

## 2.2 Теоретическая информатика

Научная статья

УДК 004.9

ББК 22.18

ГРНТИ 20.15.13




ВАК 1.2.3.

PACS 89.65.Gh

OCIS 000.5920

MSC 91B44

### Роль систем планирования ресурсов предприятия в реинжиниринге бизнес-процессов на примере промышленных предприятий

С. В. Болдин , А. И. Сатушев , Н. А. Шеронов  <sup>1</sup>

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина»,  
603950, Нижний Новгород, Россия

Поступила в редакцию 26 октября 2024 года

После переработки 4 ноября 2024 года

Опубликована 28 декабря 2024 года

---

**Аннотация.** Рассматривается критическая роль систем планирования ресурсов предприятия в содействии реинжинирингу бизнес-процессов на промышленных предприятиях с особым акцентом на производство капитальных товаров. Рассматривается симбиотическая связь между системами планирования ресурсов предприятия и реинжинирингом бизнес-процессов и делается вывод о том, что их одновременное внедрение является наиболее эффективным подходом для организационных преобразований и оптимизации процессов. Исследование опирается на примеры из индийского сектора производства капитальных товаров, в частности государственных предприятий, чтобы проиллюстрировать, как реинжиниринг бизнес-процессов на основе способствует модернизации, повышению производительности и конкурентоспособности в традиционно вялых отраслях. Результаты исследования подчеркивают стратегическую важность систем планирования ресурсов предприятия в поддержке инициатив по реинжинирингу.

**Ключевые слова:** система планирования ресурсов предприятия, реинжиниринг бизнес-процессов, промышленные предприятия, капитальные товары, операционная эффективность, организационные преобразования, конкурентоспособность, интеграция

---

## Введение

Современные системы планирования ресурсов предприятия стали ключевым инструментом в реализации реинжиниринга бизнес-процессов на промышленных предприятиях. Реинжиниринг бизнес-процессов, определяемый как радикальная перестройка процессов для достижения значительного повышения стоимости, качества и эффективности, представляет собой особенно сложный комплекс обстоятельств в крупномасштабных промышленных операциях.

---

<sup>1</sup>E-mail: niksheron@yandex.ru

В последние десятилетия промышленные предприятия сталкиваются с рядом вызовов, связанных с ростом конкуренции, глобализацией рынков и быстрыми технологическими изменениями. В современных условиях традиционные подходы к управлению бизнес-процессами промышленных предприятий становятся малоэффективными, что приводит к снижению производительности, увеличению затрат и потере конкурентоспособности промышленных предприятий.

Целью работы является исследование систем планирования ресурсов промышленных предприятий в содействии реинжинирингу бизнес-процессов на промышленных предприятиях. Задачей работы является анализ роли систем планирования ресурсов промышленных предприятий в содействии реинжинирингу бизнес-процессов на промышленных предприятиях с особым акцентом на производство капитальных товаров.

Объектом исследования является система планирования ресурсов промышленных предприятий в содействии реинжинирингу бизнес-процессов на промышленных предприятиях. Предметом исследования является процесс оптимизации бизнес-процессов на основе современных информационных технологий в системе планирования ресурсов промышленных предприятий.

Методами исследования являются методы анализа существующих подходов к реинжинирингу бизнес-процессов на промышленных предприятиях. Материалами исследования являются научные материалы по реинжинирингу бизнес-процессов на промышленных предприятиях, включая статьи, монографии и научные публикации.

Научная новизна исследования состоит в том, что исследование возможностей использования систем планирования ресурсов для реинжиниринга бизнес-процессов на промышленных предприятиях может быть использовано для обобщения опыта промышленных предприятий, которые успешно внедрили системы планирования ресурсов и достигли значительных улучшений в оптимизации бизнес-процессов на основе современных информационных технологий.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что исследование направлено на развитие теоретических основ реинжиниринга бизнес-процессов на основе систем планирования ресурсов в бизнес-процессах, которые могут быть использованы для разработки новых подходов к управлению промышленными предприятиями. Практическая значимость исследования заключается в том, что применение результатов исследования позволит промышленным предприятиям повысить эффективность своей деятельности, снизить затраты и улучшить качество продукции. Это, в свою очередь, будет способствовать росту прибыли и укреплению позиций на рынке.

## Обзор

Значительным преимуществом систем планирования ресурсов предприятия при реинжиниринге бизнес-процессов на промышленных предприятиях является их способность стандартизировать и автоматизировать бизнес-процессы. В контексте промышленных предприятий, где такие процессы, как производство, управление запасами и координация цепочек поставок, по своей сути сложны и взаимозависимы, системы планирования ресурсов предприятия обеспечивают единую платформу, интегрирующую эти функции. Такая интеграция имеет огромное значение для реализации целей реинжиниринга бизнес-процессов, поскольку она способствует бесперебойной передаче данных в рамках всего предприятия, сводя к минимуму задержки и ошибки. Кроме того, системы планирования ресурсов предприятия способствуют мониторингу и отслеживанию ключевых показателей эффективности в режиме реального времени, что позволяет руководству принимать взвешенные решения и оперативно реагировать на изменения рынка. Внедрение систем планирования ресурсов предприятия на промышленных предприятиях часто обусловлено необходимостью повышения эффективности

и снижения операционных затрат, о чём свидетельствуют результаты исследований. Как отмечается в работах [1–4], системы планирования ресурсов предприятия играют ключевую роль в автоматизации бизнес-процессов, позволяя компаниям оптимизировать распределение ресурсов и повышать общую производительность. Например, в отрасли производства капитальных товаров внедрение систем планирования ресурсов предприятия способствовало рационализации производственных процессов, сокращению сроков выполнения заказов и повышению качества продукции. Это привело к более эффективному использованию ресурсов, что привело к экономии затрат и повышению рентабельности [1]. Будучи комплексными программными решениями, предназначенными для интеграции различных бизнес-функций, системы планирования ресурсов предприятия играют ключевую роль в обеспечении и поддержке инициатив по реинжинирингу бизнес-процессов, особенно в промышленных условиях. Как свидетельствуют результаты исследований, системы планирования ресурсов предприятия обеспечивают необходимую технологическую инфраструктуру для автоматизации и рационализации бизнес-процессов, повышая тем самым эффективность и согласовывая их с целями реинжиниринга бизнес-процессов [1].

Тем не менее, внедрение различных систем планирования ресурсов предприятия в рамках реинжиниринга бизнес-процессов не обходится без трудностей. Одной из наиболее серьезных проблем является согласование функциональных возможностей систем планирования ресурсов предприятия с конкретными требованиями реорганизуемых процессов. Как отмечается в работе [5], успех внедрения систем планирования ресурсов предприятия в рамках реинжиниринга бизнес-процессов зависит от всестороннего изучения существующих бизнес-процессов и их согласования с возможностями системы планирования ресурсов предприятия [5]. Во многих случаях компаниям приходится настраивать свои системы планирования ресурсов предприятия в соответствии с особыми требованиями реорганизуемых процессов [6]. Такая настройка может быть дорогостоящей и трудоёмкой, а при неправильном выполнении она может привести к неэффективности системы и узким местам в процессах.

## Методы и материалы

Современные промышленные предприятия сталкиваются с необходимостью внедрения инновационных подходов для повышения эффективности и адаптивности своих бизнес-процессов. Один из таких подходов — реинжиниринг бизнес-процессов, направленный на коренной пересмотр и оптимизацию существующих процессов с целью значительно улучшить их результаты. В рамках реинжиниринга бизнес-процессов особую роль играют системы планирования ресурсов предприятия, которые представляют собой интегрированные программные решения, способствующие автоматизации управления ресурсами, упрощению взаимодействия между различными подразделениями и повышению прозрачности процессов.

Системы планирования ресурсов предприятия стали жизненно важными инструментами для рационализации и автоматизации сложных промышленных процессов, повышения операционной эффективности и стратегической перестройки, необходимой для поддержания конкурентоспособности на динамичном рынке. Интегрируя разрозненные функциональные области, включая производство, запасы, финансы и человеческие ресурсы, системы планирования ресурсов предприятия обеспечивают единую платформу для реинжиниринга устаревших процессов, снижения неэффективности и улучшения процесса принятия решений.

Промышленный сектор, особенно индустрия капитальных товаров, претерпел значительные преобразования, вызванные необходимостью реорганизации существующих бизнес-моделей для поддержания конкурентоспособности в условиях всё большей гло-

бализации экономики. Внедрение систем планирования ресурсов предприятия в этих отраслях сыграло ключевую роль в совершенствовании процессов. Системы планирования ресурсов предприятия способствуют доступу к данным в режиме реального времени, межфункциональной интеграции и расширению возможностей принятия решений, что крайне важно в условиях жёсткой конкуренции. Внедрение систем планирования ресурсов предприятия в рамках реинжиниринга бизнес-процессов упрощает координацию между отделами и оптимизирует операционную эффективность за счёт устранения избыточности и улучшения потока информации в организации.

Внедрение систем планирования ресурсов предприятия на промышленных предприятиях способствует не только реинжинирингу внутренних процессов, но и согласованию целей бизнеса с внешними рыночными факторами. Создавая интегрированную сеть операций, системы планирования ресурсов предприятия способствуют бесперебойной связи между разрозненными подразделениями и синхронизации производственных графиков, управления запасами и логистики цепочки поставок. Такая интеграция особенно выгодна в отраслях, где координация между этими функциями жизненно важна для удовлетворения запросов клиентов и сохранения конкурентных преимуществ. Кроме того, системы планирования ресурсов предприятия помогают промышленным предприятиям оптимизировать процессы, выявляя неэффективность и избыточность, которые могут быть устранены путём реинжиниринга. Например, автоматизация ручных задач, ставшая возможной благодаря системам планирования ресурсов предприятия, может заметно сократить время и трудозатраты, связанные с этими процессами, тем самым повышая общую производительность. Как отмечается в литературе, эффективное использование информационных технологий является одним из важнейших факторов успешного внедрения реинжиниринга бизнес-процессов. Системы планирования ресурсов предприятия, расположенные на стыке бизнес-операций и информационных технологий, обеспечивают необходимую инфраструктуру для поддержки комплексной перестройки процессов. Однако для того, чтобы системы планирования ресурсов предприятия обеспечивали желаемые результаты в рамках реинжиниринга бизнес-процессов, необходимо, чтобы они были настроены в соответствии с конкретными потребностями предприятия. Настройка функциональных возможностей систем планирования ресурсов предприятия позволяет привести систему в соответствие с конкретными требованиями реорганизуемых процессов, тем самым гарантируя, что система будет поддерживать, а не препятствовать достижению целей организации. В этом контексте невозможно переоценить важность надёжной инфраструктуры на основе информационных технологий. Неразвитая инфраструктура на основе информационных технологий может привести к неэффективности системы, разрозненности данных и другим узким местам, которые могут подорвать успех усилий по реинжинирингу бизнес-процессов.

Системы планирования ресурсов промышленных предприятий не только способствуют совершенствованию процессов, но и предоставляют промышленным предприятиям инструменты для мониторинга и оценки эффективности реинжиниринговых процессов. Возможность отслеживать показатели эффективности в режиме реального времени позволяет предприятиям принимать взвешенные решения и оперативно устранять любые проблемы, возникающие в процессе реорганизации. Эта возможность особенно ценна в таких отраслях, как производство, где даже незначительные неэффективные процессы могут оказать существенное влияние на рентабельность и производительность. Предоставляя централизованную платформу для управления данными, Системы планирования ресурсов предприятия позволяют предприятиям выявлять «узкие места» и неэффективные рабочие процессы, обеспечивая непрерывную оптимизацию процессов. Гибкость систем планирования ресурсов предприятия также позволяет промышленным предприятиям настраивать свои процессы в соответствии с конкретными потребностями

ми бизнеса, обеспечивая соответствие усилий по реинжинирингу общим стратегическим целям организации. Пример подразделений государственного сектора в индийской индустрии капитальных товаров демонстрирует важность согласования систем планирования ресурсов предприятия с инициативами по реинжинирингу бизнес-процессов для преодоления внутренней неэффективности и повышения общей конкурентоспособности [7]. Исторически сложилось так, что многочисленные предприятия государственного сектора в Индии столкнулись с серьезными проблемами в поддержании рентабельности и конкурентоспособности на открытом рынке из-за ограничений, связанных с устаревшими системами и жесткостью бизнес-процессов. В ответ на инициативы правительства по модернизации и технологическому прогрессу системы планирования ресурсов предприятия были внедрены в рамках комплексной стратегии реинжиниринга бизнес-процессов с целью оживления этих предприятий. Например, внедрение систем планирования ресурсов предприятия в корпорации Heavy Engineering Corporation было увязано с усилиями по реинжинирингу бизнес-процессов, направленными на реструктуризацию операций, повышение производительности и модернизацию технологической инфраструктуры. Интеграция систем планирования ресурсов предприятия и реинжиниринга бизнес-процессов случай с корпорацией Heavy Engineering Corporation представляет собой не просто технологическую модернизацию, а скорее стратегический сдвиг, цель которого — превратить организацию в более гибкого и конкурентоспособного игрока на рынке [8]. В отраслях, производящих капитальные товары, где производственные процессы часто бывают сложными и ресурсоемкими, системы планирования ресурсов предприятия служат незаменимой технологической основой для поддержки инициатив реинжиниринга бизнес-процессов. Благодаря автоматизации рутинных задач, стандартизации процессов и анализу данных в режиме реального времени системы планирования ресурсов предприятия помогают компаниям постоянно контролировать и оптимизировать свою деятельность. Это особенно важно для капиталоемких отраслей, поскольку даже незначительная неэффективность может привести к значительным финансовым потерям. Способность систем планирования ресурсов предприятия обеспечивать прозрачность всей цепочки поставок, от сырья до готовой продукции, позволяет промышленным предприятиям сокращать потери, оптимизировать использование ресурсов и повышать общую производительность. Таким образом, функция систем планирования ресурсов предприятия в поддержке реинжиниринга бизнес-процессов на промышленных предприятиях выходит за рамки простой автоматизации; она способствует разработке более устойчивых, гибких и масштабируемых бизнес-моделей, способных адаптироваться к постоянно изменяющимся требованиям глобального рынка.

## Заключение

Системы планирования ресурсов предприятия играют важную роль в поддержке реинжиниринга бизнес-процессов на промышленных предприятиях, обеспечивая технологическую основу, необходимую для оптимизации и интеграции процессов. Системы планирования ресурсов позволяют оптимизировать управление многообразием бизнес-процессов в деятельности промышленных предприятий, включая управление производством, закупками, продажами и взаимоотношениями с клиентами. Несмотря на проблемы, связанные с внедрением систем планирования ресурсов на промышленных предприятиях, преимущества в виде повышения эффективности, сокращения затрат и расширения возможностей принятия решений делают системы планирования ресурсов предприятия незаменимым инструментом для компаний, стремящихся сохранить конкурентоспособность на мировом рынке. Согласовывая функциональные возможности систем планирования ресурсов предприятия с целями реинжиниринга бизнес-процессов, промышленные предприятия могут добиться значительных улучшений в своей деятель-

ности. Развитие систем планирования ресурсов и реинжиниринга бизнес-процессов открывает возможность повышения эффективности деятельности промышленных предприятий.

Внедрение систем планирования ресурсов предприятия позволяет существенно оптимизировать операции, улучшить взаимодействие между подразделениями и повысить качество управленческих решений. Системы планирования ресурсов играют важную роль в реинжиниринге бизнес-процессов на промышленных предприятиях, так как они позволяют оптимизировать различные аспекты деятельности, упрощают анализ и оптимизацию бизнес-процессов на промышленных предприятиях. В рамках проведенного исследования была подтверждена значимость использования систем планирования ресурсов предприятия в процессе реинжиниринга бизнес-процессов на примере промышленных предприятий. Использование систем планирования ресурсов предприятия в конечном итоге способствует повышению конкурентоспособности предприятий в условиях динамично изменяющегося рынка.

Результаты проведенного исследования подчеркивают стратегическую важность систем планирования ресурсов предприятия в поддержке инициатив по реинжинирингу, что в конечном итоге позволяет промышленным предприятиям адаптироваться к изменяющимся требованиям глобальных рынков, добиваясь при этом долгосрочного роста и устойчивости [9].

#### Список использованных источников


1. Svistunov V. M., Lobachyev V. V. Current trends in business process automation in domestic companies // Management of the personnel and intellectual resources in Russia. — 2022. — jun. — Vol. 11, no. 2. — P. 72–76. — URL: <http://dx.doi.org/10.12737/2305-7807-2022-11-2-72-76>.
2. Svistunov Vasiliy M., Lobachev Vitaliy V., Manukyan Siranush. New expertise and skills of manager in the context of digital business transformation // Socio-economic Systems: Paradigms for the Future. — Springer International Publishing, 2021. — P. 911–921. — ISBN: 9783030564339. — URL: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-56433-9\\_96](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-56433-9_96).
3. Temnyshov I. A., Belyaev A. M. Business modeling in business operations of manufacturing company // IOP conference series: materials science and engineering. — 2020. — feb. — Vol. 753, no. 8. — P. 082027. — URL: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/753/8/082027>.
4. Palchunov D. E., Chernyavtseva S. I. Development of intelligent assistant for automated generation of department documents // Programnaya ingeneria. — 2023. — aug. — Vol. 14, no. 8. — P. 388–400. — URL: <http://dx.doi.org/10.17587/prin.14.388-400>.
5. Jensen Pernille Kraemmergaard, Moller Charles. Evaluation of ERP implementation: A case-study of an implementation // Proceedings of world multiconference on systemics, cybernetics and informatics. — Orlando, Florida, U.S.A., 2001. — URL: <https://vbn.aau.dk/en/publications/evaluation-of-erp-implementation-a-case-study-of-an-implementation-2>.
6. Finney Sherry, Corbett Martin. ERP implementation: a compilation and analysis of critical success factors // Business process management journal. — 2007. — jun. — Vol. 13, no. 3. — P. 329–347. — URL: <http://dx.doi.org/10.1108/14637150710752272>.
7. Drago William, Geisler Eliezer. Business process re-engineering: lessons from the past // Industrial management and data systems. — 1997. — dec. — Vol. 97, no. 8. — P. 297–303. — URL: <http://dx.doi.org/10.1108/02635579710195019>.

8. Cao Guangming, Clarke Steve, Lehaney Brian. A critique of BPR from a holistic perspective // Business process management journal. — 2001. — oct. — Vol. 7, no. 4. — P. 332–339. — URL: <http://dx.doi.org/10.1108/EUM0000000005732>.
9. Ranganathan C., Dhaliwal Jasbir S. A survey of business process reengineering practices in Singapore // Information and management. — 2001. — dec. — Vol. 39, no. 2. — P. 125–134. — URL: [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206\(01\)00087-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206(01)00087-8).

#### Сведения об авторах:

**Сергей Валентинович Болдин** — кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий факультета информационных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина», 603950, Нижний Новгород, Россия.

E-mail: [enstek@inbox.ru](mailto:enstek@inbox.ru)

ORCID iD  0000-0001-6859-8115


Web of Science ResearcherID  AAG-2166-2020

SCOPUS ID  57216587387

**Алексей Иванович Сатушев** — студент факультета информационных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина», 603950, Нижний Новгород, Россия.

E-mail: [aleksejsatusev@gmail.com](mailto:aleksejsatusev@gmail.com)

ORCID iD  0009-0008-7182-4628

Web of Science ResearcherID  LPP-6534-2024

**Никита Александрович Шеронов** — студент факультета информационных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина», 603950, Нижний Новгород, Россия.

E-mail: [niksheron@yandex.ru](mailto:niksheron@yandex.ru)

ORCID iD  0009-0006-3058-2672

Web of Science ResearcherID  LPP-6298-2024

Original article  
PACS 89.65.Gh  
OCIS 000.5920  
MSC 91B44

## The role of enterprise resource planning systems in business process reengineering using industrial enterprises as an example

S. V. Boldin , A. I. Satushev , N. A. Sheronov 

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kozma Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University”, 603950, Nizhny Novgorod, Russia*

Submitted October 26, 2024  
Resubmitted November 4, 2024  
Published December 28, 2024

---

**Abstract.** The critical role of enterprise resource planning systems in supporting business process reengineering in manufacturing enterprises, with a particular focus on capital goods manufacturing, is examined. The symbiotic relationship between enterprise resource planning systems and business process reengineering is discussed and it is concluded that their simultaneous implementation is the most effective approach for organizational transformation and process optimization. The study draws on examples from the Indian capital goods manufacturing sector, particularly public sector enterprises, to illustrate how enterprise resource planning-based business process reengineering facilitates modernization, productivity improvement, and competitiveness in traditionally sluggish industries. The findings highlight the strategic importance of enterprise resource planning systems in supporting reengineering initiatives.

**Keywords:** enterprise resource planning system, business process reengineering, industrial enterprises, capital goods, operational efficiency, organizational transformation, competitiveness, integration

---

### References

1. Svistunov V. M., Lobachyev V. V. Current trends in business process automation in domestic companies // Management of the personnel and intellectual resources in Russia. — 2022. — jun. — Vol. 11, no. 2. — P. 72–76. — URL: <http://dx.doi.org/10.12737/2305-7807-2022-11-2-72-76>.
2. Svistunov Vasiliy M., Lobachev Vitaliy V., Manukyan Siranush. New expertise and skills of manager in the context of digital business transformation // Socio-economic Systems: Paradigms for the Future. — Springer International Publishing, 2021. — P. 911–921. — ISBN: 9783030564339. — URL: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-56433-9\\_96](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-56433-9_96).
3. Temnyshov I. A., Belyaev A. M. Business modeling in business operations of manufacturing company // IOP conference series: materials science and engineering. — 2020. — feb. — Vol. 753, no. 8. — P. 082027. — URL: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/753/8/082027>.



4. Palchunov D. E., Chernyavtseva S. I. Development of intelligent assistant for automated generation of department documents // *Programmnyaya inzheneriya*. — 2023. — aug. — Vol. 14, no. 8. — P. 388–400. — URL: <http://dx.doi.org/10.17587/prin.14.388-400>.
5. Jensen Pernille Kraemmergaard, Moller Charles. Evaluation of ERP implementation: A case-study of an implementation // *Proceedings of world multiconference on systemics, cybernetics and informatics*. — Orlando, Florida, U.S.A., 2001. — URL: <https://vbn.aau.dk/en/publications/evaluation-of-erp-implementation-a-case-study-of-an-implementation-2>.
6. Finney Sherry, Corbett Martin. ERP implementation: a compilation and analysis of critical success factors // *Business process management journal*. — 2007. — jun. — Vol. 13, no. 3. — P. 329–347. — URL: <http://dx.doi.org/10.1108/14637150710752272>.
7. Drago William, Geisler Eliezer. Business process re-engineering: lessons from the past // *Industrial management and data systems*. — 1997. — dec. — Vol. 97, no. 8. — P. 297–303. — URL: <http://dx.doi.org/10.1108/02635579710195019>.
8. Cao Guangming, Clarke Steve, Lehane Brian. A critique of BPR from a holistic perspective // *Business process management journal*. — 2001. — oct. — Vol. 7, no. 4. — P. 332–339. — URL: <http://dx.doi.org/10.1108/EUM0000000005732>.
9. Ranganathan C., Dhaliwal Jasbir S. A survey of business process reengineering practices in Singapore // *Information and management*. — 2001. — dec. — Vol. 39, no. 2. — P. 125–134. — URL: [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206\(01\)00087-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206(01)00087-8).

#### Information about authors:

**Sergey Valentinovich Boldin** — Associate Professor of the Department of Information Systems and Technologies, faculty of Information Technology of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kozma Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University”, 603950, Nizhny Novgorod, Russia.

E-mail: [enstek@inbox.ru](mailto:enstek@inbox.ru)

ORCID iD  0000-0001-6859-8115

Web of Science ResearcherID  AAG-2166-2020

SCOPUS ID  57216587387

**Alexey Ivanovich Satushev** — student of the faculty of Information Technology of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kozma Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University”, 603950, Nizhny Novgorod, Russia.

E-mail: [aleksejsatushev@gmail.com](mailto:aleksejsatushev@gmail.com)

ORCID iD  0009-0008-7182-4628

Web of Science ResearcherID  LPP-6534-2024

**Nikita Aleksandrovich Sheronov** — student of the faculty of Information Technology of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kozma Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University”, 603950, Nizhny Novgorod, Russia.

E-mail: [niksheron@yandex.ru](mailto:niksheron@yandex.ru)

ORCID iD  0009-0006-3058-2672

Web of Science ResearcherID  LPP-6298-2024