

ГРУЗОБОРОТ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА РФ: МОДЕЛИРОВАНИЕ, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОДЕЛИ, ПРОГНОЗ

П. В. ГЕРАСИМЕНКО

*Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I, Российская Федерация*

Автомобильный транспорт совместно с трубопроводным и железнодорожным обеспечивает по объему основные грузовые перевозки в России. Автомобильные грузоперевозки – довольно гибкий способ доставки товаров и некоторого вида сырья. Благодаря минимальному времени на процесс загрузки – выгрузки он пользуется большой популярностью, в особенности для небольших мини-оптовых закупок. Но в России из-за специфики дальних расстояний и определенной недоступности дорог надлежащего качества между некоторыми отдаленными регионами он не является лидирующим по востребованности. Хотя при доставке товаров из категории продукты питания именно этот вариант является лидирующим. В сфере промышленности в силу своей ограниченности по перемещаемому объему и дороговизне он мало востребован.

Следует отметить, что в 2018 году объем грузоперевозок (тоннаж перевезенных грузов) в России составил 8,3 млрд т, при этом наибольшая доля пришлось на автомобильный транспорт – 67,1 %. Динамика изменения грузооборота за последние допандемийных 5 лет (2015–2019 г.) показывает, что с каждым годом он увеличивался, однако в 2019 году наблюдалось снижение грузооборота на железнодорожном, морском и воздушном транспорте. Спад вызван последствиями негативного влияния пандемии COVID-19.

Вместе с тем на автомобильном транспорте произошел рост грузооборота. Он вызван вводом в эксплуатацию большого количества новых высокоскоростных дорог, которые, несмотря на взимание платы, позволяют проезжать длинные участки быстрее, что дает экономию на эффекте масштаба. Также это связано с обновлением автопарков. Новые автомобили несут меньше убытков и простоев. Увеличилось количество междугородных рейсов на расстояние от 300 км и более [1]. На рисунке 1 представлена гистограмма динамики грузооборота автомобильного транспорта в РФ за период с 2004 по 2021 годы [2, 3], которая подтверждает относительное его постоянство в допандемийный период и рост в 2019 году.

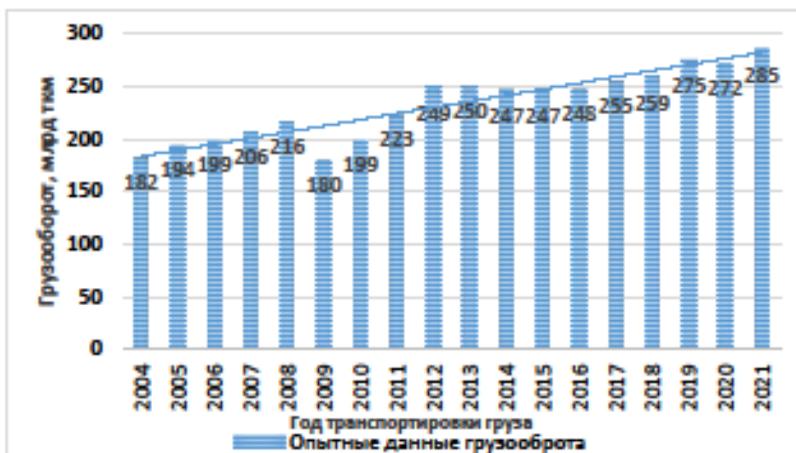


Рисунок 1 – Гистограмма объема перевезенного груза от года доставки

Представленные данные легли в основу моделирования и проведения исследования по оценке краткосрочного прогнозирования грузооборота автомобильным транспортом на период с 2023 по 2025 годы. Для проведения исследования использован инструмент «Регрессия» пакета анализа данных Excel. Он позволил по статистическим данным, представленным на рисунке 1, получить для линейной модели значения выборочных коэффициентов корреляции и детерминации, разложения общей суммы квадратов на объясненную и остаточную, расчетное значение критерия Фишера, а также значения регрессионных параметров [4, 5]. Основные величины в результате применения «Пакета анализа» представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Выборочные значения параметров моделирования объемов груза

Коэффициенты регрессии		Коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации	Табличное значение статистики Фишера
<i>a</i>	<i>b</i>	0,94	0,88	113,8
-11464	5,81	Общая	Факторная	Остаточная
Суммы квадратов разностей		18668	16367	2301
Суммы квадратов разностей на одну степень свободы		1098	16367	143

Оценка максимальной и средней относительных погрешностей составила соответственно 9,5 и 3,7 процентов, что позволяет заключить об удовлетворительных результатах предложенной наиболее простой модели. Проведена также оценка качества моделирования с помощью коэффициента

детерминации [5]. Из таблицы 1, в которой приведен коэффициент детерминации, равный 0,88, видно, что связь между результатами применения моделей и фактором достаточно тесная.

Для расчета значения критерия Фишера использованы суммы квадратов разностей на одну степень свободы, приведенные в таблице 1. Применительно к решенной в работе задаче число степеней свободы для общей суммы равно 17, для факторной суммы – 1 и для остаточной суммы – 16. Сопоставляя факторную и остаточную дисперсии в расчете на одну степень свободы, получили величину статистики Фишера, равную 113,8. Сравнивая ее с табличным значением статистики Фишера, которое равно 4,5, приходим к заключению, что факторная дисперсия существенно больше остаточной. В работе сделан вывод о наличии существенной связи между объемом доставляемого груза и годом доставки [4].

Построенная модель (функция регрессии) позволяет использовать ее для прогнозных расчетов объемов доставки груза. Для этого, если принять за T^* прогнозируемый год перевозки груза и обозначить через прогнозируемое ожидаемое значение груза $\hat{Y}(T^*)$, его можно вычислить по построенной функции регрессии. Такой прогноз считают точечным прогнозом. Он несет в себе ошибку, поскольку доставка груза $Y(T)$ зависит от многих факторов, в том числе случайной природы. Более корректным прогнозом является прогноз с использованием интервальной оценки доставки груза. Доверительный интервал (окрестность) точечной оценки позволяет «накрыть» с определенной вероятностью истинное значение результата. Для этого точечный расчет результирующей переменной $\hat{Y}(T^*)$ необходимо сместить влево на числовой оси от точечного значения на величину предельной ошибки прогноза $m_{Y(T^*)}$ и на эту же величину вправо. Тогда прогнозный доверительный интервал составит $2m_{Y(T^*)}$. Результаты выполненных расчетов интервальных оценок, выполненных по алгоритму [6], представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета точечного и интервального прогнозов

Прогнозный год		2023	2024	2025
Точечное прогнозное значение	$\hat{Y}(T^*)$	294	299	305
Прогнозный доверительный интервал	$2m_{Y(T^*)}$	27	28	28
Левая доверительная граница	$\hat{Y}(T^*) - m_{Y(T^*)}$	280	286	291
Правая доверительная граница	$\hat{Y}(T^*) + m_{Y(T^*)}$	307	313	319

В таблице 2 представлены предельные значения доверительных интервалов для точечных прогнозных значений грузооборота по модели с 2023 по 2025 годы.

Список литературы

1 Динамика грузооборота по видам грузов и формам транспортного обслуживания [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://scienceforum.ru/2021/article/2018026220>. – Дата доступа : 10.04.2023.

2 Транспорт в России 2022 [Электронный ресурс] : стат. сб. / Росстат. – М., 2022. – 101 с. – Режим доступа : https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Transport_2022.pdf. – Дата доступа : 10.04.2023.

3 Транспорт в России 2020 [Электронный ресурс] : стат. сб. / Росстат. – М., 2020. – 108 с. – Режим доступа : <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/UbzIvBZj/Transport>. – Дата доступа : 10.04.2023.

4 **Кударов, Р. С.** Мониторинг пассажиропотоков, формирующих входной пассажиропоток на станции «Пушкинская» в часы «пик» / Р. С. Кударов, П. В. Герасименко // Шаг в будущее. Неделя науки-2006 : материалы науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых / ред. В. В. Сапожников. – 2006. – С. 189–191.

5 **Герасименко, П. В.** Оценивание рисков необеспечения своевременной доставки груза железнодорожным транспортом / П. В. Герасименко, Г. Б. Титов // Проблемы экономики и управления на железнодорожном транспорте : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. – Киев : Гос. экон.-технол. ун-т трансп., 2013. – С. 293–295.

6 **Герасименко, П. В.** Прогнозирование доставки грузов железнодорожным транспортом РФ по 2025 год // Транспорт в интеграционных процессах мировой экономики : материалы III Междунар. науч.-практ. онлайн-конф. – Гомель : БелГУТ, 2022. – С. 117–120.

УДК 531.1:004

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ MATHCAD ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ

Э. Ф. МУРЗИНА

*Бакирский государственный аграрный университет, г. Уфа,
Республика Башкортостан*

Математические дисциплины являются базой для последующего изучения инженерных дисциплин и закладывают основы инженерного мышления будущего специалиста. Несмотря на то, что в нашем университете придерживаются традиционного подхода к обучению инженерных дисциплин, использование прикладных программ при решении задач давно стало требованием [1, 331]. В связи с этим, студентам направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» предлагается на первой лабораторной работе по дисциплине «Математическая обработка экспериментальных данных» произвести математическую обработку в пакете MathCAD [2, 80] классической задачи кинематики, аналитическое решение которой они знают. Колесико радиуса $R = 0,4$ м катится по прямолинейной балке без скольжения. Центр колесика имеет скорость по-