

Информационные технологии в транспортной отрасли / Information Technologies in the Transportation Industry

Научная статья

Original article

DOI: [10.12731/3033-5965-2026-16-1-415](https://doi.org/10.12731/3033-5965-2026-16-1-415)

EDN: [LNOOIG](https://www.edn.org/LNOOIG)



УДК 004.9:656

Исследование архитектуры low-code платформы гибридного интеллекта с внедрением метода Kanban для поддержки принятия решений в управлении перевозками

А.Е. Кривоногова, А.Г. Исавнин

*Набережночелнинский институт Казанского (Приволжского)
федерального университета, Набережные Челны, Российская Федерация*

Аннотация

Обоснование. В статье рассматривается проблема недостаточной функциональности существующих low-code платформ в части поддержки принятия решений при управлении грузовыми перевозками. Показано, что рост объемов транспортной работы в РФ (на 5,5% в 2024 г.) при одновременном увеличении доли коротких маршрутов и остром кадровом дефиците (нехватка порядка 1 млн специалистов) формирует потребность в новых подходах к автоматизации диспетчерского управления. Установлено, что современные low-code платформы ориентированы преимущественно на учетно-регистрационные функции и не интегрируют алгоритмы оптимизации с инструментами визуализации, а используемые изолированно kanban-доски не обеспечивают замкнутого контура обучения на основе экспертных решений.

Цель – разработка и исследование архитектуры low-code платформы гибридного интеллекта, интегрирующей kanban-доски для визуализации статусов перевозок и поддержки принятия решений диспетчером

Материалы и методы. В ходе работы применен системный анализ для выявления функциональных пробелов существующих решений. Проектирование архитектуры выполнено с использованием модульного подхода и нотации моделирования бизнес-процессов BPMN 2.0. Для верификации предложенных решений использован метод кейс-стади на примере региональной транспортной компании.

Результаты. В данной статье предложена трёхслойная архитектура, включающая уровень low-code конфигурации (kanban-доска с WIP-лимитами, визуальный редактор маршрутов), уровень гибридного интеллекта (ML-модуль оптимизации, LLM-модуль генерации объяснений, оркестратор решений, модуль имитационного моделирования) и уровень данных и интеграции.

Ключевые слова: low-code платформа; гибридный интеллект; kanban-доска; поддержка принятия решений; управление перевозками; TMS; машинное обучение; имитационное моделирование

Для цитирования. Кривоногова, А. Е., & Исавнин, А. Г. (2026). Исследование архитектуры low-code платформы гибридного интеллекта с внедрением метода Kanban для поддержки принятия решений в управлении перевозками. *Transportation and Information Technologies in Russia / Транспорт и информационные технологии*, 16(1), 132–149. <https://doi.org/10.12731/3033-5965-2026-16-1-415>

Research on the architecture of a low-code platform for hybrid intelligence with the implementation of the Kanban method for decision support in transportation management

A.E. Krivonogova, A.G. Isavnin

*Kazan (Volga region) Federal University, Naberezhnye Chelny Institute,
Naberezhnye Chelny, Russian Federation*

Abstract

Background. The article examines the problem of insufficient functionality of existing low-code platforms in terms of decision support for freight transportation management. It is shown that the growth in freight traffic volume in the Russian Federation (by 5.5% in 2024), coupled with an increase in the share of short-haul routes and an acute personnel shortage (a deficit of about 1 million specialists), creates a need for new approaches to the automation of dispatching management. It has been established that modern low-code platforms are primarily focused on accounting and registration functions and do not integrate optimization algorithms with visualization tools, while Kanban boards, used in isolation, do not provide a closed-loop learning system based on expert decisions.

Purpose. Development and research of the architecture of a low-code platform with hybrid intelligence that integrates Kanban boards for visualizing transportation statuses and supporting dispatcher decision-making.

Materials and methods. The study employed a systems analysis approach to identify functional gaps in existing solutions. The architecture was designed using a modular approach and the BPMN 2.0 business process modeling notation. A case study method involving a regional transport company was used to verify the proposed solutions.

Results. This article proposes a three-layer architecture that includes a low-code configuration layer (a Kanban board with WIP limits, a visual route editor), a hybrid intelligence layer (an ML optimization module, an LLM explanation generation module, a decision orchestrator, a simulation modeling module), and a data and integration layer.

Keywords: low-code platform; hybrid intelligence; Kanban board; decision support; transportation management; TMS; machine learning; simulation modeling

For citation. Krivonogova, A. E., & Isavnin, A. G. (2026). Research on the architecture of a low-code platform for hybrid intelligence with the implementation of the Kanban method for decision support in transportation management. *Transportation and Information Technologies in Russia*, 16(1), 132–149. <https://doi.org/10.12731/3033-5965-2026-16-1-415>

Введение

Современный рынок транспортных услуг в России демонстрирует устойчивую положительную динамику, характеризующуюся ростом объемов грузоперевозок на фоне возрастающей сложности операционной среды. Согласно данным Федеральной службы государственной статистики, по итогам 2024 года совокупный объем перевозок всеми видами транспорта составил 9,4 млрд тонн, что на 5,5% превышает показатель предыдущего года. Наиболее интенсивный рост зафиксирован в сегменте автомобильных перевозок, где объем увеличился на 8,3%, достигнув доли в 74% от общего объема [1]. При этом грузооборот вырос лишь на 0,4%, что косвенно указывает на увеличение доли коротких и средних маршрутов, характеризующихся высокой степенью вариативности условий перевозки [1]. Данная тенденция объективно повышает требования к адаптивности бизнес-логики систем поддержки принятия решений. В условиях цифровой трансформации экономики совершенствование управления транспортными процессами ста-

новится ключевым ориентиром для менеджмента, требуя новых подходов к организации перевозок. [2]. Особую значимость цифровая трансформация приобретает в сфере региональных перевозок, где требуется адаптация общих решений к специфике локальных условий и ограничений [3].

Параллельно с ростом рыночной динамики отрасль столкнулась с острым кадровым дефицитом. По оценкам экспертного сообщества, дефицит квалифицированных кадров в сферах транспортировки, складской обработки и управления цепями поставок достигает порядка 1 млн человек, включая нехватку разработчиков профильного программного обеспечения [4]. В сложившихся обстоятельствах традиционная парадигма разработки и последующей адаптации специализированного ПО становится критическим ограничением, поскольку высокая инерционность процесса внесения изменений в программный код (измеряемая месяцами) вступает в противоречие с потребностью бизнеса в оперативной настройке алгоритмов диспетчеризации.

Ограниченность существующих low-code решений

В качестве одного из направлений снижения зависимости от дефицитных ИТ-кадров рассматривается применение low-code платформ (Mendix, Microsoft Power Apps, отечественная SimpleOne и др.), которые позволяют создавать и модифицировать приложения без написания программного кода силами специалистов предметной области [5]. Однако их архитектура изначально ориентирована преимущественно на автоматизацию документооборота и учётных функций, а не на поддержку принятия решений в логистике. Управление перевозками требует синтеза алгоритмических решений – оптимизации маршрутов с учётом динамических ограничений, прогнозирования времени в пути – и экспертных знаний диспетчеров, владеющих неформализованной информацией о местной инфраструктуре, сезонных факторах и предпочтениях клиентов. Отсутствие встроенных механизмов гибридного интеллекта, объединяющего машинные вычисления и человеческую

экспертизу, приводит к дублированию функций: оформление заказов осуществляется в платформе, но ключевые решения по-прежнему принимаются вручную, что снижает эффективность и увеличивает риски ошибок [6; 7]. При этом современные исследования демонстрируют эффективность применения гибридных объяснимых моделей машинного обучения для решения транспортных задач, включая прогнозирование рисков и поддержку принятия решений [20; 21].

Дополнительным вызовом является необходимость визуализации потока заказов и контроля загрузки диспетчеров. Инструменты, основанные на методологии kanban, хорошо зарекомендовали себя в производственных системах для ограничения незавершённого производства (WIP-лимиты) и наглядного представления статусов задач [8]. Однако в существующих low-code решениях kanban-доски либо отсутствуют, либо реализованы изолированно от алгоритмов оптимизации и не сохраняют экспертные решения для последующего обучения моделей.

Исследование существующих программных решений

При анализе конкурентных решений были выявлены следующие системы, сочетающие принципы low-code разработки и технологии искусственного интеллекта для автоматизации транспортной логистики [9].

ITG Transportation Logistics Management System – система управления транспортной логистикой, разработанная корпорацией ITG на базе отечественной low-code платформы SimpleOne и представленная в 2025 г. Решение охватывает полный цикл управления перевозками: от приёма заявки до взаиморасчётов и аналитических [10]. К преимуществам данного решения относится реализация на low-code платформе, что позволяет адаптировать систему под специфику бизнеса без глубокого программирования, а также включение современных концепций: «умное прогнозирование» «ситуационный центр», «диспетчерская башня» (Control Tower). Недостатками являются: отсутствие данных о механизмах объяс-

нения решений и сохранении экспертных поправок, система не сохраняет решения диспетчера для дообучения моделей, отсутствует встроенная kanban-визуализация потока работ с WIP-лимитами [15].

Logtech AI-Driven No-Code iPaaS – интеграционная платформа как сервис (iPaaS), ориентированная на транспортную логистику и позволяющая подключать перевозчиков, клиентов и ERP-системы без участия разработчиков. К преимуществам относится: no-code подход, позволяющий операционным командам самостоятельно настраивать интеграции с помощью AI-инструментов [18]. Недостатки и ограничения: платформа решает исключительно задачи интеграции и не содержит модулей оптимизации маршрутов или прогнозирования; отсутствуют механизмы визуализации потока заказов (kanban) и поддержки принятия решений диспетчером; AI применяется только для автоматизации создания интеграций, но не для анализа данных или рекомендаций [19].

Тераплан – low-code платформа для оптимизации бизнес-процессов, включающая алгоритмы линейного и целочисленного программирования, машинного обучения и эвристики. Применяется для планирования цепочек поставок, маршрутизации и управления транспортом. Преимущества: включена в Единый реестр российского ПО, что гарантирует соответствие требованиям импортозамещения; реализует оптимизацию маршрутов и сценарное моделирование («что-если») на основе математических методов; поддерживает выявление узких мест в цепочках поставок. Недостатки и ограничения: отсутствует встроенная low-code визуализация бизнес-процессов (kanban-доски, конструкторы форм) – настройка требует участия специалистов; нет механизмов объяснения рекомендаций (XAI – Explainable AI) и сохранения экспертных решений для дообучения моделей; ориентирована на стратегическое планирование, а не на оперативное управление перевозками в реальном времени.

Таблица 1.

**Сравнение ITG TMS, ILogtech, ТЕРАПЛАН
и разрабатываемой архитектурой**
Table 1. Comparison of ITG TMS, ILogtech, TERAPLAN,
and the architecture under development

Критерий	ITG TMS	ILogtech	Тераплан	Ваша система
Low-code адаптация без программирования	Настройка через low-code SimpleOne без программирования	No-code для интеграций (настройка операционными командами).	Требует специалистов для настройки процессов и форм.	Визуальные редакторы маршрутов, правил и канбан-доска – для бизнес-пользователей
Алгоритмическая оптимизация маршрутов	Умное прогнозирование	Только интеграция, модулей оптимизации нет.	Линейное программирование, эвристики, ML.	ML-модуль учитывает временные окна, грузоподъёмность, дорожные события.
LLM-подсказки (XAI)	Нет объяснения решений.	AI только для интеграций.	Нет Explainable AI.	LLM поясняет рекомендации на естественном языке (XAI).
Сохранение решений для дообучения	Не сохраняет действия диспетчера	Не применимо.	Нет механизма сохранения правок.	Оркестратор фиксирует выбор диспетчера → данные идут в дообучение моделей.
kanban с WIP-лимитами	Отсутствует.	Нет визуализации заказов.	Нет low-code kanban.	kanban-доска с колонками статусов и настройкой WIP-лимитов.
Ориентация на оперативное управление	Диспетчерская башня, контроль в реальном времени.	Быстрый обмен данными, но без поддержки решений.	Стратегическое планирование, не real-time.	Реальное время: GPS/ГЛОНАСС, ручная корректировка на карте, обновление статусов.
Архитектура	Монолитная TMS на low-code платформе.	Облачная интеграционная шина (iPaaS).	Платформа оптимизации + BPM.	Трёхслойная

Как видно из таблицы 1, ни одно из существующих решений не обладает полным набором необходимых функций, что подтверждает актуальность разработки предлагаемой архитектуры.

Функциональное моделирование системы поддержки принятия решений (СППР) и ее концептуальная модель.

Предлагаемая архитектура (рис. 3) построена по трёхслойному принципу, что обеспечивает разделение ответственности между пользовательскими интерфейсами, модулями интеллектуальной обработки и источниками внешних данных.

Верхний уровень платформы образуют пользовательские интерфейсы, реализованные в парадигме low-code. kanban-доска визуализирует статусы заказов по колонкам «Новые», «В планировании», «Назначено», «В пути», «Доставлено» и поддерживает настройку WIP-лимитов для контроля загрузки диспетчеров. Визуальный редактор маршрутов позволяет диспетчеру корректировать маршруты на карте, изменять порядок следования точек и выбирать тип транспортного средства. Редактор бизнес-правил предоставляет аналитику возможность задавать приоритеты обработки и ограничения без участия разработчиков.

Средний уровень реализует концепцию гибридного интеллекта [17]. ML-модуль выполняет оптимизацию маршрутов с учётом временных окон, грузоподъёмности и дорожных событий, формируя альтернативные варианты с числовыми метриками. LLM-модуль преобразует эти данные в пояснения на естественном языке, понятные диспетчеру. Оркестратор координирует взаимодействие модулей, передаёт рекомендации пользователю, фиксирует его выбор и сохраняет решения в набор данных. Модуль имитационного моделирования обеспечивает анализ сценариев «что-если», позволяя прогнозировать последствия изменения параметров, например WIP-лимитов [11].

Нижний уровень отвечает за хранение данных и интеграцию с внешними системами. База данных содержит исторические записи о перевозках, решения диспетчеров и обратную связь от водителей, которые используются для обучения и дообучения моделей. Интегратор ERP обеспечивает двусторонний обмен данными с учётными системами. Интегратор GPS/ГЛОНАСС принимает

данные телематики в реальном времени для уточнения прогнозов и актуализации статусов. Такой подход к интеграции потоковых данных с IoT-устройств соответствует современным тенденциям развития концепции «умных городов», где синергия искусственного интеллекта и Интернета вещей играет ключевую роль в управлении транспортными системами [21].

Взаимодействие компонентов организовано следующим образом: заказ из ERP поступает на kanban-доску. Диспетчер через оркестратор запрашивает варианты маршрута у ML-модуля, после чего LLM-модуль генерирует пояснения, и рекомендация возвращается пользователю. Принятое решение сохраняется в наборе данных, а статус заказа на доске обновляется. Данные от водителей и результаты имитационного моделирования замыкают контур гибридного интеллекта, обеспечивая дообучение моделей [12].

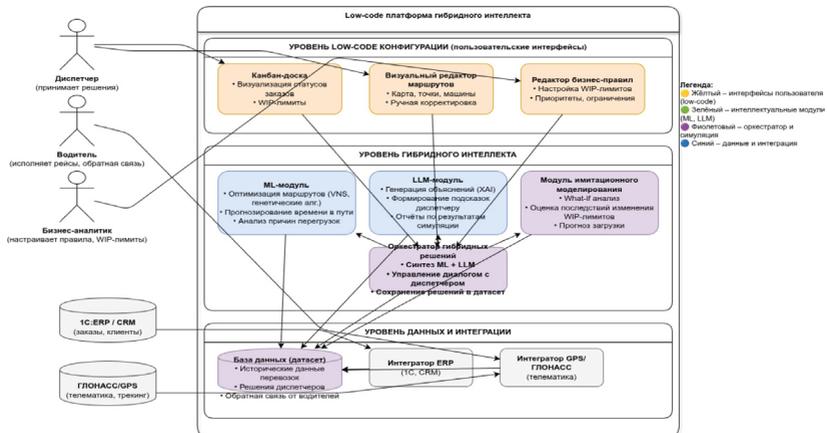


Рис. 1. Архитектура low-code платформы гибридного интеллекта для управления перевозками

Fig. 1. Architecture of a low-code hybrid intelligence platform for transportation management

Для визуализации взаимодействия участников и компонентов разработанной платформы построена диаграмма бизнес-процесса в нотации BPMN 2.0 (рис. 2) [13; 16]. Процесс разделён на два

пула: «Транспортная компания» (дорожки бизнес-аналитика, диспетчера и водителя) и «Low-code платформа гибридного интеллекта» (автоматизированные сервисные задачи).

Процесс инициируется поступлением заказа, который отображается на kanban-доске диспетчера. Бизнес-аналитик настраивает бизнес-правила и WIP-лимиты, а также может запускать имитационное моделирование для оценки последствий изменений.

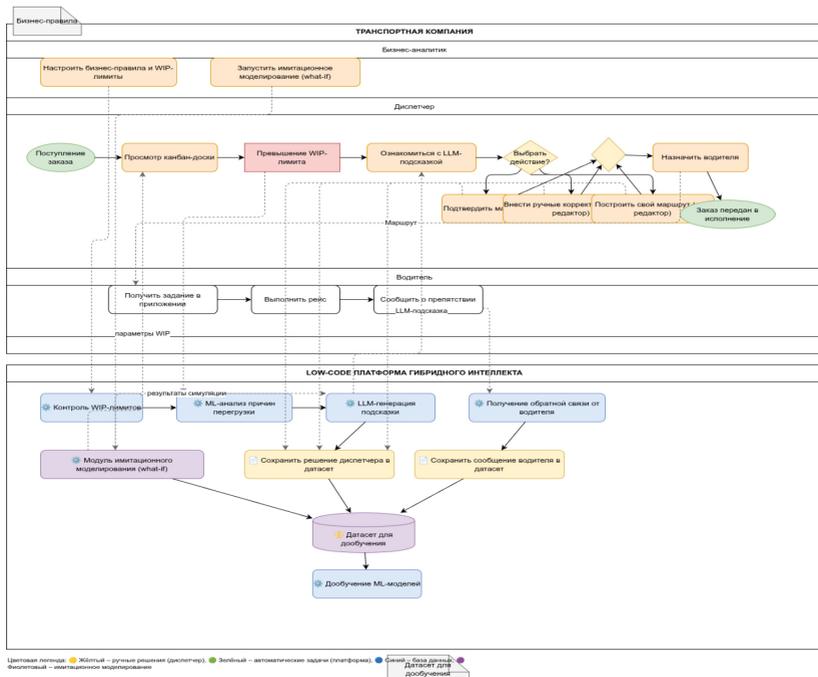


Рис. 2. Моделирование бизнес-процесса управления перевозками
Fig. 2. Modeling the transportation management business process

При превышении WIP-лимита система генерирует событие-триггер, запускающее цепочку задач: ML-модуль анализирует причины перегрузки, LLM-модуль формирует подсказку, которая возвращается диспетчеру. На этапе принятия решения диспетчер может подтвердить предложенный маршрут, скорректировать его

в визуальном редакторе или построить маршрут с нуля. Принятое решение сохраняется в наборе данных, статус заказа на kanban-доске обновляется, и заказ передаётся водителю.

Водитель выполняет рейс и при возникновении нештатных ситуаций отправляет сообщение о препятствии, которое также сохраняется в наборе данных. Накопленные данные периодически используются для дообучения ML-моделей, что замыкает контур гибридного интеллекта [12] и повышает качество рекомендаций.

Для удобства отслеживания предусмотрена kanban-доска, которая отслеживает статуса перевозок и нагруженность системы в реальном времени.

Канбан-доска управления перевозками

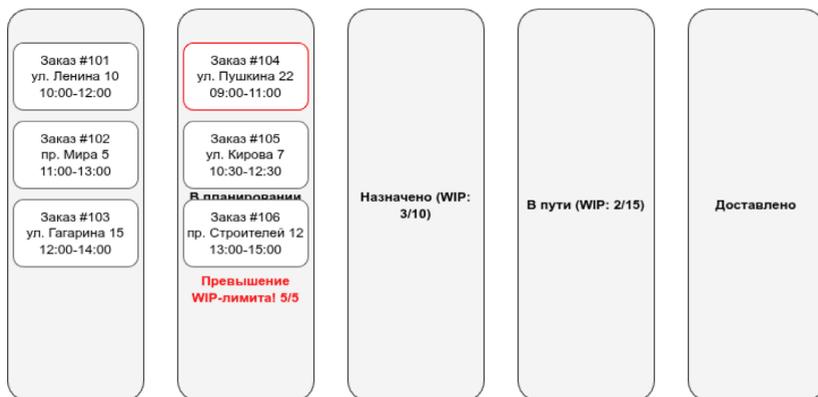


Рис. 3. Kanban-доска для управления перевозками
Fig. 3. Kanban board for transportation management

Результаты и обсуждение

В ходе выполнения работы получены следующие основные результаты. Разработана трёхслойная архитектура low-code платформы гибридного интеллекта для поддержки принятия решений в управлении перевозками, интегрирующая kanban-доски с WIP-лимитами. Предложенная архитектура (рисунок 1) включает уровень low-code конфигурации (kanban-доска, визуальный ре-

дактор маршрутов, редактор бизнес-правил), уровень гибридного интеллекта (ML-модуль оптимизации, LLM-модуль генерации объяснений, оркестратор решений, модуль имитационного моделирования) и уровень данных и интеграции [14].

Для визуализации взаимодействия компонентов и участников процесса построена диаграмма бизнес-процесса в нотации BPMN 2.0 (рисунок 2). Модель наглядно демонстрирует замкнутый контур гибридного интеллекта: система автоматически выявляет превышение WIP-лимитов, анализирует причины (ML-модуль), генерирует понятную диспетчеру подсказку (LLM-модуль), фиксирует его решение и сохраняет его в набор данных для последующего дообучения моделей. Обратная связь от водителей также поступает в набор данных, замыкая цикл обучения.

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку прототипа платформы и его внедрение в одном из региональных транспортных предприятий, а также на расширение функционала за счёт интеграции с цифровыми двойниками транспортных систем и поддержки мультимодальных перевозок.

Заключение

В ходе выполненного исследования решена актуальная научно-практическая задача, заключающаяся в разработке архитектуры low-code платформы гибридного интеллекта для поддержки принятия решений в управлении перевозками. Проведённый анализ подтвердил, что существующие low-code решения ориентированы преимущественно на учётные функции и не обеспечивают интеграции алгоритмов оптимизации с инструментами визуализации и механизмами сохранения экспертного опыта, что ограничивает их применение в условиях роста объёмов перевозок и кадрового дефицита. Научная новизна работы заключается в разработке архитектуры, реализующей замкнутый контур гибридного интеллекта в предметной области управления перевозками, где экспертные решения диспетчеров не просто учитываются, а ста-

новятся источником данных для непрерывного улучшения ML-моделей. Практическая значимость состоит в возможности создания на базе предложенной архитектуры отечественных low-code платформ, способных снизить зависимость логистических компаний от дефицитных ИТ-кадров и повысить эффективность диспетчерского управления.

Описание применения генеративной модели. Во время подготовки статьи мы использовали чат-бот OpenAI ChatGPT с целью лингвистической доработки текста аннотации на английском языке, перевода названий русскоязычных публикаций для раздела «Список литературы». Инструмент ИИ применялся исключительно для редактирования текста (стилистическая и грамматическая правка) и выполнения библиографических задач (перевод названий). Генерация и редактирование изображений не производились. Конфиденциальные данные не обрабатывались с помощью ИИ. Авторы самостоятельно выполнили все научные исследования, разработали методологию, провели анализ данных и сформулировали выводы. Ответственность за содержание рукописи несут авторы.

Список литературы

1. ТАСС. (2025, 7 февраля). Перевозки грузов транспортом в РФ за 2024 год выросли на 5,5 %. Получено 16 февраля 2026 г., с: <https://tass.ru/ekonomika/23084489>.
2. Ковалева, Н. А., & Муленко, О. В. (2020). Логистика в организации автомобильных перевозок грузов с использованием современных информационных систем. В: *Транспорт: наука, образование, производство: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции* (Т. 3, с. 140–144). Ростовский государственный университет путей сообщения. EDN: <https://elibrary.ru/XDSHDA>
3. Лозовая, О. В. (2020). Оптимизация работы органов управления автотранспортными перевозками в регионе. В: *Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: Сборник V Всероссийской (национальной) научной конференции* (с. 411–414). Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета «Золотой колос». EDN: <https://elibrary.ru/KLIWCR>

4. Известия. (2025, 10 августа). Логистической отрасли не хватает порядка миллиона сотрудников. Получено 16 февраля 2026 г., с: <https://iz.ru/1753365/2025-08-10/logicheskoi-otrasli-ne-khvataet-poriadka-milliona-sotrudnikov>
5. Яковлев, Г. С., & Иванов, Ф. Ф. (2020). Использование low-code платформ при переходе на процессный подход в создании автоматизированных систем. *Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки*, 30(1), 120–126. <https://doi.org/10.26117/2079-6641-2020-30-1-120-126>. EDN: <https://elibrary.ru/TDGZHM>
6. Рыжов, А. П. (2022). Проблемы разработки систем гибридного интеллекта. *Интеллектуальные системы. Теория и приложения*, 26(1), 385–389. EDN: <https://elibrary.ru/SRPFHY>
7. Мухтар, А. Ш., & Тимофеева, Г. А. (2025). Оптимизация транспортных маршрутов в развивающихся странах на основе графовых моделей. *Вестник науки*, 5(6-1(87)), 1019–1027. EDN: <https://elibrary.ru/WTBYSH>
8. Батина, М. Ю., & Торосян, Е. К. (2023). Особенности проектного управления в логистике. В: *XII Конгресс молодых учёных: Сборник научных трудов* (с. 82–85). Национальный исследовательский университет ИТМО. EDN: <https://elibrary.ru/ADEVCK>
9. Пряничников, И. С., Антонов, М. А., & Никонова, Я. И. (2022). Применение цифровых технологий в транспортно-логистической отрасли. В: *Социальные и гуманитарные науки в условиях вызовов современности: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных с международным участием* (Т. 1, с. 248–251). Комсомольский-на-Амуре государственный университет. EDN: <https://elibrary.ru/COSKSF>
10. Панайотов, К. К., & Панайотова, А. Н. (2025). Актуальные проблемы оптимизации грузовых автоперевозок с использованием методов имитационного моделирования. В: *Новые исследования новой эпохи. Опыт теоретического и эмпирического анализа* (с. 28–52). Международный центр научного партнёрства «Новая Наука». EDN: <https://elibrary.ru/MRIDCU>
11. Никифорович, А. А., & Зарипова, Р. С. (2022). Использование имитационного моделирования для управления транспортными потоками. В: *Наука и творчество: вклад молодёжи. Сборник материалов Всероссийской молодёжной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных* (с. 239–242). Типография ФОРМАТ. EDN: <https://elibrary.ru/KXGPNH>
12. Таишева, Г. Р., & Гимадеев, Р. А. (2023). Использование систем поддержки принятия решений в задачах бизнес-планирования логистических процессов. *Russian Economic Bulletin*, 6(3), 338–342. EDN: <https://elibrary.ru/EUTMJP>
13. Чижиков, Д. Д. (2025). Внедрение инструментов оптимизации бизнес-процессов. *Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права*,

- (2), 137–150. <https://doi.org/10.21295/2223-5639-2025-2-137-150>. EDN: <https://elibrary.ru/CKFVMN>
14. Казаков, О. Д., & Азаренко, Н. Ю. (2020). Комбинирование методов машинного обучения и имитационного моделирования социально-экономических процессов в системах поддержки принятия решений. *Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета*, (71), 97–107. <https://doi.org/10.21667/1995-4565-2020-71-97-107>. EDN: <https://elibrary.ru/NZTTJF>
15. Anggoro, K., & Angga Negoro, D. (2023). Kanban Digital dan Real-Time Reporting untuk Production Planning Control. *Cakrawala Repositori IMWI*, 6(1), 75–84. <https://doi.org/10.52851/cakrawala.v6i1.183>. EDN: <https://elibrary.ru/VOXDGG>
16. Rakayeva, A. N. (2024). Optimizing Business Processes with AI, BPMN 2.0, and Workflow Management Systems. *Ekonomicheskaya seriya Vestnika ENU im. L.N. Gumileva [Economic Series of the L.N. Gumilyov ENU Bulletin]*, (4), 129–142. <https://doi.org/10.32523/2789-4320-2024-4-129-142>. EDN: <https://elibrary.ru/VWWZIJ>
17. Research on the Human-machine Hybrid Decision-making Strategy Basing on the Hybrid-augmented Intelligence. (2025). *Jixie Gongcheng Xuebao [Journal of Mechanical Engineering]*, 61(10), 288. <https://doi.org/10.3901/jme.2025.10.288>. EDN: <https://elibrary.ru/VSEKQE>
18. Kavka, L., Kodym, O., & Cempirek, V. (2018). Smart units in control of logistics processes. B: *18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018: Conference proceedings* (Vol. 18, pp. 701–708). STEF92 Technology. <https://doi.org/10.5593/sgem2018/2.1/S07.089>. EDN: <https://elibrary.ru/GHXNIG>
19. Miasnikov, D., & Mikhajlov, F. (2025). Digital technologies in the personnel management system in conditions of personnel shortage. B: *Proceedings of the International Scientific Conference “Digital Future: Science, Education, and Innovative Development of Socio-Economic Systems”* (Samara, 23–24 мая 2025 года) (Vol. 1552, pp. 153–160). https://doi.org/10.1007/978-3-031-99598-9_23. EDN: <https://elibrary.ru/PHJZZG>
20. Isavnin, A., Kosorukova, I., Madaminov, I., Laxmi, L., & Satapathy, S. (2024). Analysis of banking and financial sector services using artificial intelligence (AI). *Lecture Notes in Networks and Systems*, 1056, 121–128. https://doi.org/10.1007/978-981-97-4892-1_10. EDN: <https://elibrary.ru/FKAZEY>
21. Begishev, I., Isavnin, A., Nedelkin, A., Lydia, L. E., & Kumar, K. V. (2024). AI and IoT in smart cities: A methodology, transformation, and challenges. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 1057, 305–318. https://doi.org/10.1007/978-981-97-4895-2_25. EDN: <https://elibrary.ru/FROVWX>

References

1. TASS. (2025, February 7). Freight transportation in the Russian Federation increased by 5.5 % in 2024. Retrieved February 16, 2026, from: <https://tass.ru/ekonomika/23084489>.
2. Kovaleva, N. A., & Mulyenko, O. V. (2020). Logistics in organizing road freight transportation using modern information systems. In *Transport: science, education, production: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference* (Vol. 3, pp. 140–144). Rostov State Transport University. EDN: <https://elibrary.ru/XDSHDA>
3. Lozovaya, O. V. (2020). Optimizing the work of road transport management bodies in the region. In *The role of agricultural science in sustainable rural development: Proceedings of the 5th All-Russian (national) scientific conference* (pp. 411–414). Publishing Center of Novosibirsk State Agrarian University “Zolotoy Kolos”. EDN: <https://elibrary.ru/KLIWCR>
4. Izvestia. (2025, August 10). The logistics industry lacks about one million employees. Retrieved February 16, 2026, from: <https://iz.ru/1753365/2025-08-10/logisticheskoi-otrasli-ne-khvataet-poriadka-milliona-sotrudnikov>
5. Yakovlev, G. S., & Ivanov, F. F. (2020). Using low-code platforms when transitioning to a process-based approach in developing automated systems. *Bulletin of the KRAUNTS. Physical and Mathematical Sciences*, 30(1), 120–126. <https://doi.org/10.26117/2079-6641-2020-30-1-120-126>. EDN: <https://elibrary.ru/TDGZHM>
6. Ryzhov, A. P. (2022). Problems of developing hybrid intelligence systems. *Intelligent Systems. Theory and Applications*, 26(1), 385–389. EDN: <https://elibrary.ru/SRPFHY>
7. Mukhtar, A. Sh., & Timofeeva, G. A. (2025). Optimizing transport routes in developing countries using graph models. *Bulletin of Science*, 5(6-1(87)), 1019–1027. EDN: <https://elibrary.ru/WTBYSH>
8. Batina, M. Yu., & Torosyan, E. K. (2023). Features of project management in logistics. In *12th Congress of Young Scientists: Proceedings* (pp. 82–85). ITMO National Research University. EDN: <https://elibrary.ru/ADEVCC>
9. Pryanichnikov, I. S., Antonov, M. A., & Nikonova, Ya. I. (2022). Applying digital technologies in the transport and logistics industry. In *Social and humanities in the face of modern challenges: Proceedings of the 2nd All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Researchers with International Participation* (Vol. 1, pp. 248–251). Komsomolsk-on-Amur State University. EDN: <https://elibrary.ru/COSKSF>
10. Panayotov, K. K., & Panayotova, A. N. (2025). Current issues of optimizing freight road transportation using simulation modeling methods. In *New research of the new*

- era. *Experience of theoretical and empirical analysis* (pp. 28–52). International Center for Scientific Partnership “New Science”. EDN: <https://elibrary.ru/MRIDCU>
11. Nikiforovich, A. A., & Zaripova, R. S. (2022). Using simulation modeling to manage transport flows. In *Science and creativity: youth's contribution: Proceedings of the All-Russian Youth Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates, and Young Researchers* (pp. 239–242). Format Printing House. EDN: <https://elibrary.ru/KXGPOH>
 12. Taisheva, G. R., & Gimadeev, R. A. (2023). Using decision support systems in business planning of logistics processes. *Russian Economic Bulletin*, 6(3), 338–342. EDN: <https://elibrary.ru/EUTMJP>
 13. Chizhikov, D. D. (2025). Implementing business process optimization tools. *Bulletin of Belgorod University of Cooperation, Economics and Law*, (2), 137–150. <https://doi.org/10.21295/2223-5639-2025-2-137-150>. EDN: <https://elibrary.ru/CKFVMN>
 14. Kazakov, O. D., & Azarenko, N. Yu. (2020). Combining machine learning and simulation modeling of socio-economic processes in decision support systems. *Bulletin of Ryazan State Radio Engineering University*, (71), 97–107. <https://doi.org/10.21667/1995-4565-2020-71-97-107>. EDN: <https://elibrary.ru/NZTTJF>
 15. Anggoro, K., & Angga Negoro, D. (2023). Digital kanban and real-time reporting for production planning control. *Cakrawala Repositori IMWI*, 6(1), 75–84. <https://doi.org/10.52851/cakrawala.v6i1.183>. EDN: <https://elibrary.ru/VOXDGG>
 16. Rakayeva, A. N. (2024). Optimizing business processes with AI, BPMN 2.0, and workflow management systems. *Economic Series of the L. N. Gumilyov ENU Bulletin*, (4), 129–142. <https://doi.org/10.32523/2789-4320-2024-4-129-142>. EDN: <https://elibrary.ru/VWWZIJ>
 17. Research on the human-machine hybrid decision-making strategy based on hybrid augmented intelligence. (2025). *Journal of Mechanical Engineering (Jixie Gongcheng Xuebao)*, 61(10), 288. <https://doi.org/10.3901/jme.2025.10.288>. EDN: <https://elibrary.ru/VSEKQE>
 18. Kavka, L., Kodym, O., & Cempirek, V. (2018). Smart units in control of logistics processes. In *18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018: Conference proceedings* (Vol. 18, pp. 701–708). STEF92 Technology. <https://doi.org/10.5593/sgem2018/2.1/S07.089>. EDN: <https://elibrary.ru/GHXNIG>
 19. Miasnikov, D., & Mikhajlov, F. (2025). Digital technologies in the personnel management system in conditions of personnel shortage. In *Proceedings of the International Scientific Conference “Digital Future: Science, Education, and Innovative Development of Socio-Economic Systems” (Samara, May 23–24, 2025)* (Vol. 1552, pp. 153–160). https://doi.org/10.1007/978-3-031-99598-9_23. EDN: <https://elibrary.ru/PHJZZG>

20. Isavnin, A., Kosorukova, I., Madaminov, I., Laxmi, L., & Satapathy, S. (2024). Analysis of banking and financial sector services using artificial intelligence (AI). *Lecture Notes in Networks and Systems*, 1056, 121–128. https://doi.org/10.1007/978-981-97-4892-1_10. EDN: <https://elibrary.ru/FKAZEY>
21. Begishev, I., Isavnin, A., Nedelkin, A., Lydia, L. E., & Kumar, K. V. (2024). AI and IoT in smart cities: A methodology, transformation, and challenges. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 1057, 305–318. https://doi.org/10.1007/978-981-97-4895-2_25. EDN: <https://elibrary.ru/FROVWX>

ДААННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Кривоногова Алла Евгеньевна, магистрант

Набережночелнинский институт Казанского (Приволжского) федерального университета

пр. Мира 68/19, г. Набережные Челны, 423810, Российская Федерация
web.programmer2001@gmail.com

Исавнин Алексей Геннадьевич, доктор физико-математических наук, профессор

Набережночелнинский институт Казанского (Приволжского) федерального университета

пр. Мира 68/19, г. Набережные Челны, 423810, Российская Федерация
isavnin@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHOR

Alla E. Krivonogova, master's student

Kazan (Volga region) Federal University, Naberezhnye Chelny Institute
68/19, Mira Ave., Naberezhnye Chelny, 423810, Russian Federation

web.programmer2001@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3869-7902>

Alexey G. Isavnin, Doctor of Physical-Mathematical Sciences, Professor

Kazan (Volga region) Federal University, Naberezhnye Chelny Institute
68/19, Mira Ave., Naberezhnye Chelny, 423810, Russian Federation

isavnin@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6413-3329>

Поступила 01.02.2026

После рецензирования 05.03.2026

Принята 11.03.2026

Received 01.02.2026

Revised 05.03.2026

Accepted 11.03.2026