

Нурлыбек Мырзабеков<sup>1</sup>, Абдикарим Каражанов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан  
E-mail: nurlybekmyrzabekov@mail.ru

## Обоснование годовой программы транспортного предприятия

---

**Аннотация.** Вопросы оптимизации экономических и трудовых затрат занимают значительное место в производственной деятельности транспортных компаний. Они зависят от социально-экономической ситуации, объективных причин производственного характера, наличия соответствующей материально-технической базы, а также эффективного использования и компетентности менеджмента предприятия. Представляется актуальным создание программы транспортного предприятия по повышению эффективности производственной деятельности. Поэтому в исследовании приведены характеристики рабочей программы (портфеля заказов) станций технического обслуживания автомобилей в современных условиях и сделан акцент на обеспечение их стабильности. Основными инструментами послужили математическое моделирование и методы математико-статистического анализа, хотя существенное значение имели также анализ, синтез, сравнение и другие методики. Авторы представляют производственную программу автосервиса как сумму отказов и неисправностей, поступающих на предприятие в случайном порядке. Результаты экспериментальных исследований подверглись анализу на основе теории вероятностей и математической статистики, в ходе которого были получены математические модели годовой программы и вероятностей ее распределения на заданном интервале времени. Авторами рекомендованы мероприятия по оптимизации производственной программы за счет обеспечения равномерной загрузки конструкций автосервиса. Изучение многочисленных теоретических вопросов может проводиться на этапе проектирования производственных участков для более точных прогнозов. Существуют теоретические методики, основанные на определенных результатах, которые подходят для проектирования автосервисов. Одной из них является расчет годовой программы предприятия на основе группировки количества автомобилей, поступающих на участок. Данная статья позволяет по-новому взглянуть на формирование программ, связанных с автосервисами.

**Ключевые слова:** Автомобилизация, транспортные средства, автосервис, закон Пуассона, случайные процессы, Уравнения регрессии.

DOI: [doi.org/10.32523/2616-7263-2023-145-4-250-264](https://doi.org/10.32523/2616-7263-2023-145-4-250-264)

---

### 1. Введение

Транспортная отрасль играет важную роль в экономическом развитии как страны, так и ее предприятий. Развитая транспортная инфраструктура в любой геополитической единице создает основу для широкой экономической деятельности: она способствует перевозке пассажиров и грузов через логистические пункты, расширяя экономические возможности и тем самым повышая уровень жизни в стране [1]. То же самое относится и к бизнесу, где правильно организованная логистика не только обеспечивает своевременную доставку всех запланированных заказов, но и повышает конкурентные позиции компании

и увеличивает ее прибыль [2]. Поэтому обеспечение бесперебойной работы транспортных компаний является важнейшей задачей не только для этих поставщиков услуг, но и для других предприятий и экономики в целом [3]. Это делает актуальным рассмотрение и поиск новых методов повышения их эффективности. Так, в данной работе авторы сравнили эмпирические данные по отказам с их теоретическими значениями на основе данных действующей станции технического обслуживания легковых автомобилей (СТОА) в г. Актобе. Кроме того, авторы описали особенности формирования программ транспортных компаний в современных условиях.

Над этой и смежными проблемами работало значительное число ученых. Среди них следует отметить Р.У. Маккуэйда, М. Грейга, А. Смита и Дж. Купера [3], которые в обширном труде описали многие аспекты деятельности транспортных компаний, включая их роль в экономическом процветании страны. В свою очередь, А.Н. Семернин и др. [4] разработали годовую программу транспортной компании, но использовали другую методику ее формирования, основанную на учете износа транспортных средств. Хотя она представляется достаточно односторонней, ее можно умело использовать вместе с описанной в данной работе, что позволит повысить эффективность формирования годовой программы. Аналогичные методы создания годовой методики представлены в работах О.С. Тамера и др [5]. В своей работе они рассмотрели эмпирические данные Северной объединенной компании для составления ее годовой программы. О.Н. Яркова и А.В. Труфанова [6] выполнили еще одну работу с использованием описанной методики для обоснования годовой программы транспортной компании, где также использовались данные об износе транспортных средств, годовом пробеге и объеме перевозок. Однако стоит отметить, что их методика повторяла схему, представленную в данном исследовании. Тем не менее, благодаря наличию других ключевых показателей, описанные принципы могут свободно использоваться компаниями в сочетании с другими методами для достижения еще большей эффективности транспортных предприятий.

Производственный процесс транспортных компаний охватывает ряд взаимосвязанных этапов, которые в совокупности обеспечивают эффективное перемещение товаров, услуг и людей. Начиная с тщательного планирования и составления расписания, он переходит в подготовку транспортных средств, погрузку и упаковку, отправку с четкой коммуникацией [1]. По мере движения транспортных средств по заданным маршрутам осуществляется непрерывный мониторинг, обеспечивающий продвижение и своевременное информирование клиентов. В пункте назначения происходит разгрузка и распределение грузов, что сопровождается тщательным документированием и отчетностью для обеспечения точности.

Цикл продолжается техническим обслуживанием после поездки, гарантирующим оптимальное состояние транспортных средств для последующих рейсов. В основе этого процесса лежит стремление к постоянному совершенствованию, основанное на анализе данных для улучшения маршрутов, снижения затрат и модернизации технологий [3]-[5]. По сути, производственный процесс транспортных компаний представляет собой сложный, но слаженный балет, обеспечивающий бесперебойное перемещение грузов и людей и способствующий функционированию экономики и общества в целом.

Актуальность исследования заключается в комплексной оценке роли транспортной отрасли в развитии страны. Поэтому целью исследования является изучение особенностей функционирования транспортных предприятий (на основе эмпирических данных автосервиса г. Актобе) и описание на их основе методики формирования годовой программы транспортных предприятий. Объектом исследования являются непосредственно эмпирические данные о деятельности предприятий г. Актобе.

## 2. Методы

В работе рассматриваются особенности формирования и реализации производственной программы деятельности предприятия на примере действующей станции технического обслуживания легковых автомобилей в г. Актобе. В работе представлены результаты полевых наблюдений за потоком случайных заявок от клиентов предприятия по ремонту дефектов и отказов легковых автомобилей в течение календарного года. В теории технической эксплуатации эти явления относятся к дискретным случайным процессам, протекающими в непрерывном времени. В технических приложениях - это Марковские случайные процессы, которые, в частности, показывают, что вероятность нахождения объектов в том или ином состоянии не зависит от того, как и когда данные объекты пришли в это состояние, а зависит только от того, в каком состоянии они находятся сейчас. При статистической обработке использовались элементы теории вероятностей и теории массового обслуживания [7]-[9]. Объектами наблюдения являлось количество пассажирских вагонов, основных узлов и агрегатов, поступающих на предприятие для проведения технического обслуживания, ремонта и устранения неисправностей. Отметим, что приведенные данные составляют номинальную основу годовой программы и годового объема работы предприятия. Помимо статистической и аналитической составляющих существует также теоретическая часть. В ней описываются особенности формирования годовой программы транспортного предприятия и указывается роль транспортных предприятий в функционировании других предприятий и экономики страны в целом.

Методология исследования, применявшаяся в данной работе, в основном базировалась на эмпирических методах с акцентом на статистический и математический анализ массивов данных. В качестве основных приемов использовались графические представления, корреляционные и регрессионные модели, описание функций распределения с помощью закона Пуассона. Эти эмпирические методы способствовали качественному анализу исследуемых данных, что позволило провести сравнение с теоретическим прототипом и получить важные для решения задач исследования выводы. Существенную роль в формировании результатов исследования сыграли и взаимодополняющие методы исследования. В частности, метод анализа имел первостепенное значение, учитывая большой объем эмпирических статистических и теоретических данных, обработанных в ходе исследования. Применение методов синтеза, дедукции и абстрагирования способствовало достижению поставленных целей, повышая глубину понимания и интерпретации полученных результатов.

Важным аспектом методологии является сравнительный подход. Он включал в себя всестороннее изучение методик, используемых другими учеными при формировании годовых программ в транспортных компаниях. Сравнение было направлено на оценку отличительных признаков этих методик от подхода, описанного в данной работе. Сопоставление этих методик позволило получить более широкую перспективу и более глубокое понимание уникальности и эффективности предлагаемой методики. По сути, методология представляет собой целостное сочетание эмпирических методов, включающих статистический и математический анализ, а также такие взаимодополняющие методы, как анализ, синтез, дедукция и абстрагирование. Включение сравнительного анализа позволило обогатить результаты исследования за счет сопоставления различных методологий, используемых в данной области.

Весь процесс написания работы можно разделить на несколько этапов. На первом этапе были кратко рассмотрены общие сведения о роли транспортной системы в хозяйственной деятельности и ее общем влиянии на экономику государства. На втором этапе авторы провели оценку существующей информации о количестве поступающих отказов на основе эмпирических данных предприятий г. Актобе с последующей математической обработкой и валидацией с использованием соответствующих методов, описанных в методике. Заключительным этапом является сравнение результатов, полученных в

ходе исследования, с данными других научных работ. В частности, авторы сравнили отдельные методики других ученых по созданию годовой программы для транспортного предприятия.

### 3. Результаты

Кратко рассмотрим роль транспортной отрасли в функционировании мировой экономики. Транспортная отрасль занимает определенное место в международной экономической системе. Так, например, доля транспорта в мировом валовом внутреннем продукте (ВВП) составляет от 6% до 15%, в Казахстане - 7-8%, в России - 8,5% [10]-[12]. Ежегодно в мире всеми видами транспорта пользуются более 100 млрд. тонн грузов и более 1 трлн. пассажиров. В настоящее время в мире наблюдается тенденция к интенсивному росту уровня автомобилизации. По данным официальных источников, наблюдается ежегодный интенсивный рост общего количества транспортных средств и уровня автомобилизации. Так, например, в источнике [13] указано, что в 2021 году в мире будет эксплуатироваться 947 млн. личных автомобилей и 335 млн. коммерческих автомобилей, не считая тяжелых внедорожников и строительной техники. В результате аналитики пришли к выводу, что на тот момент в мире насчитывалось 1,2 млрд. автомобилей. Из общего числа зарегистрированных транспортных средств 95% составляют легковые автомобили. Отметим, что такая конфигурация структуры автопарка характерна для Республики Казахстан, где этот показатель соответствует 83,2% [14].

По данным Европейской экономической комиссии ООН [15], уровень автомобилизации в промышленно развитых странах составляет от 600 до 1000 единиц на 1000 жителей в 2021 году. Для отдельных стран этот показатель выглядит следующим образом: Сан-Марино - 1263; Монако - 899; Лихтенштейн - 750; Исландия - 745; Люксембург - 739; Италия - 679; Канада - 607; Кипр - 532; Финляндия - 612; Казахстан - 219; Украина - 173 [16].

Важно также учитывать аспект развития в данной области эксплуатации в других странах. В таблице. 1 приведен обобщенный опыт и некоторые характеристики производства и обслуживания автомобилей в разных странах.

Таблица 1. Опыт производства и технической эксплуатации автомобилей в различных странах

Колонка 1	Колонка 2
Германия	Германия, славящаяся точным машиностроением, имеет богатую историю производства высококачественных автомобилей и является родиной известных автомобильных брендов. В технических операциях особое внимание уделяется инновациям, производительности и безопасности.
Япония.	Япония славится эффективными производственными процессами, позволяющими выпускать надежные и технологически совершенные автомобили. Японские автопроизводители уделяют первостепенное внимание качеству, топливной экономичности и технологическим инновациям.
США.	В Соединенных Штатах давно существует автомобильная промышленность, ориентированная на производство различных типов автомобилей, таких как грузовики и внедорожники. В технических операциях особое внимание уделяется инновациям, масштабам и адаптации к предпочтениям потребителей.
Южная Корея.	Автомобильная промышленность Южной Кореи быстро развивается и известна производством экономичных и компактных автомобилей. Технические операции сосредоточены на автоматизации, эффективности и производстве автомобилей, сочетающих доступность и качество.

Китай.	Автомобильная промышленность Китая значительно выросла и выпускает широкий спектр автомобилей. В технических операциях особое внимание уделяется масштабам, эффективности и развитию технологий электромобилей (EV).
Италия	Италия имеет репутацию производителя роскошных и спортивных автомобилей. Приоритетными направлениями технической деятельности являются мастерство, дизайн и высокопроизводительные разработки.
Швеция.	Швеция известна как производитель безопасных и инновационных автомобилей. В технических операциях особое внимание уделяется безопасности, экологической устойчивости и передовым разработкам.
Индия.	В Индии наблюдается рост автомобильной промышленности, при этом основное внимание уделяется малолитражным автомобилям и их доступности. Приоритетными направлениями технической деятельности являются экономическая эффективность, рациональное использование ресурсов и адаптация к различным требованиям рынка.

Уровень автомобилизации является не только показателем, определяющим степень промышленного развития стран, но и выдвигает обширный комплекс организационных и технических мероприятий, связанных с эксплуатацией парка транспортных средств в производственных условиях, а также соответствующей материально-технической базы. Специфика функционирования и эксплуатации современного парка автомобилей, направленная на поддержание существующего парка в работоспособном состоянии и обеспечение надежности и эксплуатационных характеристик автомобилей нормативным требованиям, достаточно изучена, систематизирована и представлена в соответствующей специальной литературе [17]-[20].

На основании проведенного исследования авторами были получены статистические данные предприятий г. Актобе по отказам основных групп, узлов и агрегатов в целом, сумма которых рассматривалась авторами как программа предприятия. Общее количество поступающих отказов в результате обработки данных сгруппировано и распределено с учетом имеющихся производственных единиц и участков, а также технологичности операций следующим образом: мойка и очистка - 3890; заправка - 2385; диагностика - 1567; ремонт, ТО - 7786; кузовные работы - 2637. На основании полученных данных экспериментальное и теоретическое распределения отказов в зависимости от времени представлены в виде графиков на рис. 1.

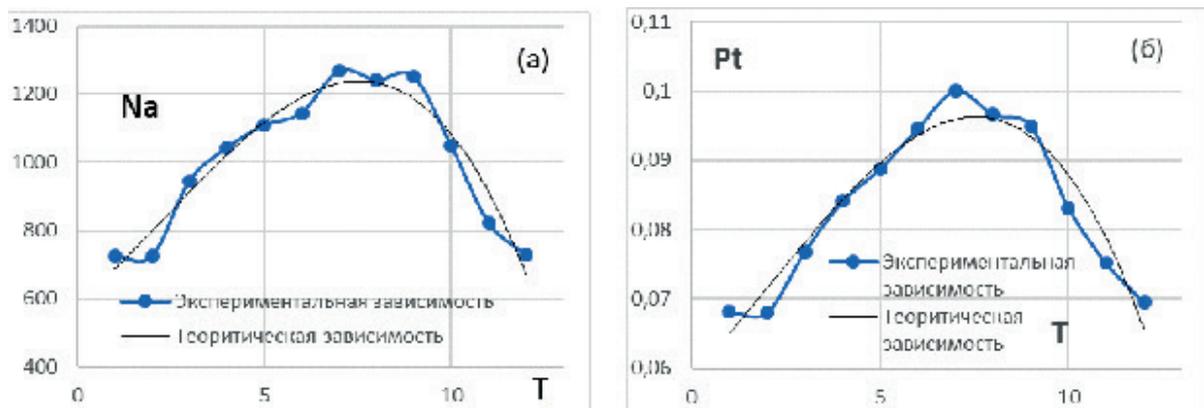


Рисунок 1. а) График распределения отказов; принятые обозначения: Na - число отказов; T - время; б) Распределение вероятностей отказов; принятые обозначения: Pt - вероятность возникновения отказа в момент времени t; T - время

Из рис. 1а видно, в частности, что теоретическая и экспериментальная зависимости числа отказов от времени имеют очень близкие конфигурации. Поэтому можно получить уравнение регрессии для зависимости отказов от времени, которое аппроксимируется полиномом третьей степени из следующего уравнения (1).

$$Y = 1.4253x^3 + 10.05x^2 + 91.604x + 586.78 \quad (1)$$

$$Y = -7 \cdot 10^{-5} - 5x^3 + 0.0005x^2 + 0.0057x + 0.0589 \quad (2)$$

График на рис. 1б показывает вероятностную зависимость появления отказа  $P_t$  от времени  $T$ , которая аппроксимируется полиномом из следующего уравнения (2).

Полученная модель адекватно описывает случайный процесс распределения вероятности отказа узлов и агрегатов автомобиля с коэффициентом корреляции  $R=0,9046$  и стандартной ошибкой, равной  $0,005$ , что свидетельствует о высокой степени сходимости результатов экспериментальных и теоретических данных. Анализ данной модели показывает неравномерное распределение вероятностей отказов по календарному периоду, что необходимо учитывать при формировании годовой программы предприятия для обеспечения равномерности загрузки производственных участков. Эти мероприятия зависят в первую очередь от управления качеством и маркетинговой деятельности. Модель, представленная в уравнении (2), позволяет прогнозировать процесс изменения загрузки предприятия в зависимости от выбранного интервала измерения. Зависимости, представленные уравнениями (1) и (2), демонстрируют результаты суммирования количества отказов  $N_a$ , а также показывают вероятность возникновения отказа  $P_t$  для календарных месяцев года. В целом они свидетельствуют о реализации случайного процесса без учета вероятностных характеристик отказов, характерных для рассматриваемых структурных составляющих процесса, что допустимо для технологических групп. Последнее является предметом отдельного изучения и исследования.

Рассмотренные процессы отказов представляют собой простейшие потоки отказов, удовлетворяющие требованиям стационарности, ординарности и отсутствия последствий. Согласно М.Дж. Эвансу и Дж.С. Розенталю [8], а также К. Стапору [9], условие протекания выполняется и тогда, когда вероятность наступления одного события (отказа) в бесконечно малом интервале времени пропорциональна длине этого интервала до бесконечно малых высших порядков. В этом случае бесконечно малым интервалом времени является наработка за одни сутки, интервал, равный календарному году. Функции вероятности отказов основных узлов и агрегатов перечисленных систем описываются законом Пуассона [7] в соответствии с уравнением (3).

$$P_k(t) = \frac{(\omega t)^k}{k!} e^{-\omega t} \quad (3)$$

где:  $k=0,1,2,\dots$  - число отказов, происходящих за время  $t$ ;  $\omega$  - параметр интенсивности отказов.

Процедура преобразования полученных вероятностей интенсивности отказов в производственные показатели заключается в следующем. При этих значениях в производственную зону поступает интенсивность отказов, определяемая выражением:  $a=\omega \cdot t$ . Если принять время  $t=1$ , то получим  $a=\omega$ . Для рассматриваемого случая в результате приведения времени к  $t=1$  час получаем параметр  $a=4$ , который характеризует среднее число отказов в единицу времени и практически обозначает требование по неисправностям и отказам узлов и агрегатов. Поток требований, поступающих на предприятия, следует рассматривать как программу предприятия. В этом случае уравнение (3) можно представить в виде уравнения (4).

$$P_{ka} = \frac{a^k}{k!} \cdot e^{-a} \quad (4)$$

В уравнении (4), например, параметр  $a=4$  означает комбинацию из четырех отказов (неисправностей) или поток простых требований, подлежащих устранению. По уравнению (4) можно рассчитать вероятность появления определенного числа  $P_k$  для известного значения  $a$ . Например, для рассматриваемого случая, когда  $a=4$ , вероятность отсутствия требования  $P_{k=0}=0,02$  или 2%, вероятность появления одного требования  $P_{k=1}=0,07$  или 7%, вероятность появления двух требований  $P_{k=2}=0,15$  или 15%, вероятность появления трех требований  $P_{k=3}=0,19$  или 19% и т.д. Соответственно, на рис. 2 представлена графическая интерпретация пуассоновского закона возникновения определенного числа отказов, полученного для параметра  $a=3, 4, 5, 6, 7$ , происходящих за время  $t$ .

На рис. 2 представлен анализ вероятности загрузки участка и использования оборудования. Задание параметра  $a=4$  дает следующий результат: 18% площадок будут загружены близко к среднему уровню, 45% площадок и оборудования будут загружены выше среднего уровня, а оставшиеся 63% площадок будут недогружены. При значениях  $a \leq 4$ , например  $a=3$ , график распределения вероятности отказа изменяется в сторону большей неравномерности загрузки площадок и оборудования. Как видно из графиков, при  $a \geq 4$  зависимость выглядит более вытянутой и равномерной, что говорит о возможности более равномерной загрузки предприятия. Таким образом, представление случайных процессов разрушения объектов происходит в виде простых потоков, обладающих свойствами стационарности и ординарности, а также отсутствием последействия. Это описывается законом Пуассона. Такой подход позволяет проводить структурный анализ потоков отказов, оценивать характер загрузки участка и оборудования предприятия, прогнозировать и разрабатывать мероприятия по оптимизации производственных программ и структуры автосервисного предприятия.

Важнейшая роль транспорта в экономике весьма обширна и охватывает различные аспекты, способствующие общему развитию. Он является катализатором торговли, обеспечивая эффективное перемещение товаров и материалов между регионами. Одновременно он оптимизирует цепочки поставок, снижая издержки и позволяя предприятиям работать более конкурентоспособно. Помимо экономического воздействия, транспорт оказывает влияние на развитие городов и регионов, способствуя их связности [13]. Доступные транспортные сети привлекают инвестиции, стимулируют рост и формируют пространственный ландшафт городов и регионов. Кроме того, транспорт обеспечивает мобильность рабочей силы, позволяя людям получить доступ к более широкому спектру возможностей трудоустройства и способствуя экономическому динамизму.

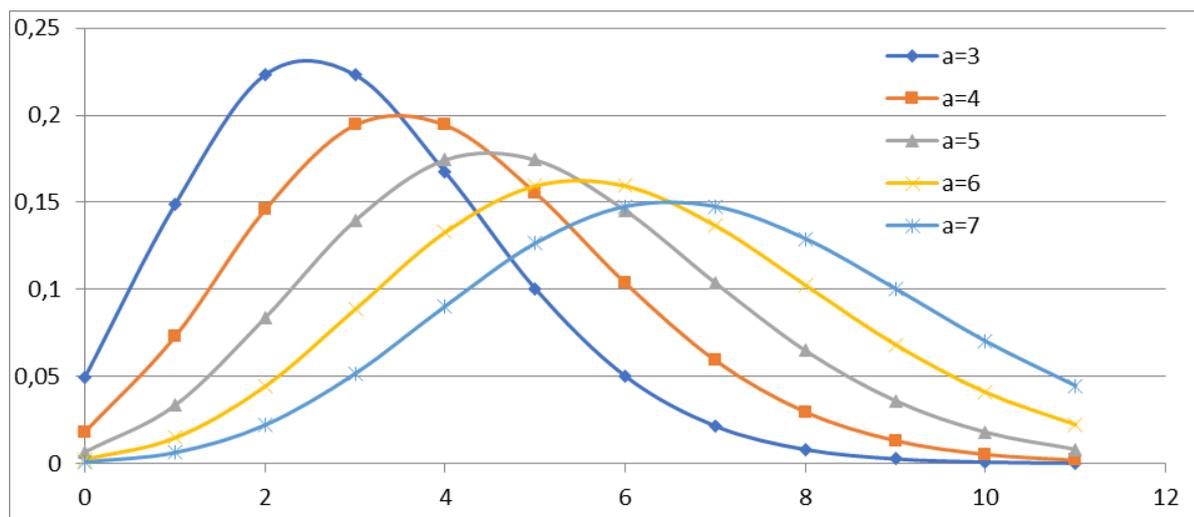


Рисунок 3. Графическая интерпретация распределения вероятностей отказов.

Значительные инвестиции в транспортную инфраструктуру, как государственную, так и частную, обеспечивают создание рабочих мест, стимулируют экономический рост и укрепляют общую стабильность. Кроме того, эти системы демонстрируют устойчивость в чрезвычайных ситуациях, способствуя оперативному реагированию и обеспечивая непрерывность экономики. Очень важно найти гармоничный баланс между экономическими выгодами от транспорта и его экологическими и социальными последствиями [3]. По мере развития транспортных сетей они оказывают существенное влияние на процессы урбанизации, динамику рынка труда и технологический прогресс, оказывая глубокое воздействие на траекторию экономического прогресса.

#### 4. Обсуждение

Качество проектирования транспортных маршрутов имеет большое значение для развития страны: действительно, как отмечается в статье, транспортный сектор может занимать значительную часть ВВП - порядка 10%. Кроме того, как указывает Д.Ж.П. Родриг [21], транспорт играет важную роль не только в экономическом развитии страны, но и во внутренних процессах, включая социальную деятельность. Кроме того, развитие транспортной инфраструктуры зачастую является одним из основополагающих элементов регионального развития. Таким образом, взаимодействие между экономическим и транспортным развитием многообразно и противоречиво. Как отмечают Р.В. Маккуэйд и др. [3], хорошее транспортное сообщение, как внутреннее, так и внешнее, является частью портфеля региональных активов, привлекающих потенциальных инвесторов при принятии решений о местоположении. Конечно, степень влияния транспорта на деловую активность зависит в первую очередь от характеристик предприятия, его местоположения, внешней среды и характера бизнеса, но во всех случаях транспорт играет определенную роль. Говоря о функции транспорта для бизнеса, авторы М. Ощипал и др. [22] отмечают, что логистика особенно важна в современных рыночных экономиках, где конкурентные рынки побуждают автотранспортные предприятия переходить к гибким методам работы и совместному устойчивому управлению как на макро-, так и на микроуровне.

Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта» [23], изданное Министерством автомобильного транспорта РСФСР, является важным документом, определяющим техническую политику в области технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств как в Советском

Союзе, так и на постсоветском пространстве. Документ охватывает такие ключевые аспекты, как безопасность, стандартизация, планово-предупредительный ремонт, техническая экспертиза, использование запасных частей, учет, экологические аспекты и государственный контроль. Документ обеспечивает безопасность и надежность автомобилей с помощью подробных инструкций и стандартизированных процедур, а также способствует проведению профилактических работ для продления срока службы автомобилей и минимизации поломок. Правила требуют наличия квалифицированных специалистов по техническому обслуживанию, подчеркивают важность качественных запчастей и ответственного отношения к окружающей среде. При участии государства эти правила обеспечивают единообразие и эффективность обслуживания дорожно-транспортной инфраструктуры страны.

Развитие автотранспортных объектов включает в себя несколько регламентированных пунктов и этапов проектирования, таких как выдача разрешений, технико-экономическое обоснование и непосредственно проектирование. В свою очередь, последний раздел содержит пункты, подлежащие обоснованию и детальной проработке: технологическая, строительная, технико-экономическая, организационная, строительная, природоохранная, проектно-сметная документация, пояснительная записка, генеральный план и паспорт проекта [24]-[26]. Основанием для заполнения этих разделов является обоснование производственной программы. Особым аргументом в пользу обоснования годовой производственной программы автосервисов является результат маркетинговых исследований спроса на УСС в данном регионе или городе в данный момент времени в случае, когда существующие типовые проекты не могут быть реализованы. Соответственно, это определяет программу, структуру, размеры и организацию производственного процесса в отдельном УСС. В настоящее время основные автосервисные предприятия автотранспортного комплекса страны можно условно разделить на несколько типов. Среди них комплексные предприятия промышленно-производственных объединений и предприятия различных форм собственности. Можно перечислить специальные и специализированные предприятия крупных частных организационных форм, дилерские центры крупных автопредприятий, как правило, расположенные в региональных центрах и городах и имеющие развитую материально-техническую базу для гарантийного или контрактного обслуживания фирменных автомобилей, а также сеть средних и мелких ЦСС по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей, в основном личных.

В условиях рыночной экономики организация хозяйственной деятельности транспортных предприятий зависит в первую очередь от наличия стабильной и сбалансированной производственной программы. Последняя в конечном итоге определяет объем производства в финансовом и номинальном выражении, уровень материально-технической базы и структуру производственной базы. Производственная программа первых транспортных групп предприятий может быть организована на основе договоров с производственными предприятиями различных форм деятельности и хозяйствующими субъектами на управление транспортными процессами. Для этих групп предприятий производственный процесс может быть организован достаточно стабильно, поскольку имеется соответствующая материальная и нормативная база, обеспечивающая работоспособность подвижного состава. Однако в современных условиях для предприятий и хозяйствующих субъектов понимание сущности производственной программы несколько изменилось. По определению Ф. Кассиа и М. Феррацци [27], производственная программа — это результат взаимодействия финансовых, маркетинговых, технических и производственных служб, определяющий объем, ассортимент и сроки выпуска и реализации продукции. Большинство автосервисных компаний, в том числе и в частном секторе, работают по выжидательней системе, что характеризует их процессы как случайные. [7].

В этой работе авторы предложили определять режим работы компании по количеству средних заказов в день: это позволит определить наиболее вероятное количество отказов

и вероятность их возникновения, а значит, и определить вероятную загрузку компании. Однако А.Н. Семернин и др. [4] предложили другой метод формирования режима работы транспортных компаний. Эти авторы предложили создавать программу путем расчета отдельных показателей работы компании, таких как количество дней простоя автомобиля, количество ремонтов автомобиля, годовой пробег автомобилей и т.д. Хотя эта методика принципиально отличается от методики, представленной в приведенной выше работе, она не противоречит ей, так как основана на разных показателях, используемых для расчетов. Таким образом, эффективность деятельности транспортной компании может быть повышена за счет использования данных как о суточной загрузке и интенсивности отказов, так и об износе и ремонте транспортных средств. Другие ученые, а именно О.С. Тамер и др. [5], рассматривали аналогичные параметры для построения годового плана. Основными показателями в их работе, используемыми для формирования программы, являются среднее количество автомобилей, коэффициент выпуска автомобилей на линию, номинальная и фактическая грузоподъемность, среднесуточный пробег и другие. В их работе расчет показателей для составления плана по некоторым автомобилям производится с использованием переменных эмпирических данных.

Другой работой, в которой ученые предлагают свои методики совершенствования методов работы автотранспортных предприятий и формирования их годовой программы, является исследование О.Н. Ярковой и А.В. Труфанова [6], где исследователи также описывают процесс работы автомобиля как имеющий определенное число случайных исходов. Аналогичным методом используется закон Пуассона [28]. Здесь исследователи предлагают рассчитывать надежность автомобиля, степень износа в зависимости от пробега, объем грузоперевозок и другие показатели, чтобы определить, какие автомобили наиболее эффективны для ведения такого бизнеса. Все эти показатели влияют на конечную рентабельность предприятия, и наиболее выгодным для компании является использование автомобилей с нулевым пробегом. Однако, зная примерное состояние автомобилей и предполагаемое время их эксплуатации с учетом будущего пробега и интенсивности движения, можно организовать график капитальных ремонтов, чтобы сделать период эксплуатации более длительным и эффективным. Следует отметить, что некоторые показатели предприятия могут отличаться в зависимости от типа или марки автомобиля. Таким образом, несмотря на то, что в работе исследователей использовались методики, схожие с теми, которые были применены в статье авторов, в настоящей работе для повышения эффективности транспортного предприятия используются другие методы за счет совершенно иных ключевых показателей, применяемых для расчета. Это, вероятно, даст определенный синергетический эффект, т.е. еще больше улучшит режим работы транспортной компании. В заключение следует отметить, что в проанализированных работах не приведены методики формирования годовой программы транспортной компании, которые были бы слишком похожи на те, что используются в данной работе, что делает ее уникальной.

## 5. Выводы

В данном исследовании рассматриваются сложности рабочей программы и портфеля заказов станций технического обслуживания автомобилей в современных условиях с акцентом на поддержание стабильности. Данное исследование дает глубокую оценку вклада транспортной отрасли в национальное развитие и сложной взаимосвязи между экономическим ростом и транспортными компаниями. В нем подчеркивается многогранность этой динамики.

Производственная программа автосервисных компаний формируется на основе сложного взаимодействия маркетинговых, финансовых, операционных, технических и производственных аспектов. Этот процесс хорошо объясняется статистическими данными. В статье на примерах показано, что устранение неисправностей отдельных узлов и

агрегатов необходимо для ликвидации простых отказов на конкретном производственном участке. Авторы описали процедуру пересчета полученных вероятностей интенсивности отказов в производственные показатели. Получены математические модели в виде полиномов третьей степени, которые точно описывают динамику числа отказов и их вероятностей по временным интервалам с коэффициентами корреляции  $R=0,9703$  и  $R=0,9046$  и стандартными ошибками равными 55,56 и 0,005. По мнению авторов, поток отказов, состоящий из комбинации четырех отказов, не гарантирует равномерной загрузки рассматриваемого предприятия. Авторы предлагают для оптимизации производственной программы и равномерности загрузки автосервисов и площадок расширить виды услуг, предлагаемых клиентам.

В работе были рассмотрены и другие методы формирования годовой программы транспортного предприятия. Авторы указали, что у них есть свои принципы ее составления, основанные прежде всего на износе, эксплуатации и грузоподъемности автомобилей. Представленная в работе методика является достаточно уникальной. Новизна исследования заключается в глубокой оценке роли транспортных компаний в развитии страны. Авторы признают сложную взаимосвязь между транспортной отраслью и экономическим развитием, отмечая, что она многогранна и не сразу очевидна. Хотя эта сложность создает трудности для анализа, она также мотивирует необходимость поиска инновационных стратегий повышения эффективности отрасли.

### Список литературы

1. Ejiogu E. O., Madonsela N. S., Adetunla A. The effect of transportation infrastructure on economic development //Proceedings of the 2nd African International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Harare, Zimbabwe. – 2000.
2. Cieplińska J. R. The role of transport organisers in the integration of passengers and goods flows within urban areas //Transportation Research Procedia. – 2019. – Т. 39. – С. 453-461.
3. McQuaid, R. W., Greig, M., Smyth, A., & Cooper, J. A. The importance of transport in business location decisions-scoping study. – 2003.
4. Semernin A. N., Ayazbai M. D., Borikhanuly A., Iskakov A. N., and Tucusbaev B. A. Methodology for determining annual working volumes on technological impacts in motor transport enterprises // Mechanics and Technologies. – 2018. – vol. 1. - P. 74–80.
5. Тамер О. С. и др. Определение производственной программы и плана эксплуатации грузовых автомобилей ООО «Производственно-коммерческая корпорация «Северная объединенная компания» //Вестник Волжского университета им. ВН Татищева. – 2018. – Т. 2. – №. 3. – С. 210-216.
6. Яркова О. Н., Труфанова А. В. Математическое моделирование характеристик эффективности производственной программы автотранспортного предприятия // Актуальные проблемы социально-экономического развития общества – Оренбург, 2021 том 1, – с. 114-120.
7. Kiryushin I. N., Retyunskikh V. N. The study of automotive vehicles technical operation indicators //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – Т. 489. – №. 1. – С. 012017.
8. Tabak J. Probability and statistics: The science of uncertainty. – Infobase Publishing, 2014.
9. Stapor K. Introduction to Probabilistic and Statistical Methods with Examples in R. – Springer Nature, 2020. – Т. 176.
10. Транспортный комплекс в современной мировой экономике [Электронный ресурс] – 2016. – URL: <https://finuni.ru/transportnyy-kompleks-v-sovremennoy-mirovoy-ekonomike/> (дата обращения: 05.11.2023).
11. Galkin A., Sirina N., Zubkov V. Integrated transport service model as a mechanism for sustainable economic development //Transportation Research Procedia. – 2022. – Т. 63. – С. 2661-2669.
12. Up to 3.5% of GDP growth can be provided by transport logistics. [Электронный ресурс] – 2022. – URL: <https://dknews.kz/en/articles-in-english/225728-up-to-3-5-of-gdp-growth-can-be-provided-by-transport/> (дата обращения: 05.11.2023).

13. D. Bonnici, "How many cars are there in the world?" which car?, [Электронный ресурс] - 2022. – URL: <https://www.whichcar.com.au/news/how-many-cars-are-there-in-the-world/> (дата обращения: 05.11.2023).
14. По итогам 2020 года средний возраст автопарка вырос до 20,7 лет. [Электронный ресурс] - 2021. – URL: <https://dknews.kz/ru/dk-life/163480-po-itogam-2020-goda-sredniy-vozrast-avtoparka-vyros/> (дата обращения: 06.11.2023).
15. Sustainable Transport Division, "2021 Transport Statistics Infocards," Geneva-Switzerland, 2022.
16. Nation Master, "Motor vehicles per 1000 people: Countries Compared," [www.nationmaster.com](http://www.nationmaster.com), 2022.
17. Hong J., Kim B., Oh S. The relationship benefits of auto maintenance and repair service: A case study of Korea //Behavioral Sciences. – 2020. – Т. 10. – №. 7. – С. 115.
18. A. Semykina, N. Zagorodnii, I. Novikov, and A. Novikov, Main directions of improving the maintenance and repair of vehicle units in the Far North //Transportation Research Procedia. – 2021. – Т. 57. – С. 611-616.
19. В. М. Виноградов, И.В. Бухтеева, В. Н. Редин. Организация производства технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования. – 3-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 272 с.
20. В.М.Власов, С.В.Жанказиев, С.М.Круглов. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – 13-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2017.
21. J.-P. Rodrigue, The geography of transport systems. Routledge, 2020.
22. Oszczypta M., Ziolkowski J., Malachowski J. Modelling the operation process of light utility vehicles in transport systems using Monte Carlo simulation and semi-markov approach //Energies. – 2023. – Т. 16. – №. 5. – С. 2210.
23. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта: утв. Министерством автомобильного транспорта РСФСР 20 сентября 1984 г. Утратило силу на основании приказа Минтранса России от 31 августа 2020 г. № 344. – М., 1984.
24. С. К. Gomathy, P. Chandrasekhar, K. Mallikarjun, and V. Geetha, "The vehicle service management system," International Journal of Early Childhood Special Education, vol. 14, no. 5, pp. 671–683, 2022.
25. Л.С. Трофимова, "Методика текущего планирования работы автотранспортного предприятия при перевозке грузов в городе," Вестник СибАДИ, том 17, №. 2, стр. 234–247, 2020, doi: 10.26518/2071-7296-2020-17-2-234-247.
26. I. Petrov, N. Malysheva, I. Lukmanova, and E. Panfilova, "Transport enterprise architecture and features of its personnel management," Transportation Research Procedia, vol. 63, pp. 1462–1472, 2022.
27. Cassia F., Ferrazzi M. The economics of cars. – Newcastle upon Tyne : Agenda publishing, 2018. – 240 с.
28. Y. Hu and C. Zhu, "Credit evaluation model of road transportation enterprises based on the combination weighting method," Mathematical Problems in Engineering, vol. 2021, pp. 1–10, 2021.

## Көлік мекемесінің жылдық бағдарламасын негіздеу

Н.М. Мырзабеков<sup>1</sup>, А.А. Каражанов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

**Аннотация.** Экономикалық және еңбек шығындарын оңтайландыру мәселелері көлік компанияларының өндірістік қызметінде маңызды орын алады. Олар әлеуметтік-экономикалық жағдайға, өндірістік сипаттағы объективті себептерге, тиісті материалдық-техникалық базаның болуына, сондай-ақ кәсіпорын менеджментінің тиімді пайдаланылуы мен құзыреттілігіне байланысты. Өндірістік қызметтің тиімділігін арттыру бойынша көлік кәсіпорнының бағдарламасын құру өзекті болып табылады. Сондықтан осы зерттеу жұмысы қазіргі жағдайда автомобильдерге техникалық қызмет көрсету станцияларының жұмыс бағдарламасының (Тапсырыс портфелінің) сипаттамаларын көрсетеді және олардың тұрақтылығын қамтамасыз етуге баса назар аударады. Негізгі құралдар ретінде математикалық модельдеу және математикалық-статистикалық талдау әдістері қолданылды, дегенмен талдау, синтез, салыстыру және басқа әдістер де маңызды болды. Авторлар автосервистің өндірістік бағдарламасын кәсіпорынға кездейсоқ түскен істен шығулар

мен ақаулардың жиынтығы ретінде ұсынады. Эксперименттік зерттеулердің нәтижелері ықтималдықтар теориясы мен математикалық статистика негізінде талданды, оның барысында жылдық бағдарламаның математикалық модельдері және оны белгілі бір уақыт аралығында таралу ықтималдығы алынды. Авторлар Автосервис конструкцияларының біркелкі жүктелуін қамтамасыз ету есебінен өндірістік бағдарламаны оңтайландыру бойынша іс-шараларды ұсынды. Көптеген теориялық мәселелер зерттеу дәлірек болжамдар жасау үшін өндіріс орындарын жобалау кезеңінде жүргізілуі мүмкін. Автокөлік қызметтерін жобалауға жарамды белгілі бір нәтижелерге негізделген теориялық әдістер бар. Олардың бірі – телімге кіретін автомобильдер санын топтастыру негізінде кәсіпорынның жылдық бағдарламасын есептеу. Бұл мақала автосервистермен байланысты бағдарламаларды қалыптастыруға жаңа көзқараспен қарауға мүмкіндік береді.

**Ключевые слова:** автокөлік; көлік құралдары; автокөлік қызметі; Пуассон заңы; кездейсоқ процестер; регрессия теңдеулері.

## Justification of the Annual Program of the Transport Company

N.Myrzabekov<sup>1</sup>, A.Karazhanov<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana. Kazakhstan

**Аннотация.** The issues of optimising economic and labour costs take a significant place in the production activities of transport companies. They depend on the socio-economic situation, objective reasons of production nature, availability of appropriate material and technical bases, as well as effective use and competence of enterprise management. It seems relevant to establish a transport enterprise programme to increase operational efficiency. Therefore, research outlines the characteristics of the work programme (order portfolios) of car service stations in the current environment and focuses on ensuring their stability. Mathematical modelling and methods of mathematical and statistical analysis served as principal tools, although analysis, synthesis, comparison and other methodologies were also significant. Authors represent the car service stations production programme as the sum of failures and faults arriving at the enterprise in random order. The results of the experimental studies underwent analysis based on probability theory and mathematical statistics, where mathematical models of the annual programme and the probabilities of its distribution in a given time interval were obtained. The authors recommend measures to optimise the production programme by ensuring uniform loading of car service station structures. It can be studied numerous theoretical issues during the design phase of production sites and make accurate predictions. There are theoretical methodologies based on certain results, which are suitable for the design of road transport services. One of them is a calculation of the enterprise's annual program based on a grouping of the number of vehicles coming into the site. The work brings new regard to the shape of the programmes related to car service providers.

**Ключевые слова:** motorisation, vehicles, car service station, Poisson's law, random processes, regression equations.

## References

1. Ejiogu E. O., Madonsela N. S., Adetunla A. The effect of transportation infrastructure on economic development //Proceedings of the 2nd African International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Harare, Zimbabwe. – 2000.
2. Cieplińska J. R. The role of transport organisers in the integration of passengers and goods flows within urban areas //Transportation Research Procedia. – 2019. – T. 39. – С. 453-461.
3. McQuaid, R. W., Greig, M., Smyth, A., & Cooper, J. A. The importance of transport in business location decisions-scoping study. – 2003.
4. Semernin A. N., Ayazbai M. D., Borikhanuly A., Iskakov A. N., and Tucusbaev B. A. Methodology for determining annual working volumes on technological impacts in motor transport enterprises // Mechanics and Technologies. – 2018. – vol. 1. - P. 74–80.
5. Tamer O.S. et al. Opredeleniye proizvodstvennoy programmy i plana ekspluatatsii gruzovykh avtomobiley ООО «Proizvodstvenno-kommercheskaya korporatsiya «Severnaya ob'yedinennaya

kompaniya [Determination of the production program and operating plan for trucks of LLC Industrial and Commercial Corporation Northern United Company], Vestnik Volzhskogo universiteta im. VN Tatishcheva [Bulletin of Volga University named after. VN Tatishcheva], 2(3), 210-216(2018).

6. Yarkova O. N., Trufanova A. V. Matematicheskoye modelirovaniye kharakteristik effektivnosti proizvodstvennoy programmy avtotransportnogo predpriyatiya. [Mathematical modeling of the efficiency characteristics of the production program of a motor transport enterprise], Aktual'nyye problemy sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya obshchestva sbornik trudov po materialam III Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Current problems of socio-economic development of society collection of works based on the materials of the III National Scientific and Practical Conference]. Kerch: FGBOU VO «Kerchenskiy gosudarstvennyy morskoy tekhnologicheskiy universitet» [Kerch: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kerch State Marine Technological University"], 2021. P. 114-120.

7. Kiryushin I. N., Retyunskikh V. N. The study of automotive vehicles technical operation indicators //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – T. 489. – №. 1. – C. 012017.

8. Tabak J. Probability and statistics: The science of uncertainty. – Infobase Publishing, 2014.

9. Stapor K. Introduction to Probabilistic and Statistical Methods with Examples in R. – Springer Nature, 2020. – T. 176.

10. Transportnyy kompleks v sovremennoy mirovoy ekonomike [Transport complex in the modern world economy], [Electronic resource]. Available at: <https://finuni.ru/transportnyy-kompleks-v-sovremennoy-mirovoy-ekonomike/> (Accessed: 04.11.2023).

11. Galkin A., Sirina N., Zubkov V. Integrated transport service model as a mechanism for sustainable economic development //Transportation Research Procedia. – 2022. – T. 63. – C. 2661-2669.

12. Up to 3.5% of GDP growth can be provided by transport logistics. [Electronic resource] – 2022. – URL: <https://dknews.kz/en/articles-in-english/225728-up-to-3-5-of-gdp-growth-can-be-provided-by-transport/> (Accessed: 05.11.2023).

13. D. Bonnici, "How many cars are there in the world?" which car?, [Electronic resource] - 2022. – URL: <https://www.whichcar.com.au/news/how-many-cars-are-there-in-the-world/> (Accessed: 05.11.2023).

14. Po itogam 2020 goda sredniy vozrast avtoparka vyros do 20,7 let. [At the end of 2020, the average age of the vehicle fleet increased to 20.7 years.], [Electronic resource]. Available at: <https://dknews.kz/ru/dk-life/163480-po-itogam-2020-goda-sredniy-vozrast-avtoparka-vyros> (Accessed: 04.11.2023).

15. Sustainable Transport Division, "2021 Transport Statistics Infocards," Geneva-Switzerland, 2022.

16. Nation Master, "Motor vehicles per 1000 people: Countries Compared," [www.nationmaster.com](http://www.nationmaster.com), 2022.

17. Hong J., Kim B., Oh S. The relationship benefits of auto maintenance and repair service: A case study of Korea //Behavioral Sciences. – 2020. – T. 10. – №. 7. – C. 115.

18. A. Semykina, N. Zagorodnii, I. Novikov, and A. Novikov, Main directions of improving the maintenance and repair of vehicle units in the Far North //Transportation Research Procedia. – 2021. – T. 57. – C. 611-616.

19. V. M. Vinogradov, I. V. Bukhteeva, V. N. Redin. Organizatsiya proizvodstva tekhnicheskogo obsluzhivaniya i tekushchego remonta avtomobiley: ucheb. posobie dlya stud. uchrezhdeniy sred. prof. obrazovaniya [Organisation of production of maintenance and current repair of cars: textbook for students of secondary vocational education institutions] (Academia, M, 2013, 272 p) [in Russian].

20. V. M. Vlasov, S. V. Zhankaziev, S. M. Kruglov. Tekhnicheskoye obsluzhivaniye i remont avtomobiley: uchebnyy dlya stud. uchrezhdeniy sred. prof. obrazovaniya. [Maintenance and repair of motor vehicles: textbook for students of secondary vocational education institutions] (Academy, M, 2017, 432 p) [in Russian].

21. J.-P. Rodrigue, The geography of transport systems. Routledge, 2020.

22. Oszcypała M., Ziółkowski J., Małachowski J. Modelling the operation process of light utility vehicles in transport systems using Monte Carlo simulation and semi-markov approach //Energies. – 2023. – T. 16. – №. 5. – C. 2210.

23. Polozheniye o tekhnicheskoy obsluzhivaniy i remonte podvizhnogo sostava avtomobil'nogo transporta. [Regulations on maintenance and repair of rolling stock of road transport]: Ministry of Road Transport of the RSFS, M., 1984.

24. C. K. Gomathy, P. Chandrasekhar, K. Mallikarjun, and V. Geetha, "The vehicle service management system," International Journal of Early Childhood Special Education, vol. 14, no. 5, pp. 671–683, 2022.

25. L.S. Trofimova, Metodika tekushchego planirovaniya raboty avtotransportnogo predpriyatiya pri perezovke грузов v gorode. [Methodology of current planning of work of a motor transport enterprise in the course of cargo transportation in the city], Vestnik SibADI [SibADI Bulletin], 17(2), 234-247(2020)

26. I. Petrov, N. Malysheva, I. Lukmanova, and E. Panfilova, "Transport enterprise architecture and features of its personnel management," Transportation Research Procedia, vol. 63, pp. 1462–1472, 2022.

27. Cassia F., Ferrazzi M. The economics of cars. – Newcastle upon Tyne: Agenda publishing, 2018. – 240 с.

28. Y. Hu and C. Zhu, "Credit evaluation model of road transportation enterprises based on the combination weighting method," Mathematical Problems in Engineering, vol. 2021, pp. 1–10, 2021.

### Сведения об авторах:

Рус.:

**Н.М. Мырзабеков** – докторант, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан, 8 707 803 1191, nurlybekmyrzabekov@mail.ru

**А.А. Каражанов** – к.т.н, доцент, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан, 8 705 797 6682, akarazhanov@mail.ru

Каз.:

**Н.М. Мырзабеков** – докторант, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, 8 707 803 1191, nurlybekmyrzabekov@mail.ru

**А.А. Каражанов** – т.ғ.к, доцент, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, 8 705 797 6682, akarazhanov@mail.ru

Англ.:

**N. Myrzabekov** – doctoral student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, 8 707 803 1191, nurlybekmyrzabekov@mail.ru

**A.A. Karazhanov** – Candidate of Technical Sciences, docent, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, 8 705 797 6682, akarazhanov@mail.ru