

## Интеллектуальное прогнозирование надежности поставок как ключевой фактор обеспечения информационной безопасности критической инфраструктуры организаций финансового сектора

*С.А. Корчагин, Д.Ю. Рубцов, Д.В. Сердечный, Н.В. Беспалова*

*Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва*

**Аннотация:** В статье предлагается использование интеллектуальных методов прогнозирования надежности исполнения контрактов как ключевого элемента системы обеспечения информационной безопасности критической инфраструктуры организаций финансового сектора. На основе анализа исторических данных и применения методов машинного обучения разработана комплексная модель оценки и прогнозирования рисков срыва или некачественного выполнения контрактов поставщиками. Показано, как использование прогнозной аналитики позволяет повысить эффективность управления рисками информационной безопасности, оптимизировать планирование и распределение ресурсов, а также принимать обоснованные решения при взаимодействии с поставщиками критически важных услуг и оборудования.

**Ключевые слова:** интеллектуальная система, прогнозная аналитика, информационная безопасность, критическая инфраструктура, финансовый сектор, исполнение контрактов, машинное обучение.

### Введение

Обеспечение информационной безопасности критически важных объектов инфраструктуры является ключевым приоритетом для организаций финансового сектора [1-3]. Нарушения в работе систем информационной безопасности, связанные с отказами оборудования, программного обеспечения или перебоями в оказании необходимых услуг, могут привести к серьезным финансовым, операционным и репутационным потерям.

Одним из основных факторов, влияющих на устойчивость информационной безопасности, является надежность и непрерывность поставок оборудования, программных продуктов, а также сопутствующих услуг [4,5]. Срывы контрактов или ненадлежащее исполнение обязательств поставщиками могут стать причиной уязвимостей, снижения защищенности критически важных информационных систем и бизнес-процессов [6-8].

В связи с этим, все большую актуальность приобретает задача прогнозирования надежности исполнения контрактов с поставщиками как неотъемлемый элемент комплексной системы управления информационной безопасностью организаций финансового сектора [9-10]. Использование интеллектуальных методов анализа данных и предиктивной аналитики позволяет не только оценивать риски срывов поставок, но и своевременно принимать упреждающие меры по их минимизации [11-12].

Настоящее исследование посвящено разработке модели интеллектуального прогнозирования надежности исполнения контрактов поставщиками, ориентированной на задачи обеспечения информационной безопасности критически важных объектов инфраструктуры организаций финансового сектора. Предлагаемый подход основан на комплексном анализе и оценке ключевых факторов, влияющих на надежность поставок, с применением методов машинного обучения и интеллектуального анализа данных.

### **Концептуальная модель оценки и прогнозирования исполнения контрактов поставщиками**

Предлагаемая в рамках данного исследования модель оценки и прогнозирования исполнения контрактов поставщиками ориентирована на обеспечение информационной безопасности критически важной инфраструктуры организаций финансового сектора. В ее основу положены следующие ключевые принципы: комплексный подход к анализу факторов надежности поставок, применение методов интеллектуального анализа данных, ориентация на упреждающее управление рисками, интеграция с процессами управления рисками информационной безопасности.

Модель учитывает не только финансово-экономические и операционные показатели поставщиков, но также широкий спектр других параметров, влияющих на вероятность нарушения условий контрактов

---

(деловая репутация, качество менеджмента, технологические возможности, географическая диверсификация и т.д.). Для оценки рисков срывов поставок используются передовые алгоритмы машинного обучения, позволяющие выявлять скрытые закономерности и нелинейные зависимости в исторических данных. Модель нацелена не только на реактивную оценку, но и на упреждающее прогнозирование вероятности неисполнения контрактов поставщиками. Это позволяет своевременно принимать профилактические меры по минимизации рисков для информационной безопасности. Результаты оценки и прогнозирования надежности поставщиков встраиваются в комплексную систему управления рисками информационной безопасности организаций финансового сектора. Концептуальная схема предлагаемой модели представлена на рисунке 1.

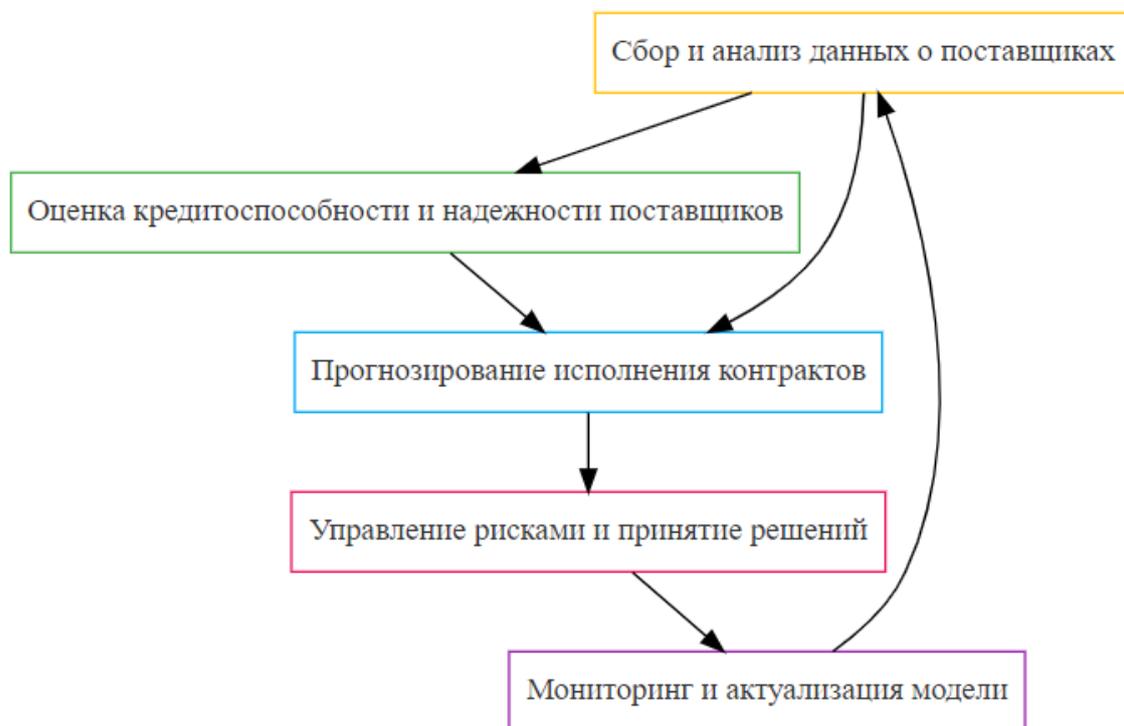


Рис. 1. – Концептуальная схема модели оценки и прогнозирования исполнения контрактов поставщиками

Модель оценки и прогнозирования исполнения контрактов поставщиками включает следующие основные компоненты:

1. Блок сбора и структурирования данных. На этом этапе осуществляется сбор и систематизация информации о поставщиках и исполнении ими контрактных обязательств. Источниками данных могут служить как внутренние информационные системы организации, так и внешние открытые источники.

2. Блок анализа факторов надежности. В рамках этого блока производится комплексный анализ ключевых факторов, влияющих на вероятность нарушения условий контрактов поставщиками. Рассматриваются финансово-экономические показатели, операционные характеристики, деловая репутация, технологические возможности и другие параметры.

3. Блок построения предиктивной модели. На основе собранных данных и результатов анализа факторов надежности, с использованием методов машинного обучения разрабатывается прогностическая модель, способная с высокой точностью оценивать вероятность срыва или ненадлежащего исполнения контрактов поставщиками.

4. Блок мониторинга и актуализации. Для поддержания высокой точности прогнозирования модель регулярно обновляется и дообучается на основе текущих данных об исполнении контрактов. Это позволяет своевременно реагировать на изменения в поведении поставщиков и внешней среде.

5. Блок интеграции с процессами управления рисками информационной безопасности. Результаты оценки и прогнозирования надежности поставщиков интегрируются в общую систему управления рисками информационной безопасности организации. Блок интеграции дает возможность принимать обоснованные управленческие решения по минимизации угроз, связанных с нарушением поставок.

---

## Математическая модель оценки и прогнозирования исполнения контрактов поставщиками

Постановка задачи. Пусть имеется множество поставщиков  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ , каждый из которых характеризуется набором факторов, влияющих на надежность исполнения контрактов:  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ , где  $x_j$  –  $j$ -й фактор (финансовые показатели, репутационные характеристики, технологические возможности и т.д.).

Для каждого поставщика  $s_i$  известна бинарная переменная  $y_i$ , которая принимает значение 1, если контракт был исполнен надлежащим образом, и 0 – в случае срыва или ненадлежащего исполнения.

Требуется построить предиктивную модель, способную с высокой точностью оценивать вероятность  $P(y=1|X)$  того, что контракт будет исполнен поставщиком.

Для решения поставленной задачи предлагается использовать метод логистической регрессии. Он позволяет построить вероятностную модель, связывающую зависимую переменную  $y$  (бинарный отклик о надежности исполнения контракта) с независимыми переменными  $X$  (факторами надежности поставщика).

Математическая модель логистической регрессии имеет следующий вид:

$$P(y=1|X) = \sigma(\beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j x_j), \text{ где:}$$

$\sigma(z) = 1 / (1 + e^{(-z)})$  – функция логистического отклика;

$\beta_0$  – свободный член;

$\beta_j$  – коэффициенты регрессии, отражающие вклад  $j$ -го фактора в прогнозируемую вероятность.

---

Оценка параметров модели  $(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_m)$  производится с использованием метода максимального правдоподобия на основе имеющихся исторических данных о надежности исполнения контрактов поставщиками.

Алгоритм прогнозирования надежности исполнения контрактов поставщиками включает следующие основные шаги:

Шаг 1. Сбор и подготовка данных о поставщиках и исполнении ими контрактов. Формирование обучающей выборки.

Шаг 2. Оценка параметров логистической регрессионной модели на основе обучающей выборки.

Шаг 3. Для каждого поставщика  $s_i$  из тестовой выборки:

- Расчет вектора факторов  $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im})$ .
- Вычисление прогнозируемой вероятности  $P(y_i = 1|X_i)$  по построенной модели.
- Принятие решения о надежности поставщика на основе выбранного порогового значения вероятности.

Шаг 4. Оценка качества прогнозирования на тестовой выборке. Расчет метрик точности, полноты, F-меры и других показателей.

Шаг 5. При необходимости, дообучение модели на основе новых данных об исполнении контрактов, обновление оценок параметров.

Данный алгоритм позволяет с высокой точностью оценивать вероятность надлежащего исполнения контрактов поставщиками и использовать полученные результаты для управления рисками информационной безопасности организаций финансового сектора.

## Результаты работы

Разработанная интеллектуальная модель прогнозирования надежности поставщиков была протестирована на сгенерированных данных, что дает больше гибкости и управляемости. Формат и структура данных соответствует данным реальных финансовых компаний. Набор данных содержит четыре признака: финансовый рейтинг, история поставок, обратная связь клиентов, надежность поставщика. На первом этапе создаются случайные значения для трех характеристик поставщиков: финансовый рейтинг, история поставок и обратная связь клиентов. На основе этих трех характеристик вычисляется целевая переменная «Надежность поставщика», которая принимает значение 1, если комбинация трех факторов превышает заданный порог. Сгенерированные данные собираются в DataFrame. На рисунке 2 показана корреляционная матрица признаков датасета.

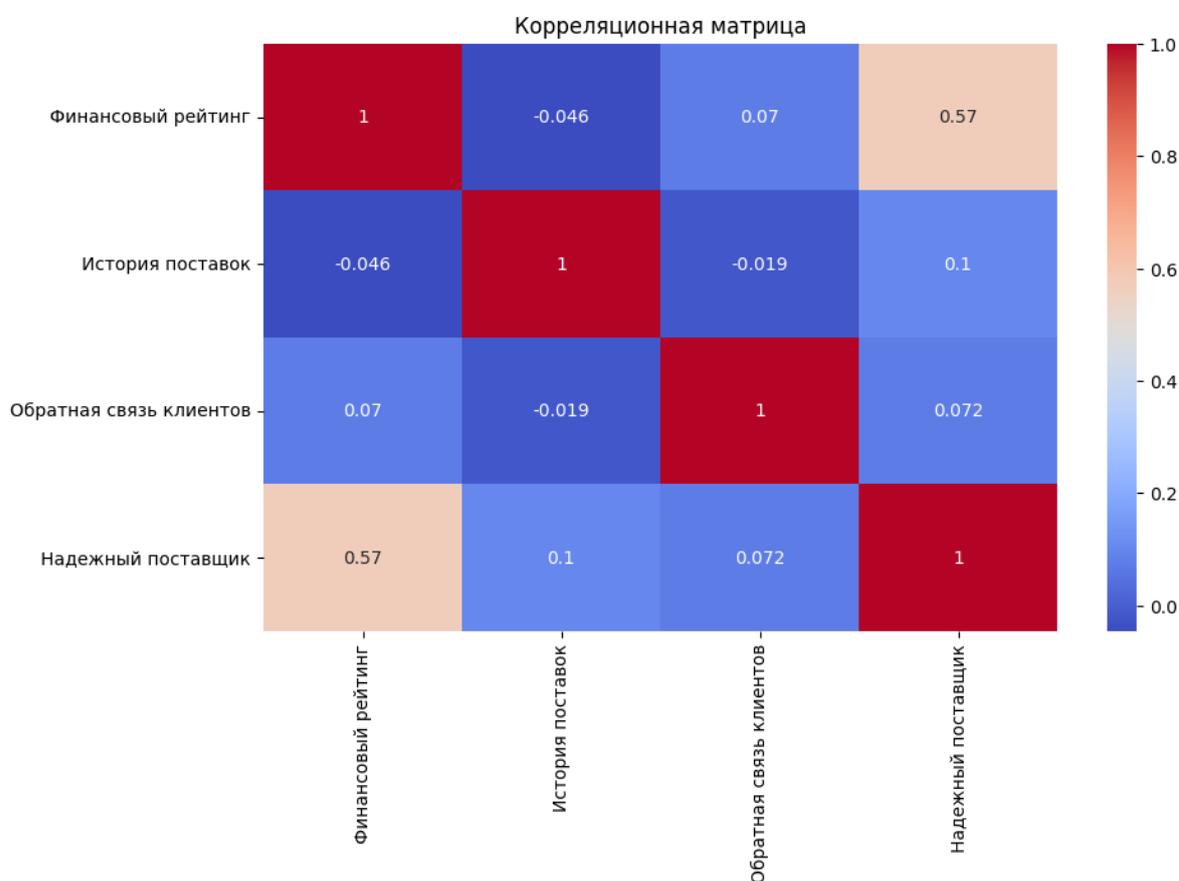


Рис. 2. – Корреляционная матрица признаков датасета.

Данные разделяются на обучающую и тестовую выборки. Предикторы (финансовый рейтинг, история поставок, обратная связь клиентов) помещаются в матрицу  $X$ , а целевая переменная - в вектор  $Y$ . Далее создается и обучается модель логистической регрессии на основе обучающей выборки. Модель применяется к тестовой выборке, и вычисляются метрики качества: точность, точность положительного класса, полнота и F1-мера. Для предложенной модели были получены следующие метрики: точность – 0.995, точность положительного класса – 1.0, полнота – 0.96, F1-мера – 0.97. На рисунке 3 показана зависимость между финансовым рейтингом и историей поставок.

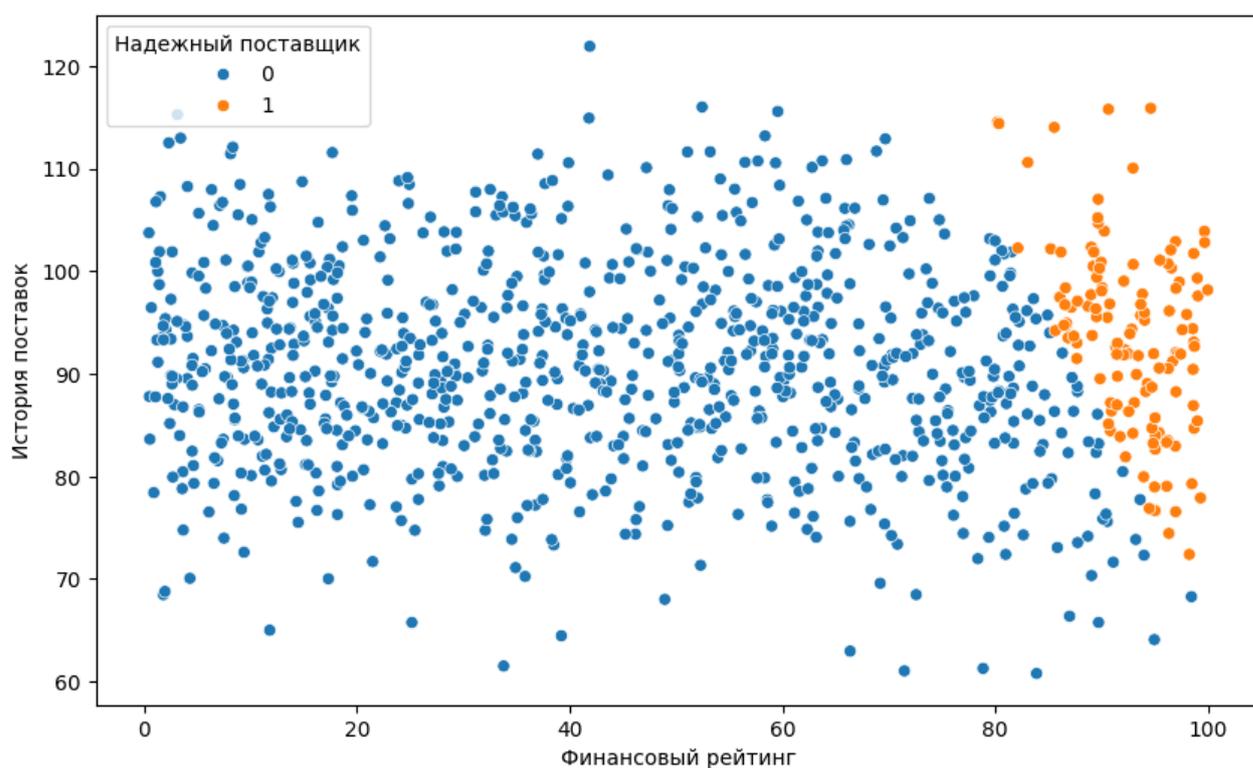


Рис. 3. – Зависимость между финансовым рейтингом и историей поставок

Визуализация зависимости между финансовым рейтингом и историей поставок поставщиков позволяет сделать ряд выводов. На графике отчетливо видна положительная корреляция между финансовым рейтингом и

историей поставок. Поставщики с более высоким финансовым рейтингом, как правило, имеют и более стабильную историю поставок. Поставщики, отмеченные синим цветом (ненадежные), в основном расположены в нижней левой части графика, то есть имеют более низкие значения финансового рейтинга и истории поставок. Это подтверждает, что эти два фактора являются важными индикаторами надежности поставщика. В то же время на графике присутствуют и некоторые "выбросы" - поставщики с высоким финансовым рейтингом, но относительно низкой историей поставок (и наоборот). Это говорит о том, что одни только эти два показателя не дают полной картины, и для более точной оценки надежности необходимо учитывать и другие факторы, такие как обратная связь клиентов.

В целом, визуализация наглядно демонстрирует, что финансовый рейтинг и история поставок являются важными предикторами надежности поставщика, и их совместное использование может помочь более эффективно оценивать и выбирать надежных партнеров.

### **Заключение**

Результаты проведенного исследования демонстрируют высокую актуальность и практическую значимость разработки интеллектуальной модели прогнозирования надежности поставок для обеспечения информационной безопасности критической инфраструктуры организаций финансового сектора.

Применение передовых методов анализа данных, машинного обучения и прогнозной аналитики позволило создать комплексную систему оценки и мониторинга рисков, связанных с ненадежностью поставщиков. Высокая точность предсказаний вероятности дефолта и срывов поставок обеспечивает возможность своевременного реагирования на потенциальные угрозы и принятия превентивных мер.

---

Внедрение разработанной модели в практику управления цепочками поставок финансовых организаций открывает новые возможности для повышения устойчивости критической инфраструктуры. Снижение рисков прерывания бизнес-процессов, связанных с недостаточной надежностью поставщиков, способствует укреплению информационной безопасности и повышению общей устойчивости финансового сектора.

*Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финуниверситета.*

### Литература

1. Орлова Д. Е. Обеспечение комплексной безопасности критически важных объектов социальной инфраструктуры // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2021. – №. 1. – С. 83-90.
2. Семеко Г.В. Информационная безопасность в финансовом секторе: киберпреступность и стратегия противодействия // Социальные новации и социальные науки. – Москва: ИНИОН РАН. - 2020. – №1. – С. 77-96.
3. Парфений Н. А., Скворцова Н. В. Киберпреступность в финансовом секторе экономики //Иновационные, финансовые и экономические аспекты информационной экономики XXI века. – 2020. – С. 145-151.
4. Батчаев Р. Х., Иванов Н. С. Определение финансовой устойчивости банка. Экономическая и информационная безопасность банка // Финансовые рынки и банки. – 2022. – №. 12. – С. 43-47.
5. Лев М. Ю., Медведева М. Б., Лещенко Ю. Г. Оценка устойчивости коммерческого банка в аспекте экономической и финансовой безопасности //Экономическая безопасность. – 2023. – Т. 6. – №. 1. – С. 173-200.

6. Александрович С. А. Анализ влияния компьютерных атак на банковскую систему Российской Федерации // Вестник Российского экономического университета им. ГВ Плеханова. – 2019. – №. 6 (108). – С. 202-210.
  7. Серёдкин С. П. Безопасность критической информационной инфраструктуры (краткий обзор современных подходов) // Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами. – 2021. – №. 4 (12). – С. 30.
  8. Болдыревский П. Б. Анализ и оценка рисков информационной безопасности бизнес-процессов // Вестник Нижегородского университета им. НИ Лобачевского. Серия: Социальные науки. – 2023. – №. 4 (72). – С. 18-24.
  9. Корчагин С.А., Догадина Е.П., Мелентьев В.В., Никитин П.В., Сердечный Д.В. Автоматизированная система выдачи банковских гарантий на основе прогнозирования исполнения государственных контрактов // Инженерный вестник Дона, 2023, №. 8. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2023/8600](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2023/8600)
  10. Kafi M. A., Akter N. Securing financial information in the digital realm: case studies in cybersecurity for accounting data protection // American Journal of Trade and Policy. – 2023. – Vol. 10. – No. 1. – pp. 15-26.
  11. Castillo D.P., Regidor F.M., Higuera J.B., Higuera J.R., Montalvo J.A. A new mail system for secure data transmission in cyber physical systems. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems. 2020. vol. 28(2). pp. 23-48. DOI: 10.1142/ S0218488520400127.
  12. Беспалова Н.В., Корчагин С.А., Сердечный Д.В., Селиверстов В.В. Анализ зарубежного опыта применения интеллектуальных методов в задачах защиты объектов критической информационной инфраструктуры финансового сектора // Инженерный вестник Дона, 2024, №. 5. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2024/9196](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2024/9196)
-

## References

1. Orlova D. E. Vestnik Voronezhskogo instituta vy`sokih texnologij. 2021. No. 1. pp. 83-90.
2. Semeko G.V. Social`ny`e novacii i social`ny`e nauki. Moskva INION RAN. 2020. №1. pp. 77-96.
3. Parfenij N. A., Skvorczova N. V. Innovacionny`e, finansovy`e i e`konomicheskie aspekty` informacionnoj e`konomiki XXI veka. 2020. pp. 145-151.
4. Batchaev R. X., Ivanov N. S. Finansovy`e ry`nki i banki. 2022. №. 12. pp. 43-47.
5. Lev M. Yu., Medvedeva M. B., Leshhenko Yu. G. E`konomicheskaya bezopasnost`. 2023. T. 6. №. 1. pp. 173-200.
6. Aleksandrovich C. A. Vestnik Rossijskogo e`konomicheskogo universiteta im. GV Plexanova. 2019. №. 6 (108). pp. 202-210.
7. Seryodkin S. P. Informacionny`e texnologii i matematicheskoe modelirovanie v upravlenii slozhny`mi sistemami. 2021. №. 4 (12). p. 30.
8. Boldy`revskij P. B. Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. NI Lobachevskogo. Seriya: Social`ny`e nauki. 2023. №. 4 (72). pp. 18-24.
9. Korchagin S.A., Dogadina E.P., Melent'ev V.V., Nikitin P.V., Serdechnyi D.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2023, №. 8. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2023/8600](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2023/8600)
10. Kafi M. A., Akter N. American Journal of Trade and Policy. 2023. Vol. 10. №. 1. p. 15-26.
11. Castillo D.P., Regidor F.M., Higuera J.B., Higuera J.R., International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems. 2020. vol. 28(2). pp. 23-48.



12.Bespalova N.V., Korchagin S.A., Serdechnyi D.V., Seliverstov V.V.  
Inzhenernyj vestnik Dona, 2024, №. 5. URL:  
ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2024/9196

**Дата поступления: 16.05.2024**

**Дата публикации: 26.06.2024**