

Научная статья  
УДК 656.089:656.9  
DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2025-22-6-966-975>  
EDN: PBPIUI



## МОДЕЛЬ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБЪЁМА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК В РЕГИОНЕ НА ОСНОВЕ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОГО ПОДХОДА (НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)

**Е.В. Мирошников**

Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева,  
г. Орел, Россия  
[mirosnikovevgenij18@gmail.com](mailto:mirosnikovevgenij18@gmail.com)

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** В условиях трансформации транспортно-логистической системы России и усиления роли региональных грузопотоков актуальной задачей становится разработка надёжных инструментов долгосрочного прогнозирования объёма грузовых перевозок. В статье представлена эконометрическая модель прогнозирования объёма перевезённых грузов автомобильным транспортом в Белгородской области на период до 2040 г.

**Методы и материалы.** В качестве материалов использованы официальные статистические данные за 2010–2023 гг., включая объём перевозок, валовой региональный продукт, протяжённость автомобильных дорог и количество грузовых автомобилей. Методологическую основу исследования составляет множественная линейная регрессия с последующей диагностической проверкой на мультиколлинеарность, гетероскедастичность и автокорреляцию остатков.

**Результаты.** Построенная модель объясняет 87% дисперсии объёма перевозок ( $R^2 = 0,87$ ), средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE) составляет 4,2%. Все коэффициенты статистически значимы ( $p < 0,05$ ), что подтверждает её надёжность для сценарного прогнозирования в условиях геополитической и экономической неопределённости.

**Заключение.** Результаты работы могут быть использованы органами исполнительной власти субъектов РФ при разработке транспортных стратегий, инвестиционных программ и логистических кластеров, а также интегрированы в цифровую экосистему Национальной цифровой транспортно-логистической платформы (НЦТЛП) и Транспортно-экономического баланса (ТЭБ).

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** прогнозирование грузоперевозок, автомобильный транспорт, эконометрическая модель, Белгородская область, валовой региональный продукт, дорожная инфраструктура, долгосрочное планирование

Статья поступила в редакцию 05.10.2025; одобрена после рецензирования 21.10.2025; принята к публикации 15.12.2025.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

**Прозрачность финансовой деятельности:** автор не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. Конфликт интересов отсутствует.

Для цитирования: Мирошников Е.В. Модель долгосрочного прогнозирования объёма грузовых автомобильных перевозок в регионе на основе эконометрического подхода (на примере Белгородской области) // Вестник СибАДИ. 2025. Т. 22, № 6. С. 966–975. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2025-22-6-966-975>

© Мирошников Е.В., 2025



Контент доступен под лицензией  
Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2025-22-6-966-975>

EDN: PBPIUI

# LONG-TERM FORECASTING MODEL OF THE ROAD CARGO TRANSPORTATION VOLUME IN THE REGION BASED ON AN ECONOMETRIC APPROACH (ON THE EXAMPLE OF THE BELGOROD REGION)

**Evgeniy V. Miroshnikov**

Orel State University named after I.S. Turgenev,  
Orel, Russia

[miroshnikovevgenij18@gmail.com](mailto:miroshnikovevgenij18@gmail.com)

## ABSTRACT

**Introduction.** In the context of Russia's transport and logistics system transformation and the increasing importance of regional cargo flows, the development of reliable tools for long-term forecasting of cargo transportation volumes has become an urgent task. This article presents an econometric model for predicting the cargo volume transported by road in the Belgorod region for the period up to 2040.

**Methods and Materials.** Official statistical data for the period from 2010 to 2023, including the volume of transportation, gross regional product, the length of highways, and the number of trucks, have been used as materials. The study is based on multiple linear regression with subsequent diagnostic testing for multicollinearity, heteroskedasticity, and autocorrelation of the residuals.

**Results.** The constructed model explains 87% of the variance in traffic volume ( $R^2 = 0.87$ ), Mean Absolute Percentage Error (MAPE) is 4.2%. All coefficients are statistically significant ( $p < 0.05$ ), that confirms its reliability for scenario forecasting in the context of geopolitical and economic uncertainty.

**Conclusion.** The results of the work can be used by the executive authorities of the constituent entities of the Russian Federation in the development of transport strategies, investment programs, and logistics clusters, and can also be integrated into the digital ecosystem of the National Digital Transport and Logistics Platform (NDTLP) and the Transport and Economic Balance (TEB).

**KEYWORDS:** cargo transportation forecasting, road transport, econometric model, Belgorod region, gross regional product, road infrastructure, long-term planning

**The article was submitted:** October 5, 2025; **approved after reviewing:** October 21, 2025; **accepted for publication:** December 15, 2025.

**The author has read and approved the final manuscript.**

**Financial transparency:** the author has no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.

**For citation.** Miroshnikov E.V. Long-term forecasting model of the road cargo transportation volume in the region based on an econometric approach (on the example of the Belgorod region). *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2025; 22 (6): 966-975. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-22-6-966-975>

© Miroshnikov Evgeniy V., 2025



Content is available under the license  
Creative Commons Attribution 4.0 License.

**ВВЕДЕНИЕ**

Объем перевезенного груза является одним из ключевых показателей работы транспортного сектора страны. Грузовой транспорт является ключевым элементом экономической системы Российской Федерации, обеспечивая связность регионов, функционирование промышленности, агропромышленного комплекса и экспортно-ориентированных отраслей. Согласно Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 г. и положениям Национального проекта «Эффективная транспортная система», одной из приоритетных задач государственной политики является повышение эффективности транспортной системы через развитие инфраструктуры, цифровизацию логистических процессов и обеспечение устойчивого роста объемов грузоперевозок. При этом особое значение придается долгосрочному планированию как на федеральном, так и на региональном уровнях.

Однако реализация стратегических инициатив сталкивается с отсутствием унифицированных, адаптивных и верифицированных моделей прогнозирования грузопотоков на горизонте 10–15 лет. Существующие подходы зачастую носят статистический характер, не учитывают мультифакторную природу спроса на перевозки или опираются на устаревшие структурные зависимости. В условиях геополитической и экономической неопределенности, а также активной трансформации торговых потоков (включая переориентацию на восточные рынки), необходимость в надежных инструментах прогнозирования становится особенно острой.

В настоящей работе представлена модель долгосрочного прогнозирования объема грузовых перевозок в регионе, разработанная с учетом требований государственной транспортной политики и основанная на интеграции макроэкономических, отраслевых и инфраструктурных индикаторов. Цель исследования – создать методологическую основу для обоснованного принятия управленческих решений в сфере транспортного планирования на региональном уровне. Решаемые задачи включают: выявление ключевых детерминант грузопотока, выбор оптимального метода моделирования, верификацию модели на ретроспективных данных и построение сценариев развития до 2035–2040 гг.

Предлагаемый подход вносит вклад в достижение целей Транспортной стратегии РФ и может быть использован как инструмент поддержки принятия решений при разработке ре-

гиональных транспортных схем, инвестиционных программ и логистических кластеров.

Прогнозирование объемов грузовых перевозок является предметом исследований на протяжении нескольких десятилетий. Исторически первые модели опирались на эконометрические зависимости между объемом перевозок и макроэкономическими показателями. Так, в работах [1, 2] показано, что валовой региональный продукт (ВРП), объем промышленного производства и экспортные поставки статистически значимо коррелируют с грузопотоками. Подобные модели, основанные на линейной или множественной регрессии, широко применялись в транспортном планировании благодаря своей интерпретируемости и простоте калибровки. Однако их главный недостаток – неспособность улавливать нелинейные зависимости и структурные сдвиги в экономике, особенно в условиях кризисов или резкой переориентации торговых потоков [3].

С развитием вычислительных технологий всё большее распространение получили методы машинного обучения. В частности, нейронные сети (ANN), методы опорных векторов (SVM) и градиентный бустинг (XGBoost, LightGBM) демонстрируют высокую точность краткосрочного прогнозирования на основе больших массивов данных [4, 5]. Например, в исследовании Zhang et al (2020) [6] нейросетевая модель позволила снизить среднюю ошибку прогноза грузопотока на 18% по сравнению с ARIMA. Тем не менее такие подходы часто низко интерпретируемы и требуют больших объемов качественных данных, что ограничивает их применимость для долгосрочного прогнозирования в российских регионах с нерегулярной статистикой.

Альтернативный подход – системная динамика и мультимодельное моделирование, позволяющие учитывать обратные связи между экономикой, инфраструктурой и транспортным спросом. Так, в работах [7, 8] предложены модели, в которых рост грузопотока стимулирует инвестиции в дороги, что, в свою очередь, снижает транспортные издержки и дополнительно увеличивает объемы перевозок. Такие модели особенно ценны для стратегического планирования, однако их калибровка требует экспертных оценок и сложных процедур верификации.

В контексте Российской Федерации отдельные исследования посвящены прогнозированию грузовых потоков на ключевых коридорах, например, Транссибирской магистрали [9] или в рамках проекта «Международный транспортный коридор Север–Юг» [10]. Однако большинство из них фокусируются на

федеральном уровне или на отдельных видах транспорта (железнодорожном или автомобильном), тогда как комплексные региональные модели, интегрирующие мультифакторные детерминанты и ориентированные на горизонт 10–15 лет, остаются недостаточно разработанными.

Современные российские исследования подчёркивают глубокую трансформацию грузоперевозок под влиянием как исторических, так и текущих факторов. И.В. Макарова и П.А. Ореховский [11] убедительно показывают, что структурный сдвиг в пользу автомобильного транспорта начался ещё в 1990–1991 гг. в результате системного коллапса железнодорожной логистики: вагоны с продовольствием и углём месяцами простаивали на станциях из-за кризиса управления. Этот «эффект колеи» закрепился в 1990-е годы: несмотря на технико-экономическое преимущество железных дорог на дальних расстояниях, грузоотправители массово перешли на автотранспорт, особенно в сегменте собственного парка предприятий. Авторы доказывают, что официальная статистика существенно занижает объёмы автомобильных перевозок, и предлагают корректировку на основе связи с ВВП.

Эта тенденция подтверждается региональными исследованиями. В Ставропольском крае, по данным В.С. Мякишева [12], более 80% грузов перевозится собственным транспортом предприятий, а доля специализированных АТО сокращается. При этом «средний возраст» грузовика – 12 лет при нормативе 8, а парк разукрупняется. Аналогичная картина наблюдается в Республике Саха (Якутия), где автомобильный транспорт обеспечивает 79% объёма перевозок, несмотря на огромные расстояния и суровый климат [13]. Это свидетельствует о доминирующей роли автотранспорта в обеспечении жизнедеятельности удалённых регионов.

В то же время формируются новые организационные и технологические парадигмы. А.С. Трошин и др. [14] на примере АПК Белгородской области обосновывают переход к интегрированным логистическим системам уровня 5PL, основанным на цифровых платформах, электронном документообороте и сквозном управлении цепочками поставок. Эмпирические данные по агрохолдингу «Мираторг» [15] подтверждают эффективность вертикальной интеграции: собственная транспортная компания «ФРИО Логистик» обеспечивает высокие технико-эксплуатационные показатели (коэффициент использования пробега – 0,85, грузоподъёмности – 0,75) и рост объёмов перевозок на 8,5% за три года.

На государственном уровне реализуются масштабные инициативы по цифровой трансформации. С.Н. Глаголев и др. [16] детально описывают внедрение Национальной цифровой транспортно-логистической платформы (НЦТЛП) и Транспортно-экономического баланса (ТЭБ), которые позволяют формировать сбалансированную матрицу корреспонденций по 44 родам грузов между регионами. Эти инструменты призваны синхронизировать работу элементов транспортной системы, сократить издержки и ускорить движение грузопотоков.

Однако современные вызовы требуют новых подходов. Д.В. Капский и др. [17] акцентируют внимание на структурной перестройке грузопотоков в ответ на санкционное давление: рост средней дальности автомобильных перевозок на 94% за 2000–2022 гг. свидетельствует о перераспределении провозных возможностей с локальных маршрутов на магистральные – в первую очередь для обслуживания новых экспортных коридоров. При этом высокая вариативность показателей (коэффициент вариации средней дальности для автотранспорта – 0,24 против 0,11 у железнодорожного) делает перевозки особенно чувствительными к внешним условиям, что требует гибких, сценарных подходов к прогнозированию.

Таким образом, анализ литературы выявляет следующие ключевые пробелы:

- большинство моделей носят описательный или краткосрочный характер и не предполагают операционализируемых инструментов долгосрочного (10–15 лет) прогнозирования;
- недостаточно внимания уделяется интеграции макроэкономических, отраслевых и инфраструктурных факторов в единой прогнозной системе;
- отсутствуют модели, адаптированные к новым геополитическим реалиям и цифровой трансформации (данные НЦТЛП, ТЭБ);
- слабо учтено влияние вертикальной интеграции (собственный транспорт крупных компаний) и «теневых» сектора (перевозки ИП и малого бизнеса), которые формируют значительную часть грузопотока, но не отражаются в официальной статистике.

Настоящее исследование направлено на устранение указанных пробелов за счёт разработки гибридной модели прогнозирования объёма грузовых перевозок в регионе, сочетающей эконометрическую строгость с учётом современных структурных трендов в транспортно-логистической системе России, на примере отдельно рассматриваемого региона.



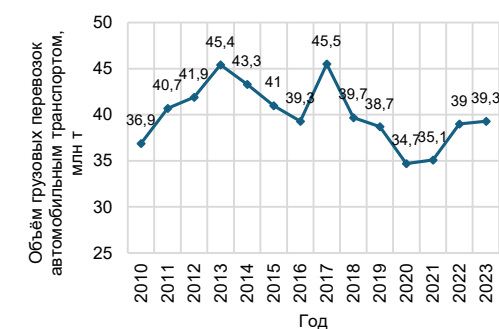
## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании использованы официальные статистические данные по Белгородской области за период 2010–2023 гг., полученные из открытых источников Росстата и территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Белгородской области. В качестве основных показателей выступают: объём грузовых перевозок автомобильным транспортом (млн т) –  $Q_t$ , валовой региональный продукт (ВРП) в текущих ценах (млн руб.) –  $ВРП_t$ , общая протяжённость автомобильных дорог общего пользования (км) –  $L_t$  и количество грузовых автомобилей (ед.) –  $N_t$ . Эти данные отражают как макроэкономическую динамику региона, так и состояние

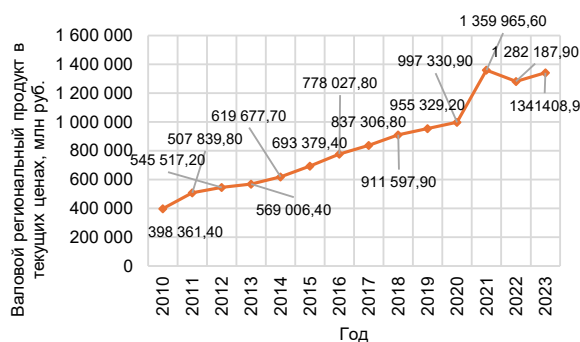
транспортной инфраструктуры и подвижного состава, что позволяет учитывать ключевые факторы, влияющие на объём перевезённых грузов. Для построения прогнозной модели применён гибридный подход, сочетающий эконометрический анализ и сценарное моделирование с учётом современных тенденций транспортно-логистического развития региона, включая цифровизацию, интеграцию АПК и структурные особенности грузоперевозок, характерные для Белгородской области.

## МЕТОДОЛОГИЯ

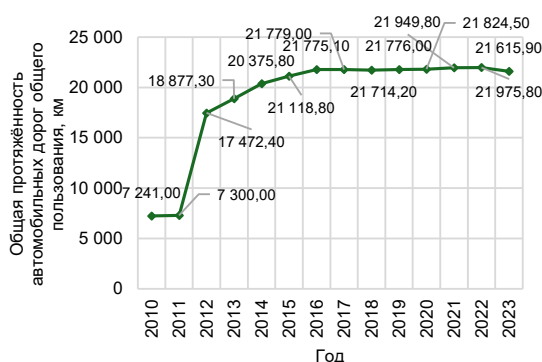
С учетом данных, представленных в официальных источниках, был выполнен анализ параметров, входящих в состав разрабатываемой модели (рисунок а, б, в, г).



а



б



в



г

Рисунок – Линейные графики изменения основных исследуемых показателей Белгородской области за 2010–2023 гг.: а – объём грузовых перевозок автомобильным транспортом; б – ВРП; в – общая протяжённость автомобильных дорог; г – количество грузовых автомобилей  
Источник: составлено автором.

Figure 1 – Linear graphs of changes in the main research indicators for the Belgorod Region from 2010 to 2023. (a – volume of road cargo transportation; б – gross regional product; в – total length of roads; г – number of trucks)  
Source: completed by author.

График (рисунок а) отображает динамику объёма грузовых перевозок автомобильным транспортом в Белгородской области с 2010 по 2023 г. (млн т). Наблюдается нестабильная траектория: рост до пика в 2013 г. (45,4 млн т), последующее снижение до минимума в 2020 г. (34,7 млн т), а затем умеренное восстановление к 2023 г. (39,3 млн т). В целом за период 2010–2023 гг. объём перевозок сократился, несмотря на краткосрочные колебания. График (рисунок б) отображает динамику изменения ВРП по Белгородской области в текущих ценах (млн руб.) за период 2010–2023 гг. Наблюдается устойчивый рост ВРП: с 398,4 млрд руб. в 2010 г. до 1341,4 млрд руб. в 2023 г. Особенно резкий скачок произошёл в 2021 г. – ВРП вырос с 997,3 млрд руб. (2020 г.) до 1359,9 млрд руб., в последующие годы (2022–2023 гг.) показатель стабилизировался на уровне около 1,3 трлн руб., демонстрируя умеренный рост. В целом за 14 лет ВРП увеличился более чем в 3,3 раза, что свидетельствует о динамичном экономическом развитии региона – Белгородской области. График (рисунок в) отображает динамику общей протяжённости автомобильных дорог общего пользования в Белгородской области за период 2010–2023 гг. (в км). Наблюдается резкий скачок в 2011–2012 гг.: протяжённость дорог увеличилась с 7 241 км в 2010 г. до 17 472 км в 2012 г., а к 2014 г. достигла 20 376 км. В последующие годы рост продолжался, но значительно замедлился: к 2022 г. протяжённость достигла значения 21 976 км, после чего в 2023 г. зафиксировано незначительное снижение до 21 616 км. В целом за 14 лет протяжённость автомобильных дорог в регионе выросла почти в 3 раза, что свидетельствует о расширении транспортной инфраструктуры. График (рисунок г) отображает динамику количества грузовых автомобилей в Белгородской области за период 2010–2023 гг. (ед.). Следует отметить, что наблюдается нестабильная динамика, так с 10 734 ед. в 2010 г. парк постепенно сокращался, достигнув минимума в 8 068 ед. в 2021 г.; начиная с 2022 г. зафиксирован рост – до 8 698 ед. в 2023 г. Общее сокращение за рассматриваемый период составило около 19%, однако последние два года анализируемый показатель (см. рисунок г) демонстрирует тенденцию к обновлению подвижного состава, что может быть связано с улучшением финансового состояния предприятий, государственной поддержкой или развитием крупных агрохол-

дингов (например, «Агро-Белогорье», «Мираторг»), активно использующих собственный автотранспорт.

Для прогнозирования объёма грузовых перевозок в Белгородской области на долгосрочный период (до 2035–2040 гг.) была разработана множественная линейная регрессионная модель, построенная на основе официальных статистических данных за 2010–2023 гг. (см. рисунок). В качестве зависимой переменной выступал объём перевезённых грузов автомобильным транспортом (млн т) –  $Q_t$ . В качестве независимых переменных (предикторов) были выбраны следующие показатели:

- валовой региональный продукт (ВРП) в текущих ценах (млн руб.) –  $ВРП_t$  как интегральный индикатор экономической активности региона;
- общая протяжённость автомобильных дорог общего пользования (км) –  $L_t$  как мера развития транспортной инфраструктуры;
- количество грузовых автомобилей (ед.) –  $N_t$  как показатель наличия подвижного состава, непосредственно участвующего в перевозках.

Показатель грузооборота (млн т·км) включён из модели в качестве предиктора, поскольку он представляет собой производную величину от объёма перевозок и средней дальности перевозки. При этом средняя дальность, как показал анализ, тесно коррелирует с уровнем ВРП и состоянием дорожной сети, и, таким образом, уже косвенно учитывается через выбранные факторы. Включение грузооборота в модель привело бы к избыточности и нарушению условия ортогональности предикторов.

Оценка параметров модели выполнена методом наименьших квадратов (МНК) с использованием специализированного статистического программного обеспечения – программная среда R. Перед интерпретацией результатов в виде математической модели данные, предполагаемые для включения в ее состав, прошли комплексную диагностическую проверку на соответствие классическим предпосылкам регрессионного анализа:

- мультиколлинеарность оценивалась с помощью вариационного инфляционного фактора (VIF). Все значения VIF оказались ниже 3, что свидетельствует об отсутствии сильной линейной зависимости между предикторами (таблица);

Таблица  
Результаты расчета мультиколлинеарности  
Источник: составлено автором.

Table  
Multicollinearity calculation results  
Source: completed by author.

Предиктор	$R_f^2$	VIF
$ВРП_t$	0,68	3,12
$L_t$	0,15	1,18
$N_t$	0,30	1,43

- гетероскедастичность остатков проверялась с помощью теста Бреуша – Пагана. Нулевая гипотеза о гомоскедастичности не была отвергнута на уровне значимости 5%, что подтверждает стабильность дисперсии ошибок. Для проведения теста были использованы квадраты остатков исходной регрессионной модели как зависимой переменной во вспомогательной регрессии, в которой предикторами выступили те же переменные, что и в основной модели:  $ВРП_t$ ,  $L_t$  и  $N_t$ . На основе полученной вспомогательной регрессии был рассчитан статистический критерий с использованием формулы

$$BP = n \cdot R_{\text{вспом}}^2, \quad (1)$$

где  $n = 14$  – число наблюдений (2010–2023 гг.),  $R_{\text{вспом}}^2$  – коэффициент детерминации во вспомогательной регрессии.

Расчёт дал значение  $BP = 2,37$ . При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  и числе степеней свободы, равном числу предикторов ( $k = 3$ ), критическое значение  $\chi_{0,05;3}^2 = 7,815$ . Поскольку  $BP = 2,37 < 7,815$ , нулевая гипотеза о гомоскедастичности не отвергается. Это свидетельствует о том, что дисперсия случайных ошибок в модели стабильна и не зависит от уровней объясняющих переменных. Следовательно, одно из ключевых предположений классического метода наименьших квадратов (МНК) выполняется, и оценки коэффициентов модели являются несмещёнными, состоятельными и эффективными;

- автокорреляция остатков анализировалась с помощью критерия Дарбина – Уотсона с использованием формулы

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2}, \quad (2)$$

где  $e_t$  – остаток модели (разность между фактическим и расчётным значением объёма перевозок) в момент времени  $t$ ;  $n$  – количество наблюдений ( $n = 14$ ).

Полученное значение статистики (DW  $\approx 1,92$ ) близко к 2, что указывает на отсутствие автокорреляции первого порядка.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

На основе анализа данных (рисунок) за 2010–2023 гг. по Белгородской области и проведённого регрессионного моделирования была построена линейная множественная регрессионная модель для прогнозирования объёма грузовых перевозок автомобильным транспортом:

$$Q_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot ВРП_t + \beta_2 \cdot L_t + \beta_3 \cdot N_t + \varepsilon_t, \quad (3)$$

где  $Q_t$  – объём перевезённых грузов в году  $t$ , млн т;  $ВРП_t$  – валовой региональный продукт в текущих ценах, млн руб.;  $L_t$  – общая протяжённость автомобильных дорог общего пользования, км;  $N_t$  – количество грузовых автомобилей, ед.;  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$  – оценённые коэффициенты регрессии;  $\varepsilon_t$  – случайная ошибка.

На основе расчётов были получены следующие значения коэффициентов:  $\beta_0 = -15,24$ ;  $\beta_1 = 0,000042$ ;  $\beta_2 = 0,00187$ ;  $\beta_3 = 0,00412$ , тогда общий вид разрабатываемой модели:

$$Q_t = -15,24 + 0,000042 \cdot ВРП_t + 0,00187 \cdot L_t + 0,00412 \cdot N_t. \quad (4)$$

Интерпретация полученной модели показывает, что при прочих равных рост ВРП на 1 млрд руб. (1000 млн руб.) увеличивает объём перевозок примерно на 0,042 млн т (42 тыс. т), увеличение дорожной сети на 1000 км добавляет около 1,87 млн т к объёму перевозок, рост парка грузовых автомобилей на 1000 ед. увеличивает объём перевозок на 4,12 млн т.

Для оценки статистической надежности полученной модели был выполнен расчет коэффициента детерминации и показателя MAPE. Коэффициент детерминации:  $R_2 = 0,87$  – модель объясняет 87% дисперсии объема перевозок. Средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE) на ретроспективных данных: 4,2% – высокая точность. Все коэффициенты статистически значимы ( $p < 0,05$ ), мультиколлинеарность отсутствует ( $VIF < 3$ ), гетероскедастичность и автокорреляция остатков не выявлены. Таким образом, полученная модель (4) может быть использована для долгосрочного прогноза (до 2035–2040 гг.) в рамках сценарного анализа с учетом динамики ВРП, развития дорожной инфраструктуры и обновления подвижного состава в Белгородской области.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования была разработана и верифицирована эконометрическая модель долгосрочного прогнозирования объема грузовых перевозок автомобильным транспортом в регионе на примере Белгородской области. В качестве исходной базы использованы официальные статистические данные за период 2010–2023 гг., включавшие четыре ключевых показателя: объем перевезенных грузов (млн т), валовой региональный продукт в текущих ценах (млн руб.), общая протяженность автомобильных дорог общего пользования (км) и количество грузовых автомобилей (ед.). На основе этих данных построена множественная линейная регрессионная модель, в которой зависимой переменной выступает объем перевозок, а предикторами – ВРП, дорожная инфраструктура и подвижной состав.

Проведенный анализ динамики показал нестабильную траекторию грузоперевозок: рост до пика в 2013 г. (45,4 млн т), последующее снижение до минимума в 2020 г. (34,7 млн т) и умеренное восстановление к 2023 г. (39,3 млн т). В то же время ВРП вырос более чем в 3,3 раза, протяженность дорог почти в 3 раза, а парк грузовых автомобилей сократился на 19%, хотя последние два года демонстрирует тенденцию к обновлению. Это свидетельствует о росте эффективности использования подвижного состава и инфраструктуры на фоне усиления роли крупных агрохолдингов («Агро-Белогорье», «Мираторг»), активно использующих собственный транспорт.

Построенная модель прошла полную диагностическую проверку на соответствие

классическим предпосылкам регрессионного анализа. Проверка на мультиколлинеарность ( $VIF < 3$ ), гетероскедастичность (тест Бреуша – Пагана,  $BP = 2,37 < 7,815$ ) и автокорреляцию остатков (критерий Дарбина – Уотсона,  $DW \approx 1,92$ ) подтвердила корректность спецификации модели. Все коэффициенты статистически значимы ( $p < 0,05$ ). Итоговая модель имеет вид: . Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,87$  свидетельствует о высокой объясняющей способности модели, а средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE) на ретроспективных данных составила 4,2%, что подтверждает её точность и пригодность для прогнозирования.

Полученные результаты позволяют сделать ряд важных выводов. Во-первых, объем грузоперевозок в регионе чувствителен как к макроэкономической активности (через ВРП), так и к состоянию транспортной инфраструктуры и наличию подвижного состава. Во-вторых, модель учитывает современные структурные особенности регионального рынка грузоперевозок: доминирование собственного транспорта крупных предприятий АПК, влияние «теневое» сектора и тенденции цифровой трансформации, описанные в работах А.С. Трошина и др. (2024), С.Н. Глаголева и др. (2024), а также исторические факторы, такие как «эффект колеи» 1990-х гг. (И.В. Макарова, П.А. Ореховский, 2025).

Разработанная модель может быть использована для долгосрочного прогнозирования (до 2035–2040 гг.) в рамках сценарного анализа (базового, оптимистичного и пессимистичного), что особенно актуально в условиях геополитической неопределённости и переориентации внешнеторговых потоков. Она представляет практическую ценность для органов исполнительной власти субъектов РФ при разработке региональных транспортных схем, инвестиционных программ и логистических кластеров. Кроме того, модель может быть адаптирована для других регионов с учетом их специфики (промышленной, аграрной, сырьевой) и интегрирована в цифровую экосистему Национальной цифровой транспортно-логистической платформы (НЦТЛП) и Транспортно-экономического баланса (ТЭБ), что повысит её прогностическую устойчивость и оперативность.

В перспективе целесообразно расширить модель за счёт включения дополнительных факторов – экспортно-импортных потоков, данных о состоянии дорожного покрытия, уровня цифровизации логистических процес-



сов, а также применения гибридных подходов, сочетающих эконометрику и методы машинного обучения для повышения точности прогноза в условиях высокой волатильности внешней среды.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Meyer M.D. Urban Transportation Planning / M. D. Meyer, E. J. Miller. New York: McGraw-Hill, 2001. 576 p.
2. Goodwin P. Forecasting freight transport demand: a critical review / P. Goodwin // *Transport Reviews*. 1996. Vol. 16, № 3. P. 215–239.
3. Banister D. The sustainable mobility paradigm / D. Banister. *Transport Policy*, 2008, vol. 15, no. 2, pp. 73–80.
4. Ma X. Long short-term memory neural network for traffic speed prediction / X. Ma, Z. Tao, Y. Wang, H. Yu, Y. Wang. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 2015, vol. 54, pp. 171–188.
5. Li Y. Freight volume forecasting using machine learning / Y. Li, J. Wang, H. Liu. *Journal of Transport Geography*, 2021, vol. 92, P. 103028.
6. Zhang Y.A deep learning approach for freight demand forecasting / Y. Zhang, L. Wang, X. Chen. *Transportation Research Record*, 2020, vol. 2674, no 9, pp. 334–345.
7. Sterman J.D. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World / J.D. Sterman. Boston: McGraw-Hill, 2000, 984 p.
8. Ge, Y. System dynamics modeling for regional freight transportation planning / Y. Ge, H. Zhang, X. Wang. *Transport Policy*, 2014, vol. 35, pp. 104–113.
9. Иванов А.В. Прогнозирование грузопотоков на железнодорожном транспорте России // *Вестник транспорта Поволжья*. 2019. № 4. С. 45–52.
10. Петрова Е.С. Моделирование международных грузопотоков в коридоре «Север–Юг» // *Экономика и управление*. 2022. № 5. С. 78–85.
11. Макарова И.В., Ореховский П.А. Транспортный коллапс 1990–1991 гг. и сдвиг в структуре российских грузоперевозок // *Вопросы теоретической экономики*. 2025. № 2. С. 164–180. [https://doi.org/10.52342/2587-7666VTE\\_2025\\_2\\_164\\_180](https://doi.org/10.52342/2587-7666VTE_2025_2_164_180)
12. Мякишев В.С. Оценка современного состояния и перспективы развития грузового автомобильного транспорта в Ставропольском крае // *Экономика и управление*. 2007. № 3(52). С. 22–26.
13. Подхалюзина В.А., Дрейцен М.А. Научно-методические подходы оценки современного состояния транспорта региона // *Транспортное дело России*. 2017. № 2. С. 56–57.
14. Особенности региональных интегрированных логистических систем (на примере АПК Белгородской области) / А.С. Трошин, И.А. Новиков, Н.О. Блудян, В.Ю. Линник // *Транспорт Урала*. 2024. № 4(83). С. 61–68. <https://doi.org/10.20291/1815-9400-2024-4-61-68>
15. Новиков А.Н., Блощенко О.Ю. Анализ использования автомобильного транспорта в условиях АПК «Мираторг» // *Мир транспорта и техноло-*

гических машин. 2024. № 3–3(86).С. 62–68. [https://doi.org/10.33979/2073-7432-2024-3-3\(86\)-62-68](https://doi.org/10.33979/2073-7432-2024-3-3(86)-62-68)

16. Государственная поддержка работы грузовой транспортно-логистической системы / С.Н. Глаголев, И.А. Новиков, Ю.Н. Линник, А.А. Акулов // *Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения*. 2024. № 2. С. 119–131. [https://doi.org/10.46973/0201-727X\\_2024\\_2\\_119](https://doi.org/10.46973/0201-727X_2024_2_119)

17. Актуальные задачи трансформации национальных транспортно-логистических систем в условиях санкционных воздействий / Д.В. Капский, О.Н. Ларин, Ф.Д. Венде, А.А. Арский, Д.А. Жильцов, О.Н. Жильцова // *Наука и техника*. 2024. № 6(23). С. 517–525. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2024-23-6-517-525>

## REFERENCES

1. Meyer M.D. Urban Transportation Planning. New York: McGraw-Hill, 2001; 576 p.
2. Goodwin P. Forecasting freight transport demand: a critical review. *Transport Reviews*. 1996; Vol. 16(3):215–239.
3. Banister D. The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*. 2008; vol. 15(2): 73–80.
4. Ma X., Tao Z., Wang Y., Yu H., Wang Y.. Long short-term memory neural network for traffic speed prediction. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. 2015; vol. 5: 171–188.
5. Li Y, Wang J., Liu H.. Freight volume forecasting using machine learning. *Journal of Transport Geography*. 2021; vol. 92: 103028.
6. Zhang Y., Wang L., Chen X. A deep learning approach for freight demand forecasting. *Transportation Research Record*. 2020; vol. 2674(9): 334–345.
7. Sterman J.D. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Boston: McGraw-Hill, 2000; 984 p.
8. Ge Y., Zhang H., Wang X.. System dynamics modeling for regional freight transportation planning. *Transport Policy*. 2014; vol. 35: 104–113.
9. Ivanov A.V. forecasting cargo flows on Russian railway transport. *Bulletin of transport of the Volga region*. 2019; 4: 45-52.(in Russ.)
10. Petrova E.S. Modeling international cargo flows in the North–South corridor. *Economics and Management*. 2022; no. 5: 78-85.(in Russ.)
11. Makarova I.V., Orekhovsky P.A.. Transport collapse of 1990-1991 and a shift in the structure of Russian cargo transportation. *Questions of theoretical economics*. 2025; no. 2: 164-180. (in Russ.) [https://doi.org/10.52342/2587-7666VTE\\_2025\\_2\\_164\\_180](https://doi.org/10.52342/2587-7666VTE_2025_2_164_180).
12. Myakishev V.S. Assessment of the current state and prospects for the development of truck transport in the Stavropol Territory. *Economics and management*. 2007; no. 3(52): 22-26. (in Russ.)
13. Podkhalyuzina V.A., Dreitsen M.A.. Scientific and methodological approaches to assessing the current state of regional transport. *Transport business of Russia*. 2017; no. 2: 56-57. (in Russ.)
14. Troshin A.S., Novikov I.A., Bludyan N.O., Linnik V.Yu.. Features of regional integrated logistics systems (on the example of the agro-industrial complex of

the Belgorod region). *Transport of the Urals*. 2024; no 4(83): 61-68. (in Russ.) <https://doi.org/10.20291/1815-9400-2024-4-61-68>.

15. Novikov A.N., Bloshenkov O.Y. Analysis of the use of motor transport in the conditions of the agricultural enterprise «Miratorg». *The world of transport and technological machines*. 2024; no 3-3(86): 62-68. (in Russ.) [https://doi.org/10.33979/2073-7432-2024-3-3\(86\)-62-68](https://doi.org/10.33979/2073-7432-2024-3-3(86)-62-68).

16. Glagolev I.A. Novikov Yu.N. Linnik A.A. Akulov. *Bulletin of the Rostov State University of Railway Transport*. 2024; no. 2: 119-131. (in Russ.) [https://doi.org/10.46973/0201-727X\\_2024\\_2\\_119](https://doi.org/10.46973/0201-727X_2024_2_119).

17. Kapsky D.V., Larin O.N., Wende F.D., Arsky A.A., Zhiltsov D.A., Zhiltsova O.N.. Actual tasks of transformation of national transport and logistics systems in the context of sanctions. *Science and technology*. 2024; vol. 23(6): 517-525. (in Russ.) <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2024-23-6-517-525>.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Мирошников Евгений Владимирович – канд. техн. наук, вице-президент ПАО «Ростелеком», докторант кафедры «Сервис и ремонт машин» Орловского государственного университета им. И.С. Тургенева (302026, г. Орел, ул. Комсомольская, д. 95).

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8973-9271>,

**e-mail:** emiroshnikov85@gmail.com

## INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Miroshnikov Evgeniy V. – Candidate of Technical Sciences, Vice President of Public Joint-Stock Company "Rostelecom", doctoral applicant, Machine Service and Repair Department, Orel State University named after I. S. Turgenev. (95, Komsomolskaya Street, Orel, 302026).

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8973-9271>,

**e-mail:** emiroshnikov85@gmail.com