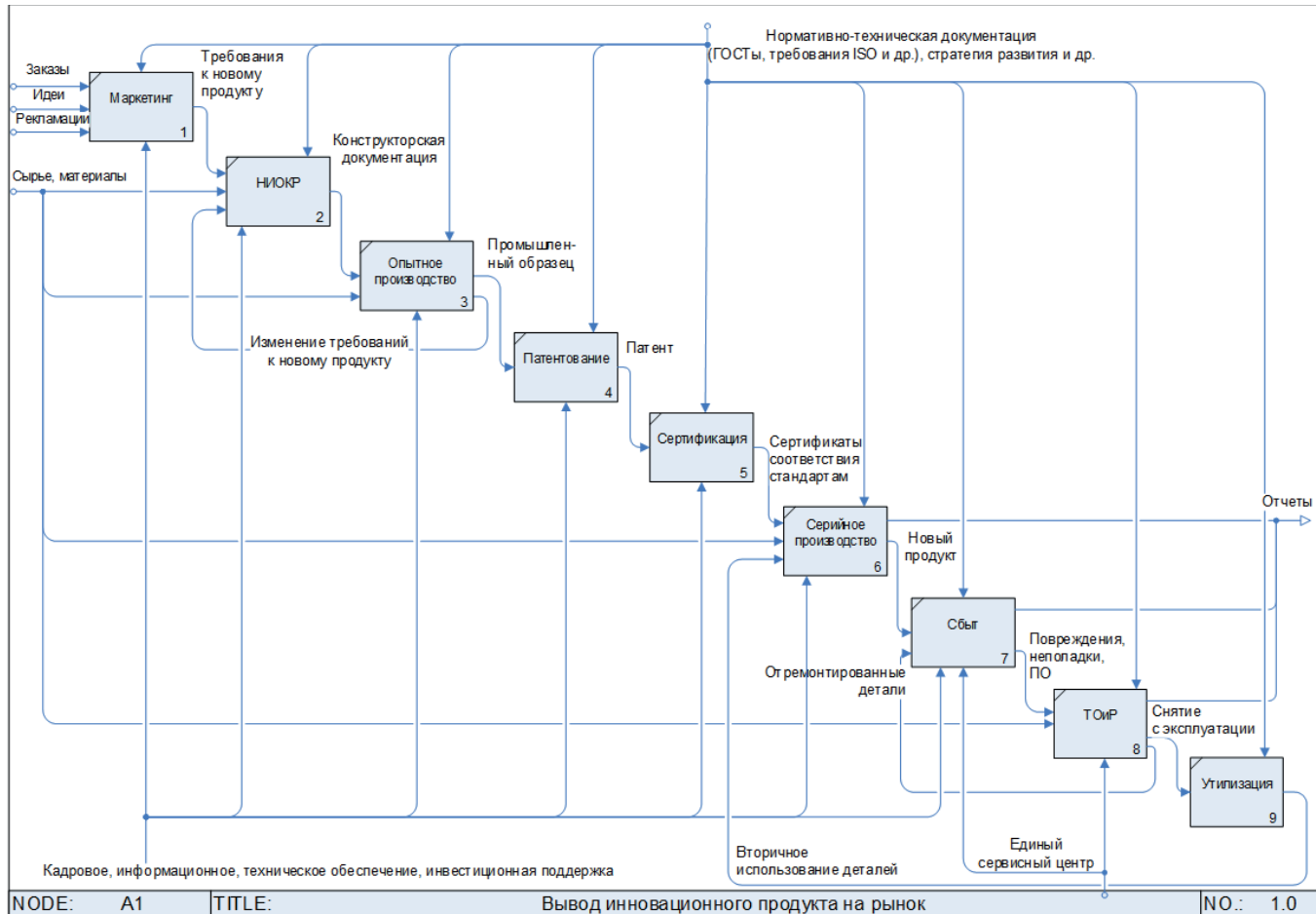
В целом разработка и запуск инновационной продукции на рынок регламентируется рядом нормативно-правовых актов и нормативно-технической документации. К последним следует отнести ИСО 9001:2015 и ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования», ГОСТ Р 15.301-2016 «Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство», ГОСТ Р 50995.3.1-96 «Технологическое обеспечение создания продукции. Технологическая подготовка производства», ГОСТ РВ 0015-002 «Система разработки и постановки на производство военной техники. Система менеджмента качества. Общие требования», Положение о лицензировании разработки, производства, испытания, установки, монтажа, технического обслуживания, ремонта, утилизации и реализации вооружения и военной техники, межгосударственные стандарты Единой системы технологической документации, Единой системы конструкторской документации и т. д. [4].

Принципиальное отличие машиностроительной отрасли заключается в наличии сервисного центра, который на этапе эксплуатации новых машин и оборудования осуществляет их обслуживание и ремонт. В случае невозможности восстановления машин, оборудования или их комплектующих происходит снятие с эксплуатации и утилизация или вторичное использование списанных позиций в производстве, что отвечает принципам экономики замкнутого цикла, устойчивого развития и ESG-критериям из-за снижения негативной нагрузки на окружающую среду.

Открытие и использование «окна возможностей» для реализации прорывной инновации предлагается выразить формулой (1):

$$\min \sum_{i=2}^6 T_i \Rightarrow "OB", \quad (1)$$

где T_i – время на выполнение i -го этапа в процессе выведения инновационной продукции на рынок в машиностроении; $i=2$ – время на НИОКР (в том числе функциональное и конструкторско-технологическое проектирование); $i=3$ – время на опытное производство, испытания; $i=4$ – время на патентование (подача заявки на патент); $i=5$ – время на сертификацию инновационной продукции и лицензирование деятельности, связанной с ее выпуском; $i=6$ – время на серийное производство; OB – окно возможностей.



Составлено авторами по материалам исследований

Рис. 3. Функциональная модель процесса выведения инновационной продукции на рынок в машиностроении

Таким образом, предложенная функциональная модель отличается не только отражением последовательности этапов, но и интеграцией с теорией «окон возможностей», доступных предприятию лишь в случае минимизации затрат времени на разработку и вывод инновационной продукции на рынок.

Выводы

1. Выявлены закономерности инновационного развития машиностроительных отраслей в России, проявляющиеся в высокой доле инновационных товаров и услуг относительно средней по обрабатывающего сектора экономики. Наибольшую долю демонстрируют производства транспортных средств. Но российская действительность отличается значительным отставанием модернизации машиностроения от ряда развитых стран.

2. Предложена декомпозиция DCOR-модели процесса выведения инновационной продукции на рынок, адаптированная к машиностроительной отрасли, отличающаяся интеграцией с теорией «окон возможностей» и принципом Time-To-Market, позволяющая комплексно оценить ключевые подпроцессы инновационной

деятельности предприятия, выявить и оптимизировать наиболее затратные по времени подпроцессы с целью своевременного использования «окон возможностей».

3. Предложены рычаги успешного вывода инновационного продукта на рынок, к числу которых отнесены информация, клиентоориентированность, бизнес-коммуникации и организационно-техническое обеспечение, что позволяет сосредоточить ресурсы на основополагающих направлениях инновационной деятельности предприятия.

4. Разработана функциональная модель процесса выведения инновационной продукции на рынок в машиностроении, формализованная в нотации IDEF0, отражающая последовательность этапов, инструментов и механизмов регулирования, позволяющая управлять, помимо прочего, затратами времени на разработку и выводом инновационной продукции на рынок, что обеспечит открытие и использование «окна возможностей» для реализации прорывной инновации.

Заключение

Сформулированные выводы и разработанные модели способствуют развитию теории инноваций в контексте машиностроительных отраслей и могут быть применены при планировании и прогнозировании инновационного развития отраслевых предприятий.

Библиографический список

1. Распоряжение Правительства РФ от 06.06.2020 № 1512-р. «Об утверждении Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2024 года и на период до 2035 года» // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_354707/ (дата обращения: 04.10.2021).
2. Распоряжение Правительства РФ от 17.08.2017 № 1756-р. «Об утверждении Стратегии развития транспортного машиностроения Российской Федерации на период до 2030 года» // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_222901/ (дата обращения: 04.10.2021).
3. Постановление Правительства РФ от 13.06.2012 № 581 (с изм. и доп., внесенными Постановлением Правительства РФ от 1 февраля 2021 г. № 94) «Положение о лицензировании разработки, производства, испытания, установки, монтажа, технического обслуживания, ремонта, утилизации и реализации вооружения и военной техники» // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_131246/07c806e1007efe8102e28781898c2f537f0bfd7b/ (дата обращения: 04.10.2021).
4. Бауэр, В. П., Агеева, Е. С. «Окна возможностей» малого и среднего бизнеса для участия в реализации новой промышленной политики // Мир новой экономики. – 2016. – № 4. – С. 32–40.
5. Боровков, А. И. Окно возможностей открыто // Ритм машиностроения. – 2020. – № 1. – С. 22–25.
6. Галимулина, Ф. Ф., Шинкевич, М. В., Лубнина, А. А. Особенности технологических окон возможностей инновационного развития нефтехимических предприятий в условиях современного кризиса // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. – 2020. – № 8. – С. 16–18. <http://dx.doi.org/10.37882/2223-2974.2020.08.05>
7. Левина, Т. В. SCOR-моделирование // Логистика и управление цепями поставок. – 2012. – № 2 (49). – С. 88–94.
8. Селиванов, С. Г., Панышина, О. Ю., Поезжалова, С. Н., Бородкина, О. А. Разработка системы инновационной подготовки производства в машиностроении // Инновации. – 2013. – № 3 (173). – С. 78–84.
9. Тихонов, Н. А. Развитие механизма выведения инновационных продуктов на рынок: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. – Москва, 2018. – 24 с.
10. Токарев, Б. Е. Методология маркетинговых исследований рыночных ниш инновационных продуктов: автореф. дис. ... докт. экон. наук: 08.00.05. – Москва, 2014. – 48 с.
11. Тронина, И. А. Управление инновационными процессами в машиностроении России: проблемы и предпосылки // Экономический анализ: теория и практика. – 2010. – Т. 9, № 30 (195). – С. 21–28.
12. Фролов, Д. П. Многоуровневая иерархия экономического пространства: формирование эволюционной таксономии // Пространственная экономика. – 2013. – № 4. – С. 122–150. <http://doi.org/10.14530/se.2013.4.122-150>
13. Шинкевич, А. И., Зарайченко, И. А. Повышение инновационной активности в энерго- и ресурсосбережении на основе концепции «Технологических окон возможностей» // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – № 9. – С. 897–899.
14. Штрикунова, М. М., Пелихов, Д. М., Еременко, М. Ю. Теоретические основы управления адаптацией инновационных процессов на предприятии машиностроения // Вестник университета. – 2016. – № 2. – С. 199–201.

15. Топузов, Н. К., Дворниченко, А. А., Томашев, В. П. Инструменты выведения на рынок инновационных продуктов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=17203> (дата обращения: 04.10.2021).
16. Технологическое развитие отраслей экономики // Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/11189> (дата обращения: 04.10.2021).
17. Инновации в России – неисчерпаемый источник роста // McKinsey&Company [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Russia/Our%20Insights/Innovations%20in%20Russia/Innovations-in-Russia_web_lq-1.ashx (дата обращения: 04.10.2021).
18. Chen, P.-Sh., Chen, J. Ch.-M., Huang, W.-T., Kuo, L.-Y. The development of a modified design chain operations reference model in new product development of the printed circuit board: a case study // Applied Sciences. – 2020. –V. 10, No. 11. – Art. 3703. <https://doi.org/10.3390/app10113703>

References

1. Order of the Government of the Russian Federation dated on June 6, 2020, No 1512-r “On Approval of the Consolidated Strategy for the Development of the Manufacturing Industry of the Russian Federation until 2024 and for the Period up to 2035, *Legal reference system “ConsultantPlus”*. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_354707/ (accessed 04.10.2021).
2. Order of the Government of the Russian Federation of August 17, 2017, No. 1756-r. “On the Approval of the Strategy for the Development of Transport Engineering of the Russian Federation dated on the Period up to 2030”, *Legal reference system “ConsultantPlus”*. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_222901/ (accessed 04.10.2021).
3. Resolution of the Government of the Russian Federation dated on June 13, 2012, No. 581 (as amended and supplemented by the Resolution of the Government of the Russian Federation of February 2021, No. 94) “Regulations on Licensing the Development, Production, Testing, Installation, Installation, Maintenance, Repair, Disposal and Sale of Weapons and Military Equipment”, *Legal reference system “ConsultantPlus”*. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_131246/07c806e1007efe8102e28781898c2f537f0bfd7b/ (accessed 04.10.2021).
4. Bauer V. P., Ageeva E. S. “Windows of opportunities” of small and medium business for implementation of new industrial policy, *The World of new economy*, 2016, no. 4, pp. 32–40. (In Russian).
5. Borovkov A. I. The window of opportunity is open, *Ritm mashinostroeniya*, 2020, no. 1, pp. 22–25. (In Russian).
6. Galimulina F. F., Shinkevich M. V., Lubnina A. A. Features of technological windows of opportunities for innovative development of petrochemical enterprises in a downturn, *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Ekonomika i pravo*, 2020, no. 8, pp. 16–18. (In Russian). <http://dx.doi.org/10.37882/2223-2974.2020.08.05>
7. Levina T. V. SCOR-modeling, *Logistics and supply chain management*, 2012, no. 2 (49), pp. 88–94. (In Russian).
8. Selivanov S. G., Pan'shina O. Yu., Poezzhalova S. N., Borodkina O. A. System development of innovation training of manufacturing in machine building, *Innovatsii*, 2013, no. 3 (173), pp. 78–84. (In Russian).
9. Tikhonov N. A. *Development of a mechanism for bringing innovative products to market*: Abstract of Diss. Cand. Econ. Sci.: 08.00.05, Moscow, 2018, 24 p. (In Russian).
10. Tokarev B. E. *Methodology of marketing research of market niches of innovative products*: Diss. Cand. Econ. Sci.: 08.00.05, 2014, Moscow, 48 p. (In Russian).
11. Tronina I. A. Management of innovative processes in mechanical engineering of Russia: problems and preconditions, *Economic analysis: theory and practice*, 2010, vol. 9, no. 30 (195), pp. 21–28. (In Russian).
12. Frolov D. P. Multilevel hierarchy of economic space: formation of evolutionary taxonomy, *Spatial economics*, 2013, no. 4, pp. 122–150. (In Russian). <http://doi.org/10.14530/se.2013.4.122-150>
13. Shinkevich A. I., Zاراichenko I. A. Increasing innovation activity in energy and resource conservation based on the concept of “Technological windows of opportunity”, *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2010, no. 9, pp. 897–899. (In Russian).
14. Shtrikunova M. M., Pelikhov D. M., Eremenko M. Yu. Theoretical bases of management of adaptation of innovative processes at the enterprise of mechanical engineering, *Vestnik universiteta*, 2016, no. 2, pp. 199–201. (In Russian).
15. Topuzov N. K., Dvornichenko A. A., Tomashev V. P. Tools for innovative products market introduction, *Modern problems of science and education*, 2015, no. 1-1. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=17203> (accessed 04.10.2021). (In Russian).

16. Technological development of economic sectors, *Federal State Statistics Service*. Available at: [https://rosstat.gov.ru/folder/11189\(-](https://rosstat.gov.ru/folder/11189(-) accessed 04.10.2021).
17. Innovations in Russia are an inexhaustible source of growth, *McKinsey&Company*. Available at: https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Russia/Our%20Insights/Innovations%20in%20Russia/Innovations-in-Russia_web_lq-1.ashx (accessed 04.10.2021).
18. Chen P.-S., Chen J. Ch.-M., Huang W.-T., Kuo L.-Y. , The development of a modified design chain operations reference model in new product development of the printed circuit board: a case study, *Applied Sciences*, 2020, vol. 10, no. 11, article. 3703. <https://doi.org/10.3390/app10113703>