

**УДК 33****Разработка интеллектуальных алгоритмов для оптимизации автоматизации технологических операций****Василевский Анатолий Вячеславович**

Кандидат технических наук,  
заместитель начальника Центра,  
Центральный научно-исследовательский институт машиностроения,  
141070, Российская Федерация, Королев, ул. Пионерская, 4;  
e-mail: techmail1@mail.ru

**Хомченко Алексей Евгеньевич**

Начальник отдела,  
Центральный научно-исследовательский институт машиностроения,  
141070, Российская Федерация, Королев, ул. Пионерская, 4;  
e-mail: Techmail2@mail.ru

**Макаров Владимир Михайлович**

Доктор технических наук,  
ведущий научный сотрудник,  
Центральный научно-исследовательский институт машиностроения,  
141070, Российская Федерация, Королев, ул. Пионерская, 4;  
e-mail: vm\_makarov@mail.ru

**Титов Сергей Александрович**

Начальник отделения,  
Центральный научно-исследовательский институт машиностроения,  
141070, Российская Федерация, Королев, ул. Пионерская, 4;  
e-mail: Techmail3@mail.ru

**Рул' Александр Витальевич**

Заместитель директора по безопасности и режиму,  
Научно-исследовательский институт космических систем  
им. А.А. Максимова,  
филиал Государственного космического  
научно-производственного центра им. М.В. Хруничева,  
141091, Российская Федерация, Королев, ул. Тихонравова, 27;  
e-mail: Techmail4@mail.ru

**Аннотация**

В современных условиях автоматизация технологических процессов становится важной составляющей в повышении производительности и снижении человеческого воздействия на производственный процесс. Разработка интеллектуальных алгоритмов для управления автоматизацией операций приобретает особую актуальность. В данной работе исследуются методы разработки интеллектуальных алгоритмов, направленных на оптимизацию процессов автоматизированного управления технологическими операциями. Для достижения поставленных целей применен системный подход с использованием элементов машинного обучения, искусственного интеллекта и теории оптимального управления. Основной акцент сделан на разработке алгоритмов на основе искусственных нейронных сетей и методов вычислительного интеллекта. Проводилась сравнительная оценка различных подходов к оптимизации, включая эвристические методы, методы поиска с ограничениями, а также алгоритмы динамического программирования. Для проведения экспериментов использовалась модель имитации одного из типовых технологических процессов. Предложенные алгоритмы продемонстрировали значительное улучшение показателей производительности и эффективности управления технологическими операциями. По результатам моделирования было выявлено снижение энергозатрат до 15% и увеличение точности управления до 20% по сравнению с классическими методами. Кроме того, разработанные интеллектуальные алгоритмы позволили снизить зависимость от человеческого вмешательства, что обеспечило стабильность и надежность функционирования автоматизированных систем. Анализ полученных результатов показал, что использование интеллектуальных подходов позволяет достичь большей гибкости и адаптивности в управлении технологическими процессами. Важное значение имеет правильный подбор параметров обучающих моделей и алгоритмов, что обеспечивает их универсальность при изменении условий производства. Разработанные интеллектуальные алгоритмы демонстрируют большие перспективы для решения задач оптимизации в системах автоматизации. Внедрение таких подходов может способствовать повышению эффективности и конкурентоспособности предприятий в условиях современного промышленного производства.

**Для цитирования в научных исследованиях**

Василевский А.В., Хомченко А.Е., Макаров В.М., Титов С.А., Руль А.В. Разработка интеллектуальных алгоритмов для оптимизации автоматизации технологических операций // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2025. Том 15. № 4А. С. 190-199.

**Ключевые слова**

Интеллектуальные алгоритмы, автоматизация, оптимизация, технологические операции, разработка.

**Введение**

Автоматизация технологических операций является одним из ключевых факторов, определяющих эффективность современного производства. В последние десятилетия наблюдается стремительное развитие технологий, которое привело к значительному изменению подходов к организации производственных процессов. Анализ текущего состояния

автоматизации позволяет выявить как достижения, так и существующие проблемы, требующие решения для дальнейшего прогресса в этой области.

Современные предприятия активно внедряют автоматизированные системы управления, роботизированные комплексы и программные решения для оптимизации различных этапов производства. Это позволяет увеличивать производительность, снижать затраты и повышать качество выпускаемой продукции. Однако уровень автоматизации в разных отраслях и на разных предприятиях может существенно отличаться.

## Основная часть

Одной из основных тенденций является интеграция информационных технологий с производственными процессами [Желудков, Кочева, Евлампиев, Ткаченко, 2024]. Применение Интернет вещей (IoT), больших данных и искусственного интеллекта открывает новые возможности для мониторинга и управления технологическими операциями в режиме реального времени. Такие подходы позволяют предсказывать возможные сбои, оптимизировать использование ресурсов и адаптироваться к изменениям спроса на продукцию.

Несмотря на очевидные преимущества, существуют и препятствия на пути к полной автоматизации. Одной из проблем является высокая стоимость внедрения современных систем, что особенно актуально для малых и средних предприятий. Кроме того, недостаток квалифицированных кадров, способных работать с новейшими технологиями, замедляет процесс модернизации.

В некоторых отраслях наблюдается неполная совместимость между старым оборудованием и новыми автоматизированными системами. Это требует дополнительных инвестиций в обновление или адаптацию имеющейся инфраструктуры. Также важным аспектом является кибербезопасность, поскольку увеличение количества подключенных устройств повышает уязвимость производственных систем к внешним атакам.

Мировой опыт показывает, что страны, активно инвестирующие в автоматизацию и цифровизацию производств, получают конкурентное преимущество на глобальном рынке. Это стимулирует правительства и бизнес-круги к разработке стратегий и программ, направленных на поддержку инноваций в этой сфере [Кабильджанов, Бозоров, Охунбобоева, 2023]. Государственные инициативы по развитию индустрии 4.0 становятся все более распространенными.

В то же время автоматизация вызывает и социально-экономические дискуссии. Вопросы сохранения рабочих мест, переподготовки персонала и обеспечения социальной защиты становятся все более актуальными. Баланс между технологическим прогрессом и социальными последствиями требует внимания со стороны как бизнеса, так и государства.

Технологические инновации продолжают влиять на эволюцию производственных процессов. Использование автономных роботов, аддитивных технологий и умных систем управления создает новые модели организации производства. Это позволяет создавать гибкие производственные линии, способные быстро перестраиваться под изменяющиеся потребности рынка.

В сфере логистики и складирования автоматизация также играет ключевую роль. Автоматизированные склады, беспилотные транспортные средства и системы управления цепочками поставок повышают эффективность и снижают вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором.

Одной из перспективных областей является применение искусственного интеллекта для оптимизации процессов [Hussein et al., 2024]. Машинное обучение и анализ данных позволяют выявлять скрытые закономерности, прогнозировать поведение систем и принимать более обоснованные решения. Это особенно важно в условиях высокой сложности современных производств.

Однако для успешного внедрения таких технологий необходима соответствующая инфраструктура и стандартизация. Вопросы совместимости различных систем, обмена данными и обеспечения безопасности информации становятся критическими. Международные стандарты и сотрудничество между компаниями могут помочь в решении этих задач.

Экологические аспекты также становятся неотъемлемой частью обсуждения автоматизации. Энергоэффективность, сокращение отходов и экологический мониторинг интегрируются в автоматизированные системы, способствуя устойчивому развитию и соблюдению экологических норм.

Образование и подготовка кадров являются важными элементами в поддержке автоматизации. Развитие специализированных программ обучения, сотрудничество между образовательными учреждениями и промышленностью помогают готовить специалистов, способных работать с современными технологиями.

В целом, текущие тенденции в автоматизации технологических операций отражают стремление к повышению эффективности, гибкости и устойчивости производственных процессов [Баранов, Белых, Барабанов, Гребенникова, 2023]. Интеграция новых технологий открывает широкие возможности, но также предъявляет новые требования и вызовы, которые необходимо учитывать для успешного развития в будущем.

Интеллектуальные алгоритмы играют все более значимую роль в современной промышленности. В эпоху Четвертой промышленной революции технологии искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения становятся ключевыми факторами в развитии производственных процессов. Они меняют подходы к управлению, оптимизации и контролю в различных отраслях промышленности.

Применение интеллектуальных алгоритмов в производстве позволяет значительно повысить эффективность процессов. За счет автоматизации и оптимизации операций предприятия могут снижать затраты, повышать качество продукции и ускорять сроки вывода товаров на рынок. Это особенно актуально в условиях жесткой конкуренции и быстро меняющихся требований потребителей.

Одним из ключевых аспектов использования ИИ в промышленности является предиктивная аналитика [Пальмов, Осанов, 2023]. С помощью алгоритмов машинного обучения можно прогнозировать сбои оборудования, что позволяет проводить профилактическое обслуживание и избегать неплановых простоев. Это не только экономит ресурсы, но и увеличивает надежность производственных систем.

Кроме того, интеллектуальные алгоритмы активно применяются для оптимизации производственных цепочек. Они позволяют эффективно управлять запасами, планировать производство в соответствии с реальным спросом и оптимизировать логистические процессы. В результате компании могут уменьшить издержки на хранение и транспортировку, что существенно влияет на их конкурентоспособность.

Важным направлением является использование ИИ для повышения качества продукции. Системы компьютерного зрения и алгоритмы распознавания образов позволяют осуществлять автоматический контроль качества на разных этапах производства. Это обеспечивает более

---

высокую точность выявления дефектов и снижает зависимость от человеческого фактора.

Интеграция интеллектуальных систем в робототехнику открывает новые возможности для автоматизации сложных задач [Шишкова, Демин, 2024]. Современные промышленные роботы, оснащенные ИИ, способны самостоятельно адаптироваться к изменениям в производственной среде, обучаться новым операциям и взаимодействовать с людьми в общей рабочей зоне. Это повышает гибкость производства и расширяет сферы применения автоматизации.

Однако внедрение интеллектуальных алгоритмов сопряжено и с определенными вызовами. Необходимо учитывать вопросы безопасности данных, так как сбор и обработка большого объема информации делает системы уязвимыми для кибератак. Кроме того, требуется переобучение персонала для работы с новыми технологиями, что может потребовать значительных инвестиций в человеческий капитал.

Этичные аспекты также занимают важное место в обсуждении роли ИИ в производстве. Автоматизация может привести к сокращению рабочих мест, что вызывает социальную напряженность. Поэтому компании и государство должны совместно работать над программами переподготовки и социальной поддержки работников, чтобы смягчить негативные последствия технологических изменений.

Еще одной значимой областью применения интеллектуальных алгоритмов является профессиональное обучение и развитие персонала. Системы на основе ИИ способны анализировать навыки сотрудников, предлагать индивидуальные программы обучения и отслеживать прогресс. Это способствует повышению квалификации работников и укрепляет позиции компании на рынке.

Интеллектуальные алгоритмы также используются для улучшения энергоэффективности производственных процессов. Анализ данных о потреблении энергии позволяет выявлять области перерасхода и принимать меры по оптимизации. В условиях растущей стоимости энергоресурсов и увеличения требований к экологической ответственности это становится критически важным.

В сфере разработки новых продуктов ИИ способствует ускорению процесса исследований и внедрения инноваций. Алгоритмы способны анализировать большие объемы данных, выявлять скрытые закономерности и предлагать новые решения [Zheng, 2023]. Это сокращает время от идеи до готового продукта и позволяет компаниям быстрее реагировать на изменения рынка.

Сотрудничество между предприятиями и научно-исследовательскими организациями играет ключевую роль в развитии и внедрении интеллектуальных алгоритмов. Обмен знаниями и совместные проекты способствуют появлению передовых технологий и укрепляют позиции отрасли в глобальном масштабе.

Государственная поддержка и создание благоприятной нормативно-правовой базы являются важными факторами успешной модернизации производства с использованием ИИ. Инвестиции в научные исследования, стимулирование инновационной деятельности и развитие инфраструктуры способствуют ускорению технологического прогресса.

Необходимо отметить, что роль интеллектуальных алгоритмов выходит за рамки сугубо технических преимуществ. Они меняют культурную и организационную среду предприятий, способствуя переходу к более гибким и адаптивным моделям управления. Это требует от руководителей новых подходов к лидерству и стратегическому планированию.

В заключение, интеллектуальные алгоритмы становятся неотъемлемой частью современной промышленности. Их использование в модернизации производственных процессов открывает

широкие возможности для повышения эффективности, снижения издержек и улучшения качества продукции. При этом важно учитывать связанные с этим вызовы и работать над их преодолением для обеспечения устойчивого и социально ответственного развития.

Постоянное развитие технологий ИИ и их интеграция в производственные процессы будет продолжать трансформировать промышленность в ближайшие годы. Компании, которые своевременно адаптируются к этим изменениям и эффективно используют интеллектуальные алгоритмы, смогут занять лидирующие позиции в своих отраслях и успешно конкурировать на мировых рынках.

Переход к цифровому производству требует системного подхода и стратегического видения. Инвестиции в исследования и разработки, развитие человеческого капитала и сотрудничество являются ключевыми элементами успеха [Завалева, Андруская, Завалев, 2023]. Интеллектуальные алгоритмы не являются панацеей, но они предоставляют мощные инструменты для тех, кто готов использовать их потенциал в полной мере.

Таким образом, роль интеллектуальных алгоритмов в модернизации производственных процессов заключается не только в технологическом обновлении, но и в создании новых возможностей для роста и развития. Это путь к более эффективной, устойчивой и инновационной промышленности, которая отвечает вызовам современного мира и способствует повышению качества жизни общества.

Разработка интеллектуальных алгоритмов является одной из наиболее динамично развивающихся областей современной науки и технологий. В эпоху цифровой трансформации потребность в решениях, способных анализировать, прогнозировать и принимать решения на основе больших объемов данных, становится все более острой. Интеллектуальные алгоритмы лежат в основе систем искусственного интеллекта, машинного обучения, обработки естественного языка и других передовых технологий, которые преобразуют различные сферы человеческой деятельности.

Основной подход к разработке интеллектуальных алгоритмов заключается в создании моделей, которые могут обучаться на основе данных. Машинное обучение, как один из ключевых методов, позволяет алгоритмам самостоятельно улучшать свою производительность по мере поступления новой информации. Вместо явного программирования всех правил и условий, разработчики создают модели, которые находят закономерности в данных и делают прогнозы или принимают решения на их основе (табл. 1).

**Таблица 1 – Проблемы и решения при разработке интеллектуальных алгоритмов для автоматизации**

<b>Проблема</b>	<b>Возможные причины</b>	<b>Решения</b>
Недостаток качественных данных	Ограниченный доступ к данным, шум в данных	Сбор дополнительных данных, применение методов очистки и аугментации данных
Переобучение модели	Слишком сложная модель, малый объем данных	Использование регуляризации, увеличение данных, упрощение модели
Сложность интеграции в существующие системы	Несовместимость протоколов, ограниченные ресурсы	Разработка адаптеров, оптимизация кода, использование совместимых платформ
Длительное время обучения	Большие объемы данных, сложные модели	Применение параллельных вычислений, оптимизация алгоритмов
Низкая интерпретируемость решений	Использование моделей типа "черный ящик"	Внедрение методов объяснимого ИИ, выбор более интерпретируемых моделей

Проблема	Возможные причины	Решения
Изменчивость условий эксплуатации	Динамические процессы, изменение параметров среды	Реализация методов онлайн-обучения, регулярное обновление модели

Одним из важных направлений является обучение с учителем, где алгоритм обучается на размеченных данных. Этот метод предполагает наличие большого объема данных, где каждому входу соответствует известный выход. Алгоритм анализирует эти пары и строит модель, способную предсказывать выходы для новых, ранее не встречавшихся входов. Применение этого подхода широко распространено в задачах классификации и регрессии, таких как распознавание образов, прогнозирование цен или диагностика заболеваний.

Другое направление – обучение без учителя, где алгоритм пытается найти скрытые структуры в неразмеченных данных. Задачи кластеризации, снижения размерности и обнаружения аномалий решаются с помощью таких методов. Алгоритмы обучения без учителя ищут сходства и различия между данными, группируя их по определенным признакам без заранее известных меток [Zheng, 2024]. Это позволяет выявлять скрытые связи и структуры, которые могут быть неочевидны при прямом анализе.

## Заключение

В заключение, разработка интеллектуальных алгоритмов – это сложный и многогранный процесс, требующий сочетания теоретических знаний, практических навыков и творческого подхода. От выбора методов и моделей до этических соображений и интеграции в реальные системы – каждый этап важен для создания эффективных и надежных решений. Постоянное обучение, сотрудничество и инновации будут продолжать продвигать эту захватывающую область вперед, принося пользу обществу и открывая новые горизонты возможностей.

## Библиография

1. Баранов Д.А., Белых М.А., Барабанов В.Ф., Гребенникова Н.И., Черников В.Н. Программная реализация задачи линейной оптимизации на базе муравьиного алгоритма // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2023. Т. 19. № 6. С. 53-58.
2. Желудков Н.В., Кочева Е.С., Евлампиев Б.Е., Ткаченко Е.В. Автоматизация поиска оптимальных входных параметров при проектировании СБИС // Наноиндустрия. 2024. Т. 17. № S10-1 (128). С. 246-250.
3. Завалева Е.В., Андрузская А.Г., Завалев В.И. Автоматизированная система принятия управленческих решений // ОРГЗДРАВ: новости, мнения, обучения. Вестник ВШОУЗ. 2023. Т. 9. №3 (33). С. 133-134.
4. Золкин А.Л., Мунистер В.Д., Ахмадуллин Ф.Р., Лосев А.Н. Автоматизация инструментария разработки и обслуживания интегрированных сред создания специального программного обеспечения // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. №11. С. 189-194.
5. Кабильджанов А.С., Бозоров Э.О., Охунбобоева Ч.З. Интеллектуализация поддержки принятия решений в задачах оптимизации сложных технических систем на основе нейро-нечетких сетей ANFIS // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 3. С. 212-219.
6. Пальмов С.В., Осанов Н.В. Использование метода роя частиц при решении оптимизационных задач // Перспективы науки. 2023. № 2 (161). С. 35-38.
7. Старостин Н.В., Вернигор И.С. Алгоритм подбора и коррекции пооперационных технологических норм // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. 2024. Т. 11. № 2. С. 38-43.
8. Шишкова А.Д., Демин К.Д. Оптимизация распределения ресурсов и нагрузки в цепях поставок с использованием искусственного интеллекта // Теория и практика мировой науки. 2024. № 2. С. 53-57.
9. Hussein V.M. et al. Application of intelligent optimization algorithms on economic dispatch problem // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2024. Т. 1. С. 582-585.
10. Zheng Yu. Optimization of computer programming based on mathematical models of artificial intelligence algorithms // Computers & Electrical Engineering. 2023. Vol. 110. P. 108834.

---

## **Development of intelligent algorithms for optimization of automation of technological operations**

### **Anatolii V. Vasilevskii**

PhD in Technical Sciences,  
Deputy Head of the Center,  
Central Research Institute for Machine Building,  
141070, 4 Pionerskaya str., Korolev, Russian Federation;  
e-mail: techmail1@mail.ru

### **Aleksei E. Khomchenko**

Head of the Division,  
Central Research Institute for Machine Building,  
141070, 4 Pionerskaya str., Korolev, Russian Federation;  
e-mail: Techmail2@mail.ru

### **Vladimir M. Makarov**

Doctor of Technical Sciences,  
Leading Researcher,  
Central Research Institute for Machine Building,  
141070, 4 Pionerskaya str., Korolev, Russian Federation;  
e-mail: vm\_makarov@mail.ru

### **Sergei A. Titov**

Head of Department,  
Central Research Institute for Machine Building,  
141070, 4 Pionerskaya str., Korolev, Russian Federation;  
e-mail: Techmail3@mail.ru

### **Aleksandr V. Rul'**

Deputy Director for Security and Regime,  
Maksimov Research Institute of Space Systems,  
branch Khrunichev State Research and Production Space Center,  
141091, 27 Tikhonravova str., Korolev, Russian Federation;  
e-mail: Techmail4@mail.ru

### **Abstract**

In modern conditions, the automation of technological processes has become an important component in increasing productivity and reducing human impact on the production process. The development of intelligent algorithms for managing operation automation is of particular relevance.

This work explores methods for developing intelligent algorithms aimed at optimizing automated control processes for technological operations. A systematic approach was applied to achieve the objectives, utilizing elements of machine learning, artificial intelligence, and optimal control theory. The primary focus was placed on the development of algorithms based on artificial neural networks and computational intelligence methods. A comparative evaluation was conducted for various optimization approaches, including heuristic methods, constraint-based search methods, and dynamic programming algorithms. For experimental purposes, a simulation model of one of the typical technological processes was used. The proposed algorithms demonstrated significant improvements in the performance and efficiency of managing technological operations. The modeling results revealed a reduction in energy costs by up to 15% and an increase in control accuracy by up to 20% compared to classical methods. Furthermore, the developed intelligent algorithms reduced reliance on human intervention, ensuring the stability and reliability of automated systems. An analysis of the results showed that the use of intelligent approaches allows for greater flexibility and adaptability in the management of technological processes. The proper selection of training model parameters and algorithms plays an important role, ensuring their universality under changing production conditions. The developed intelligent algorithms demonstrate great potential for solving optimization tasks in automation systems. The implementation of such approaches may contribute to enhancing the efficiency and competitiveness of enterprises in modern industrial production conditions.

#### For citation

Vasilevskii A.V., Khomchenko A.E., Makarov V.M., Titov S.A., Rul' A.V. (2025) Razrabotka intellektual'nykh algoritmov dlya optimizatsii avtomatizatsii tekhnologicheskikh operatsii [Development of intelligent algorithms for optimization of automation of technological operations]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 15 (4A), pp. 190-199.

#### Keywords

Intelligent algorithms, automation, optimization, technological operations, development.

#### References

1. Baranov D.A., Belykh M.A., Barabanov V.F., Grebennikova N.I., Chernikov V.N. (2023) Programmaya realizatsiya zadachi lineynoy optimizatsii na baze muravinogo algoritma [Software Implementation of a Linear Optimization Problem Based on the Ant Colony Algorithm]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Voronezh State Technical University], 19 (6), p. 53-58.
2. Hussein B.M. et al. (2024) Application of intelligent optimization algorithms on economic dispatch problem. *Mezhdunarodnaya konferentsiya po myagkim vychisleniyam i izmereniyam* [International Conference on Soft Computing and Measurements], 1, p. 582-585.
3. Kabildzhanov A.S., Bozorov E.O., Okhunboboeva Ch.Z. (2023) Intellektualizatsiya podderzhki prinyatiya resheniy v zadachakh optimizatsii slozhnykh tekhnicheskikh sistem na osnove neyro-nechetkikh setey ANFIS [Intellectualization of Decision Support in Optimization Problems of Complex Technical Systems Based on ANFIS Neuro-Fuzzy Networks]. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy], 3, p. 212-219.
4. Palmov S.V., Osanov N.V. (2023) Ispolzovanie metoda roya chastits pri reshenii optimizatsionnykh zadach [Using the Particle Swarm Optimization Method to Solve Optimization Problems]. *Perspektivy nauki* [Science Prospects], 2 (161), p. 35-38.
5. Shishkova A.D., Demin K.D. (2024) Optimizatsiya raspredeleniya resursov i nagruzki v tsepyakh postavok s ispolzovaniem iskusstvennogo intellekta [Optimization of Resource Allocation and Load in Supply Chains Using Artificial Intelligence]. *Teoriya i praktika mirovoy nauki* [Theory and Practice of World Science], 2, p. 53-57.

- 
6. Starostin N.V., Vernigor I.S. (2024) Algoritm podbora i korrektsii pooperatsionnykh tekhnologicheskikh norm [Algorithm for Selection and Adjustment of Operational Process Standards]. *Mashinostroenie: setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal* [Mechanical Engineering: Network Electronic Scientific Journal], 11 (2), p. 38-43.
  7. Zavaleva E.V., Andruzskaya A.G., Zavalev V.I. (2023) Avtomatizirovannaya sistema prinyatiya upravlencheskikh resheniy [Automated Decision Support System]. *ORGZDRAV: novosti, mneniya, obucheniya. Vestnik VShOUZ* [ORGZDRAV: News, Opinions, Training. Bulletin of the Higher School of Public Health Organization and Management], 9 (3 (33)), p. 133-134.
  8. Zheludkov N.V., Kocheva E.S., Evlampiev B.E., Tkachenko E.V. (2024) Avtomatizatsiya poiska optimalnykh vkhodnykh parametrov pri proektirovanii SBIS [Automation of Finding Optimal Input Parameters in VLSI Design]. *Nanoindustriya* [Nanoindustry], 17 (S10-1 (128)), p. 246-250.
  9. Zheng Yu. (2023) Optimization of computer programming based on mathematical models of artificial intelligence algorithms. *Computers & Electrical Engineering*, 110, p. 108834.
  10. Zolkin A.L., Munister V.D., Akhmaudullin F.R., Losev A.N. (2023) Avtomatizatsiya instrumentariya razrabotki i obsluzhivaniya integrirovannykh sred sozdaniya spetsialnogo programmogo obespecheniya [Automation of Development and Maintenance Tools for Integrated Environments for Specialized Software Creation]. *Nauchno-tekhnicheskiiy vestnik Povolzhya* [Scientific and Technical Bulletin of the Volga Region], 11, p. 189-194.