

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ПЛАНИРОВАНИЯ СЕТИ ПУНКТОВ ВЕСОГАБАРИТНОГО КОНТРОЛЯ

Белехов А.А., Тагильцев С.Р., Никуленков Д.В., Тумашевич Д.Г.

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
Санкт-Петербург, e-mail: d0304200@gmail.com*

Автомобильный транспорт является основным видом транспорта в России. Превышение допустимых нагрузок не только снижает безопасность дорожного движения, но и наносит серьезный ущерб дорожному полотну. Цель исследования: обеспечение сохранности дорожной инфраструктуры и безопасности дорожного движения путем создания эффективной системы контроля и предотвращения перегруза транспортных средств, основанной на комплексном подходе с участием всех заинтересованных сторон. Мониторинг весовых параметров грузовых автомобилей позволит ускорить процесс цифровой трансформации транспортного комплекса. При проектировании дорог особенно важно учитывать взаимодействие системы «шина – покрытие», особенно для грузовых автомобилей. Статические параметры воздействия можно измерить, однако динамические нагрузки в движении сложнее оценить. Для перевозки тяжеловесных грузов необходимо учитывать множество факторов: планирование работ, расстояние, скорость, тип груза, ограничения движения, плату «Платон», оформление разрешений и состояние дороги. Решение проблемы перегруза требует комплексного подхода, включающего законодательные меры, развитие инфраструктуры и повышение ответственности участников дорожного движения. Решение проблемы перегруза на дорогах требует совместных и согласованных действий государства, транспортных компаний и водителей. Только комплексный подход, основанный на жестком контроле, развитии инфраструктуры и повышении общей ответственности, позволит обеспечить безопасность дорожного движения и сохранить дорожную сеть страны.

Ключевые слова: грузоперевозки, эксплуатация автомобильных дорог, автоматический пункт весогабаритного контроля, безопасность дорожного движения, прочность дорожных одежд

COMPREHENSIVE PLANNING SYSTEM FOR A NETWORK OF WEIGHT AND SIZE CONTROL POINTS

Belekhov A.A., Tagiltsev S.R., Nikulenkov D.V., Tumashevich D.G.

*Saint. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
Saint Petersburg, e-mail: d0304200@gmail.com*

Motor transport is the main mode of transport in Russia. Exceeding permissible loads not only reduces road safety, but also causes serious damage to the roadway. The purpose of the study is to ensure the safety of road infrastructure and road safety by creating an effective system for monitoring and preventing vehicle congestion based on an integrated approach involving all stakeholders. Monitoring the weight parameters of trucks will accelerate the process of digital transformation of the transport complex. When designing roads, it is especially important to take into account the interaction of the tire-coating system, especially for trucks. Static impact parameters can be measured, but dynamic loads in motion are more difficult to assess. To transport heavy goods, many factors must be taken into account: work planning, distance, speed, type of cargo, traffic restrictions, Plato fees, permits, and road conditions. Solving the problem of congestion requires an integrated approach, including legislative measures, infrastructure development and increased responsibility of road users. Solving the problem of congestion on the roads requires joint and coordinated actions by the government, transport companies and drivers. Only an integrated approach based on strict control, infrastructure development and increased shared responsibility will ensure road safety and preserve the country's road network.

Keywords: cargo transportation, operation of highways, automatic weight and size control point, road safety, durability of road clothes

Введение

Автомобильный грузовой транспорт прочно удерживает первенство среди всех видов транспорта в России, обслуживая множество отраслей экономики и осуществляя 75% общего объема грузоперевозок страны.

Превышение допустимых весовых норм при транспортировке грузов на тяжелом автотранспорте является распространенной практикой. Такое нарушение не только создает угрозу безопасности на дорогах, но и существенно повреждает дорожное покрытие. Статистика показывает, что каждый

восьмой рейс осуществляется с нарушением весогабаритных параметров, при этом средний показатель превышения достигает 35% [1]. В результате ежегодный ущерб дорожному хозяйству страны оценивается в 2,6 триллиона рублей.

Цель исследования – обеспечение сохранности дорожной инфраструктуры и безопасности дорожного движения путем создания эффективной системы контроля и предотвращения перегруза транспортных средств, основанной на комплексном подходе с участием всех заинтересованных сторон.

Материал и методы исследования

Успешная реализация целей в области грузоперевозок невозможна без комплексного подхода к сбору информации. Помимо отслеживания интенсивности движения, критически важно фиксировать весовые характеристики грузового транспорта, что станет основой для цифровой трансформации отрасли [2].

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ взаимодействия транспортно-го средства с дорожным покрытием показывает, что в области контакта колеса с дорогой формируются сложные силовые воздействия. В этой зоне действуют динамические силы различного направления: вертикальные, продольные и поперечные касательные, причем их фактическая мощность определяется состоянием дорожного покрытия, скоростью движения, параметрами автомобиля и характеристиками шин [3].

Автомобильное колесо может находиться как в неподвижном состоянии, так и в движении. Когда колесо стоит, на него действует лишь одна сила – вес автомобиля (нормальная нагрузка P_z). При этом важной характеристикой колеса является его эластичность: под действием вертикальной нагрузки оно деформируется, преодолевая сопротивление каркаса, внутреннего давления воздуха и трения в резине. В результате образуется зона контакта с дорогой, где статический радиус колеса (r_{st}) оказывается меньше, чем в остальных его частях (r_s). Основные параметры воздей-

ствия нормальной нагрузки представлены на рисунке 1.

При качении колеса по автомобильным дорогам параметры в зоне контакта шины с покрытием несколько изменяются за счёт появления крутящего (или тормозного) момента. Схема динамического взаимодействия пневматической шины с дорожным покрытием представлена на рисунке 2.

Между тем для целей проектирования автомобильных дорог важно учитывать параметры взаимодействия системы «пневматическая шина – дорожное покрытие» непосредственно на площадь контакта по выступам рисунка протектора (F_v) или в контурной площади (F_k) их контакта. Причём в первую очередь это касается шин наиболее нагруженных осей грузовых автомобилей, оказывающих наибольшее негативное воздействие на конструктивные слои дорожных одежд. Однако если статические параметры такого воздействия вполне измеряемы с помощью различных стендов и измерительного оборудования, то в реальных условиях прямолинейного качения грузового колеса при движении под нагрузкой выполнить подобные испытания весьма затруднительно даже при небольших скоростях.

Важно подчеркнуть, что динамические уравнения движения нагруженного колеса представляют собой более фундаментальный подход по сравнению со статическими уравнениями. Они позволяют не только вычислить конечные перемещения нагрузки по дорожному покрытию, но и детально проанализировать процесс достижения равновесия в системе «колесо – дорога» в динамике.

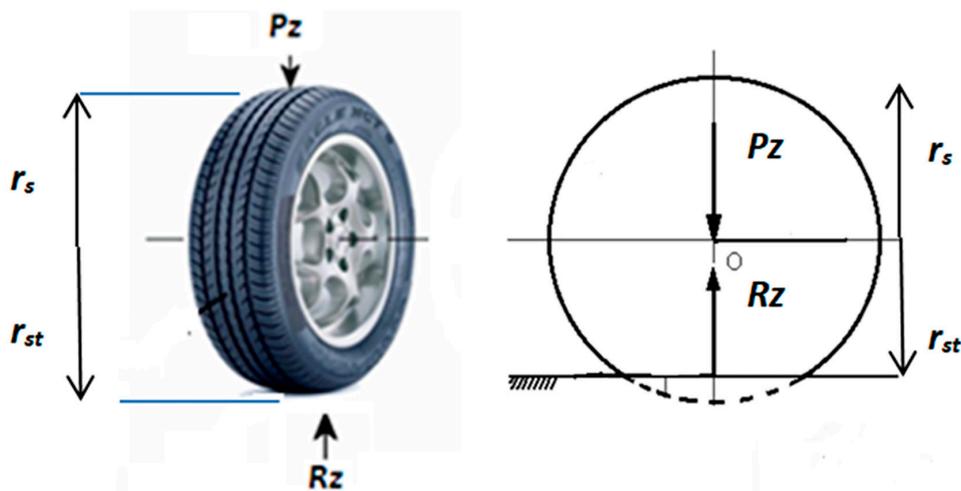


Рис. 1. Основные параметры воздействия нормальной нагрузки в системе «пневматическая шина – дорожное покрытие»: P_z – нормальная нагрузка, R_z – нормальная реакция опорной поверхности, r_s – свободный радиус колеса; r_{st} – статический радиус колеса
Источник: составлено авторами

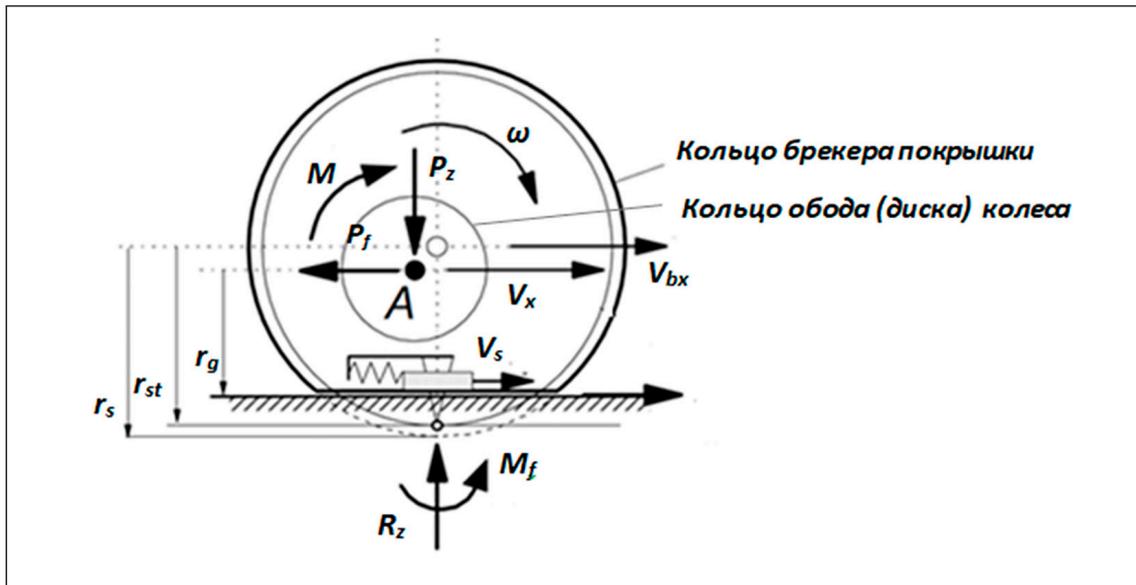


Рис. 2. Схема взаимодействия пневматической шины с твёрдой поверхностью в режиме свободного качения под нагрузкой: r_s – свободный радиус колеса, r_{st} – статический радиус колеса, r_g – кинематический радиус (радиус качения) колеса, A – ось колеса, ω – угловая скорость, M – крутящий момент колеса, P_f – сила сопротивления качению колеса, M_f – момент сопротивления качению, V_s – скорость продольного скольжения, V_x – поступательная скорость оси колеса, V_{bx} – поступательная скорость центра колеса по Н. Расејка, 2012
Источник: составлено авторами

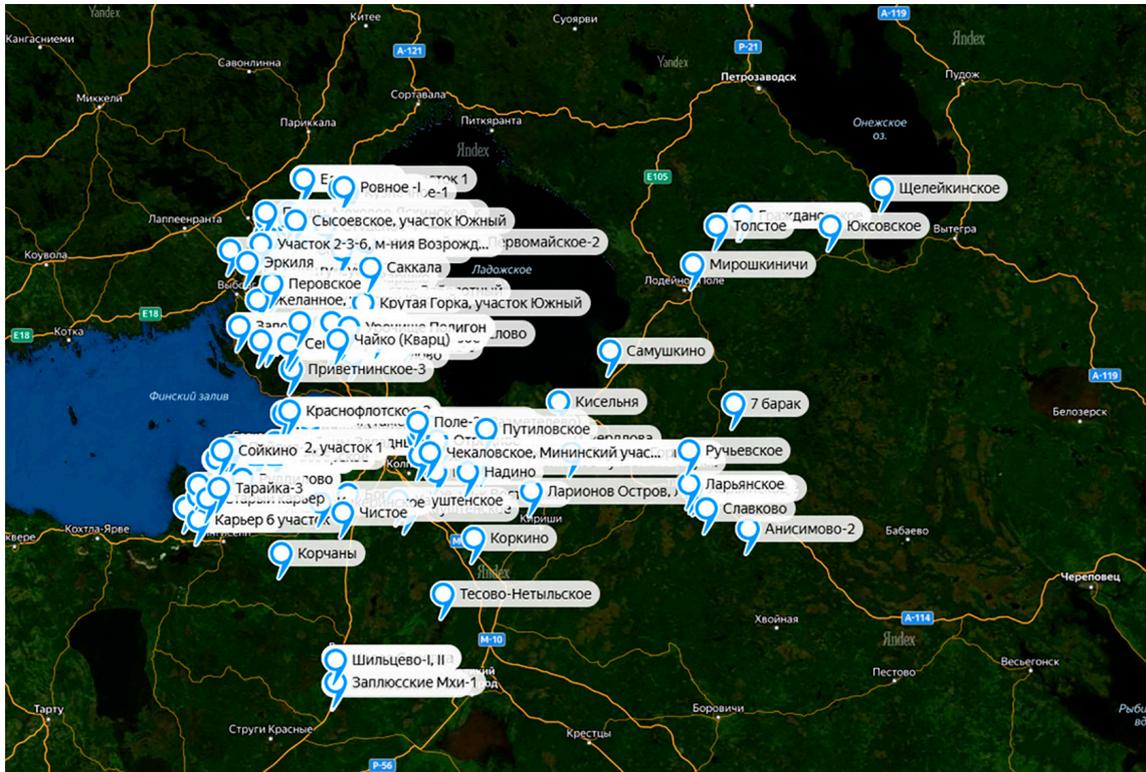


Рис. 3. Размещение действующих карьеров на территории Ленинградской области
Источник: составлено авторами

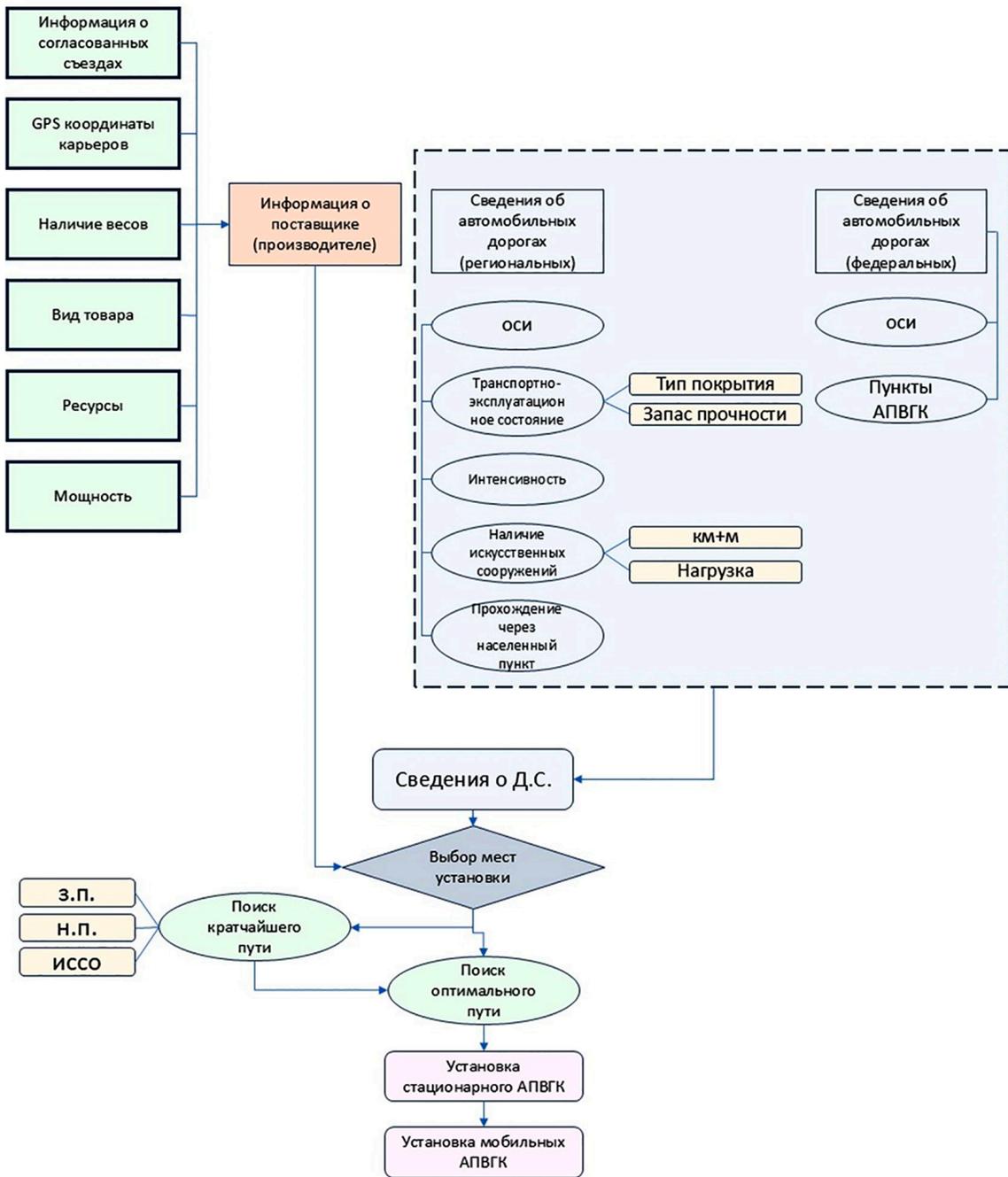


Рис. 4. Алгоритм выбора оптимального места расположения АПВГК
 Источник: составлено авторами

Статический подход, в свою очередь, дает лишь упрощенное решение и не способен точно отразить реальное воздействие движущегося транспорта на дорожное полотно. По этой причине в большинстве стран назначение параметров нормативных (расчётных) нагрузок для адекватного учета их влияния на напряжённо-деформированное состояние дорожной одежды осуществляется императивным методом, т.е. они от-

ражаются в соответствующих нормативно-технических документах или подлежат утверждению специализированным органом исполнительной власти в транспортной сфере, традиционно занимающимся разработкой единой технической политики и нормативно-правовым регулированием в дорожной отрасли [4; 5].

При организации перевозок крупногабаритных и тяжеловесных грузов важно прини-

мать во внимание целый комплекс взаимосвязанных факторов [6]. Специалисты транспортной отрасли выделяют следующие ключевые аспекты, требующие особого внимания:

- логистика транспортных средств и их эффективное распределение
- длина маршрута и особенности пути следования
- темп движения транспортного средства
- специфика груза и его особые требования
- тип транспортного средства и его технические характеристики
- дорожные ограничения, включая сезонные запреты на движение
- плата за проезд по федеральным трассам (система «Платон»)
- оформление документации для получения разрешений на проезд
- техническое состояние транспортного средства
- качество дорожного покрытия и состояние автодорожной инфраструктуры

Все эти факторы необходимо тщательно анализировать и учитывать при планировании перевозок для обеспечения безопасности, соблюдения сроков и экономической эффективности доставки.

По состоянию на 2025 год на территории Ленинградской области насчитывается 120 действующих карьеров по добыче общераспространенных полезных ископаемых. Карта размещения карьеров, а также объектов строительства представлен на рисунке 3.

Проблема перегруза на дорогах – это угроза национальной безопасности и экономике. Ежедневно тонны грузов, перевозимые сверх допустимых норм, разрушают дорожное полотно, увеличивают риск аварий и приводят к колоссальным финансовым потерям. Решение этой проблемы требует комплексного и многостороннего подхода, охватывающего законодательные акты, развитие инфраструктуры и воспитание культуры ответственности у всех участников дорожного движения [7].

Перегруз – это не просто незначительное превышение допустимой массы. Дополнительная нагрузка приводит к образованию трещин, выбоин и просадок, требующих дорогостоящего ремонта. Мосты и путепроводы проектируются с учетом определенной нагрузки. Перегруженные грузовики значительно сокращают срок их службы, что чревато обрушениями и человеческими жертвами [8; 9].

В рамках проведенного исследования разработан алгоритм выбора оптимальных мест размещения автоматических пунктов весогабаритного контроля (АПВГК). Алгоритм выбора оптимального размещения АПВГК представлен на рисунке 4.

Заключение

Таким образом, важно понимать, что борьба с перегрузом – это не только вопрос безопасности, но и экономическая целесообразность. Затраты на ремонт дорог, разрушенных из-за перегруза, значительно превышают затраты на создание и поддержание системы контроля. В долгосрочной перспективе инвестиции в борьбу с перегрузом окупаются многократно, обеспечивая сохранность дорожной инфраструктуры и снижая экономические потери. Решение проблемы перегруза на дорогах требует совместных и согласованных действий государства, транспортных компаний и водителей. Достичь высокого уровня безопасности дорожного движения и обеспечить долговечность дорожной сети можно только благодаря всестороннему подходу, который предусматривает усиленный контроль, совершенствование инфраструктуры и развитие культуры ответственного поведения на дорогах.

Список литературы

1. Евтюков С.С., Голов Е.В. Аудит безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах регионального значения в Ленинградской области // Транспорт Урала. 2017. № 2 (53). С. 85-89. URL: <https://www.usurt.ru/transporturala/rus/magazines> (дата обращения: 19.05.2025).
2. Кочетков В.А. Проблема и перспектива внедрения системы автоматического весогабаритного контроля // Теория и практика современной науки. 2019. № 9 (51). С. 6. URL: <https://www.modern-j.ru/> (дата обращения: 19.05.2025).
3. Голов Е.В. Фактор скорости в системе безопасности дорожного движения // Вестник гражданских инженеров. 2021. № 3 (86). С. 139-148. DOI: 10.23968/1999-5571-2021-18-3-139-148. EDN: EABWMV. URL: <https://vestnik.spbgasu.ru/archive/2021-06> (дата обращения: 19.05.2025).
4. Куракина Е.В., Рязанов С.В. Комплексный анализ аварийности и причин ухудшения дорожно-транспортной обстановки // Вестник гражданских инженеров. 2020. № 4 (81). С. 189-196. URL: <https://vestnik.spbgasu.ru/> (дата обращения: 28.05.2025).
5. Куракина Е.В., Кравченко П.А. Метод оценки состояния целевых показателей и индикаторов в системе безопасности дорожного движения // Грузовик. 2024. № 6. С. 35-38. URL: https://www.mashin.ru/eshop/journals/gruzovik_stroitel-no-dorozhnye_mashiny_avtobus_trolleybus_tramvaj/2031/18/ (дата обращения: 28.05.2025).
6. ПНСТ 663-2022. Предварительный национальный стандарт Российской Федерации. Дороги автомобильные общего пользования. Пункты весового и габаритного контроля транспортных средств автоматические. Требования к проектированию. М.: ФГБУ «РСТ», 2022. 28 с. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200189300> (дата обращения: 20.05.2025).
7. Ярьско В.А. Безопасность дорожного движения // Вестник магистратуры. 2019. № 3-2 (90). С. 59-65. URL: <https://www.magisterjournal.ru> (дата обращения: 20.05.2025).
8. Сорокина Е.В., Голов Е.В., Евтюков С.С. Специфика образования факторов риска ДТП в подсистеме «автомобильная дорога» // Мир транспорта и технологических машин. 2024. № 1-3 (84). С. 82-93. DOI: 10.33979/2073-7432-2024-1-3(84)-82-93. EDN: KEKOIG. URL: <https://oreluniver.ru/science/journal/mtitm> (дата обращения: 19.05.2025).
9. Сорокина Е.В., Голов Е.В., Евтюков С.С. Интегральная оценка состояния безопасности дорожного движения регионального уровня (на примере удмуртской республики). // Транспорт Урала. 2025. № 1 (84). С. 89-96. URL: <https://www.usurt.ru/transporturala/rus/magazines> (дата обращения: 28.05.2025).