

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет»

На правах рукописи

БОРОДИНА Юлия Всеволодовна

**МЕТОД ОБОСНОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РАЦИОНАЛЬНОЙ
СТРУКТУРЕ ПАРКА АВТОМОБИЛЕЙ-ТАКСИ В КРУПНЫХ
ГОРОДАХ**

Специальность **05.22.10** – Эксплуатация автомобильного транспорта

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
к.т.н., доц. Терентьев А.В.

Санкт-Петербург – 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Состояние автомобильных перевозок в Российской Федерации	10
1.1 Место автотранспорта в экономике России	10
1.2 Влияние автомобилизации на жизнь и здоровье граждан	16
1.3 Возрастная структура парка подвижного состава Российской Федерации	20
1.4 Состояние таксомоторных перевозок в Российской Федерации	23
1.5 Классификация автомобилей.....	26
1.6 Выводы по первой главе	33
2 Методологические основы выбора подвижного состава	35
2.1 Методы принятия решений	35
2.2 Однокритериальные методы	40
2.3 Многокритериальные методы	45
2.4 Показатели, определяющие выбор автомобилей-такси.....	55
2.4.1 Показатели качества автомобиля и его работы	55
2.4.2 Безопасность как основа формирования автопарка	63
2.5 Выводы по второй главе	66
3 Обоснование рационального таксомоторного парка	68
3.1 Моделирование работы таксомоторного парка	68
3.2 Формирование комплексных показателей, оказывающих влияние на выбор автомобилей-такси	73
3.3 Определение весовых коэффициентов частных показателей	76
3.4 Определение весовых коэффициентов комплексных показателей	90
3.5 Алгоритм определения модельного ряда автомобилей-такси.....	102
3.6 Метод обоснования требований к рациональной структуре парка автомобилей- такси в крупных городах	106
3.7 Выводы по третьей главе	109
4 Апробация метода и оценка его экономической эффективности.....	110

4.1 Методологическая база для обоснования структуры парка автомобилей-такси и оценки экономической эффективности метода.....	110
4.1.1 Метод простого ранжирования	110
4.1.2 Метод обоснования требований к рациональной структуре парка автомобилей-такси в крупных городах	111
4.1.3 Методологическая база определения затрат и экономической эффективности	112
4.2 Апробация метода обоснования требований к рациональной структуре парка автомобилей-такси в крупных городах	115
4.3 Расчет годового экономического эффекта принятых решений	123
4.4 Расчет эффективности принятых решений.....	126
4.5 Выводы по четвертой главе	127
Общие выводы	129
Заключение	131
Список сокращений и идентификаторов	132
Литература	133
Приложения	153

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Диссертационное исследование посвящено разработке метода обоснования требований к рациональной структуре парка автомобилей-такси, применение которого будет способствовать повышению уровня безопасности перевозок и качества обслуживания населения, а также экономической эффективности таксомоторных перевозок в крупных городах Российской Федерации.

В сложный постсоветский период развитию системы таксомоторных перевозок в России на государственном уровне должного внимания не уделялось, что вызвало насыщение рынка индивидуальными, в том числе нелегальными перевозчиками, не заинтересованными в научно-методическом обосновании требований к осуществлению их деятельности.

По данным агентства ABARUS Market Research в начале 2000-х годов доля нелегальных перевозок пассажиров легковыми такси составляла около 80-90%. Ввиду отсутствия системного контроля технического состояния транспортных средств, привлекаемых к перевозке пассажиров, ими игнорировалось соблюдение нормативов технической эксплуатации автомобилей, не соблюдались в полной мере требования безопасности перевозок. Нелегальные перевозчики не контролировались надзорными органами, уклонялись от уплаты налогов. Соответственно, комплексная оценка уровня качества предоставляемых населению транспортных услуг определялась социальной средой как неудовлетворительная. Данная ситуация обращала на себя внимание государства и общества в первую очередь в связи с высоким уровнем дорожно-транспортных происшествий с участием автомобилей-такси. Улучшения ситуации предлагалось добиться за счет общего ужесточения в сфере выполнения Федерального закона «О безопасности дорожного движения» №196-ФЗ от 10.12.1995, уточнения которого в 2003 году частично коснулись и этой области.

Очевидно, что структура парка предприятий по организации перевозок пассажиров автомобилями-такси должна способствовать выполнению ряда

основополагающих требований: обеспечение безопасности перевозочного процесса, требуемого уровня комфорта перевозок и их экономической целесообразности. Развитие научно-технического прогресса, связанное с внедрением информационных технологий в организацию процесса перевозок и изменениями, касающимися конструкции автотранспортных средств и системы их технического обслуживания и ремонта, служит предпосылкой для востребованности научного метода обоснования требований к рациональной структуре парка автомобилей-такси. При разработке метода должны учитываться современные особенности их эксплуатации, определяемые выявленной структурой факторов. Для крупных городов такими факторами являются:

- повышенные риски возникновения ДТП в условиях возросших требований по оперативности и скорости перевозок;
- наличие спроса на автомобили-такси различных классов обслуживания;
- повышенные требования к качеству транспортных услуг в связи с возросшим уровнем конкуренции;
- наличие спроса на дополнительные услуги.

В связи с высоким уровнем взаимосвязи этих факторов, задача обоснования актуальных требований к рациональной структуре парка автомобилей-такси востребована практикой. Однако ее решение не может быть реализовано только на инженерном уровне без применения новых научных знаний.

Объектом исследования является подсистема таксомоторных перевозок в транспортной системе крупных городов.

Предметом исследования является формально-логический метод формирования комплекса требований к рациональной структуре парка автомобилей-такси.

Значительный вклад в развитие системы организации перевозок в городской среде внесли А.Э. Горев, В.В. Зырянов, Ю.Я. Комаров, А.И. Петров. Проблемами обоснования рациональной структуры парка подвижного состава в различное время занимались такие отечественные и зарубежные авторы как П.П. Володькин, Д.А. Дрючин, В.Н. Мосьпан, С.В. Мячкова, Е.В. Нагорный, В.С. Наумов,

Н.В. Паули, А.П. Фот, Н.Н. Якунин, С.Н. Якунин. Показатели качества работы автомобилей и других транспортных средств рассмотрены в работах Т.А. Бажиновой, А.М. Большакова, М.А. Григорьева, Д.О. Кузнецова, И.М. Костина, А.В. Крахмалевой, Х.А. Фасхиева, Е.А. Чудакова и других.

Методы выбора типов автомобилей рассмотрены в работах Д.П. Великанова, Д.И. Заруднева, М.А. Миргородского, Д.И. Нуретдинова, Б.Д. Прудовского, А.В. Терентьева, А.А. Чеботаева, В.Д. Чижонка и многих других авторов.

Существующие методы формирования рациональной структуры парка автомобилей включают комплекс исходных данных, определенных нормативно-техническими документами ТЭА. В то же время возникает необходимость научного обоснования ряда предметных требований, учитывающих различные условия эксплуатации, например, при выполнении таксомоторных перевозок в крупных городах, что послужило обоснованием для постановки цели диссертационного исследования.

Цель диссертационного исследования заключается в разработке метода обоснования требований к рациональной структуре парка автомобилей-такси, эксплуатирующихся в крупных городах.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе были решены следующие **задачи**.

1. Обоснована необходимость разработки комплекса требований к рациональной структуре парков автомобилей-такси в специфических условиях крупных городов РФ.

2. Сформирована структура частных и комплексных показателей конструктивной безопасности, комфорта и экономической эффективности функционирования автомобилей-такси.

3. Определены значения весовых коэффициентов частных и комплексных показателей, используемых для обоснования требований к рациональной структуре парка автомобилей-такси.

4. Разработана математическая модель выбора автомобилей на базе комплексных показателей конструктивной безопасности, комфорта и экономической эффективности функционирования автомобилей-такси.

5. Разработан метод обоснования требований к рациональной структуре в крупных городах, обобщающий решение приведенных выше задач, функционально связанных между собой общей целью.

6. Проведена оценка экономической эффективности применения разработанного метода.

Методологию исследования составляют положения системного анализа, теории принятия решений, математической статистики и теории вероятностей.

Научная новизна диссертационной работы.

1. Сформирована структура частных показателей, являющихся определяющими при решении задачи выбора автомобилей для таксомоторных перевозок в крупных городах.

2. Определена система комплексных показателей, позволяющая на основе широкого спектра специфических частных показателей с учетом степени их весомости в общей оценке предпочтений выбора определять целесообразный модельный ряд автомобилей-такси.

3. Предложена система значений весовых коэффициентов для частных и комплексных показателей, применяемых для выбора автомобилей-такси на базе комплекса требований к рациональной структуре парка подвижного состава.

4. Разработан алгоритм выбора моделей автомобилей-такси для трех тарификационных групп с учетом приоритета значимости показателей, математическая модель реализации этого алгоритма.

5. Разработан метод обоснования требований к рациональной структуре парка автомобилей такси в крупных городах.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается корректностью использования современного математического аппарата, апробированных методик теоретических

исследований, привлечением к экспертным исследованиям высококвалифицированных специалистов.

Практическая ценность работы. Применение разработанного в диссертационном исследовании метода обоснования требований к рациональной структуре парка автомобилей-такси, эксплуатирующихся в крупных городах, на предприятиях, организующих перевозки пассажиров, обеспечит:

- соответствие используемых автомобилей требованиям обеспечения безопасности перевозочного процесса;

- экономическую целесообразность эксплуатации автомобилей с учетом распределения их по классам обслуживания.

Реализация результатов работы. Научные и практические результаты исследования используются в учебном процессе Санкт-Петербургского горного университета при подготовке студентов по направлению 23.03.01 «Технология транспортных процессов» по профилю подготовки «Организация перевозок и управление на автомобильном транспорте», внедрены в практическую деятельность и используются при формировании парка автомобилей компании ООО «НОРДБУС», а также были включены в план по совершенствованию работы компании ООО «Логистик.северо-запад» в разделе освоения ниши пассажирских перевозок в части обоснования рациональной структуры парка подвижного состава.

Апробация работы. Результаты работы обсуждались на 65-ом Международном Форуме горняков и металлургов на базе ТУ «Фрайбергская горная академия» «Forschungsforum 2014», 8-й международной научной конференции «Прикладные и фундаментальные исследования» (8th International Academic Conference on Applied and Fundamental Studies) (апрель 2015), III-й международной научно-практической конференции «Инновации на транспорте и в машиностроении» (апрель 2015), II-й международной научно-практической конференции «Вопросы современной науки: проблемы, тенденции и перспективы» (май 2016), II международной научно-практической конференции «Транспортное планирование и моделирование» (май 2017), международной

научно-практической конференции «Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2018» (апрель 2018), а также на научно-методических семинарах кафедры транспортно-технологических процессов и машин Санкт-Петербургского горного университета (2013-2017).

Публикации. Основные положения диссертационной работы отражены в 10 публикациях, в том числе 4 – в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Защищаемые положения.

1. Перечень частных показателей для сравнительной оценки автомобилей-такси.

2. Система комплексных показателей для обоснования выбора автомобилей, использующихся для таксомоторных перевозок.

3. Система весовых коэффициентов частных и комплексных показателей для трех основных тарификационных групп автомобилей-такси.

4. Математическая модель определения рационального модельного ряда автомобилей в таксомоторных предприятиях.

5. Метод обоснования рациональной структуры парка автомобилей-такси.

Диссертация состоит из введения, 4 глав основной части с выводами по каждой из них, общих выводов, заключения, списка используемых сокращений, списка используемой литературы и приложений, содержит 169 страниц машинописного текста, в том числе 47 таблиц, 25 рисунков и 13 приложений.

1 СОСТОЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

1.1 Место автотранспорта в экономике России

Автомобильный транспорт на сегодняшний день является одним из самых конкурентоспособных видов транспорта. Его по праву можно считать ключевым элементом транспортной системы государства, обеспечивающим экономический рост и социальное развитие. Гибкость, удобство транспортировки, универсальность, надежность и своевременность доставки, возможность перевозить практически все виды грузов, возможность доставки «от двери до двери» и многое другое делают его наиболее ориентированным рыночно. Автомобильный транспорт обслуживает около 3 миллионов предприятий, сельскохозяйственных угодий, мелких хозяйств, обеспечивает транспортную мобильность населения, а также, являясь очень трудоемкой отраслью, формирует немалое количество рабочих мест не только на предприятиях, непосредственно связанных с доставкой грузов и пассажиров, но и в смежных отраслях экономики (металлургия, автомобилестроение, топливно-энергетический комплекс и др.). Около 80% грузовых и 55% пассажирских (исключая личный АТ) перевозок осуществляется при помощи автомобильного транспорта.

Главной задачей транспорта можно назвать доставку необходимой продукции от производителя к потребителю, минимизацию ее порчи, улучшение транспортного обслуживания граждан. При этом транспорт является связующим звеном между различными отраслями экономики и образует систему товарного оборота, доставляя грузы для их последующей реализации.

На конечный результат работы автотранспорта влияют:

- тип кузова используемого автомобиля;
- грузоподъемность/пассажировместимость автомобиля;
- объем перевозимого груза;
- характеристики перевозимого груза;
- форма организации перевозки;

- плановое время доставки;
- наличие собственного подвижного состава предприятия;
- схема доставки грузов;
- требуемое количество автомобилей;
- форма организации предприятия грузополучателя;
- возможность механизации погрузочно-разгрузочных работ;
- пропускная способность погрузочно-разгрузочных пунктов;
- возможность простоя транспорта;
- расстояние перевозки;
- состояние дорог;
- погодные условия и др.

К сожалению, на практике большинство из приведенных выше факторов не принимаются во внимание, специалисты автотранспортных предприятий не применяют научно обоснованных методов при формировании парка подвижного состава, что существенно сказывается на конечном результате работы.

Разумеется, на автомобильные перевозки влияет и ряд внешних факторов. В их числе нестабильная экономическая обстановка, постоянное изменение норм хозяйственного права, инфляция, колебания объемов производства. Последствия заключаются в ухудшении показателей использования подвижного состава, что, в свою очередь, приводит к падению производительности и рентабельности.

На сегодняшний день на рынке присутствует множество мелких перевозчиков. С одной стороны, это, безусловно, создает здоровую конкуренцию, служит стимулом для повышения качества предоставляемых услуг. С другой же стороны, многие из современных организаций не имеют собственного парка подвижного состава, используют исключительно привлеченный транспорт, функционируют с множественными нарушениями норм и правил. Автопарк более крупных предприятий представляет собой неоднородную структуру, разномарочен и не всегда соответствует рыночному спросу. Также проблемой является достаточно сильная изношенность подвижного состава. По некоторым данным [91] лишь 14% грузовых автомобилей имеют возраст менее 5 лет, более

50% пребывают в эксплуатации более 10 лет. При этом [111] доля введения новых автотранспортных средств на сегодняшний день составляет 4% при норме в 10%. Ежегодно списывается около 14% транспортных средств. Таким образом, повсеместно наблюдается устойчивая тенденция физического старения парка подвижного состава, нередко автотранспортные предприятия эксплуатируют автомобили сверх установленного срока службы. Такого рода нарушения влекут за собой увеличение времени нахождения транспортных средств в зонах технического обслуживания и ремонта, что, в свою очередь, ухудшает общие показатели работы автомобильного парка. Эксплуатация автомобилей сверх установленного срока службы, в том числе, негативно сказывается на уровне безопасности и приводит к повышению издержек на внутреннем рынке и существенным потерям на арене международных перевозок. Такие транспортные средства требуют в разы больше времени и затрат на обслуживание, чем аналогичные автомобили в начале срока своей службы. Также нельзя пренебрегать опасностью использования устаревших автомобилей для экологии, сопряженной с неизбежным повышением выбросов в атмосферу опасных веществ по мере износа.

В масштабах транспортной отрасли структура парка подвижного состава, как правило, изменяется незначительно и постепенно, согласно темпу модернизации автомобильной промышленности.

В середине XX века отставание транспортного комплекса СССР от мировых держав было колоссальным. В 1928 году профессор Е. А Чудаков отмечал [166], что по автомобилизации СССР «занимает последнее место среди всех сколько-нибудь индустриальных стран». Общее число транспортных средств, находившихся на тот момент в эксплуатации, составляет 20600 единиц. Например, в тот же период в Англии числился 1023700 автомобилей. Более подробная информация о развитии автомобильного дела в мире на конец 20-х годов представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Состояние автопрома в разных странах

Показатель	Англия	Франция	Германия	США	СССР
Число автомобилей в эксплуатации	1023700	891000	319000	22137000	20600
Число жителей на 1 автомобиль	34	46	196	5	7000
Число автомобилей на 1 кв. км. территории	4,16	1,64	0,67	2,85	0,00097
Число автомобилей на 1 км всех дорог	3,58	3,84	1,51	4,65	0,006
Число автомобилей на 1 км шоссеиных дорог	16,43	17	1,7	35,5	0,35

Профессор Чудаков указывал на необходимость расширения автопарка государства. Причем, главным образом, за счет собственного производства, что позволило бы рационализировать производство путем стандартизации парка подвижного состава. Основным правилом провозглашалось: «Меньшее число типов, но больший выпуск». Рациональный автопарк должен был быть сформирован из следующих типов автомобилей:

а) легковые автомобили:

- 1) малые автомобили городского типа;
- 2) автомобили полевого типа высокой проходимости;
- 3) автомобили штабного типа, 6-местные;

б) грузовые автомобили:

- 1) грузоподъемностью 750 кг – 1 тонна;
- 2) грузоподъемностью 1 – 1,5 тонны;
- 3) грузоподъемностью 2 – 2,5 тонны, шасси которых также предлагалось использовать для загородных автобусов пассажироместимостью 20-25 человек;
- 4) грузоподъемностью 3 – 3,5 тонны, шасси которых также предлагалось использовать для автобусов на 30-35 мест;
- 5) грузоподъемностью свыше 5 тонн.

При этом в противовес опыту автохозяйства Европы и США, большую часть автопарка государства должны были составлять именно грузовые

автомобили, что было обоснованным в период индустриализации промышленности и развития коллективного сельского хозяйства.

Разумеется, с развитием экономики и при смене общественно-экономического строя в стране такой подход к управлению структурой автопарка государства не мог существовать долго.

На сегодняшний день структура парка подвижного состава Российской Федерации выглядит следующим образом:

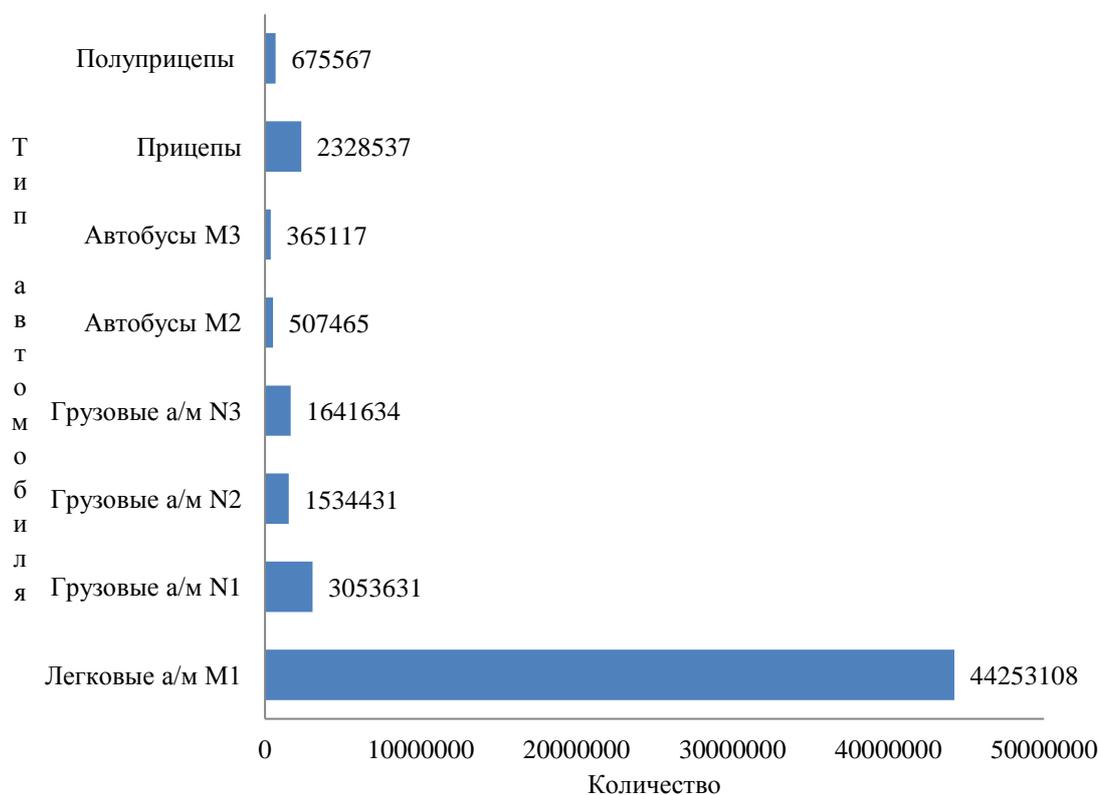


Рисунок 1.1 - Структура автопарка в России

Марочная структура парка легковых автомобилей в Российской Федерации неоднородна [28]. Наибольшей доступностью и популярностью у автолюбителей пользуются ТС производства компании АвтоВАЗ (74,9%). Марочная структура российского легкового автопарка с учетом года выпуска наглядно представлена на рисунке 1.2. На графике приведены 10 наиболее популярных марок автомобилей, занимающих более 70% парка. Самыми популярными моделями

являются ВАЗ 2107, ВАЗ 2106 и ВАЗ 2109. Среди новых автомобилей наибольшим успехом пользуются Лада Гранта, Hyundai Solaris и Kia Rio.

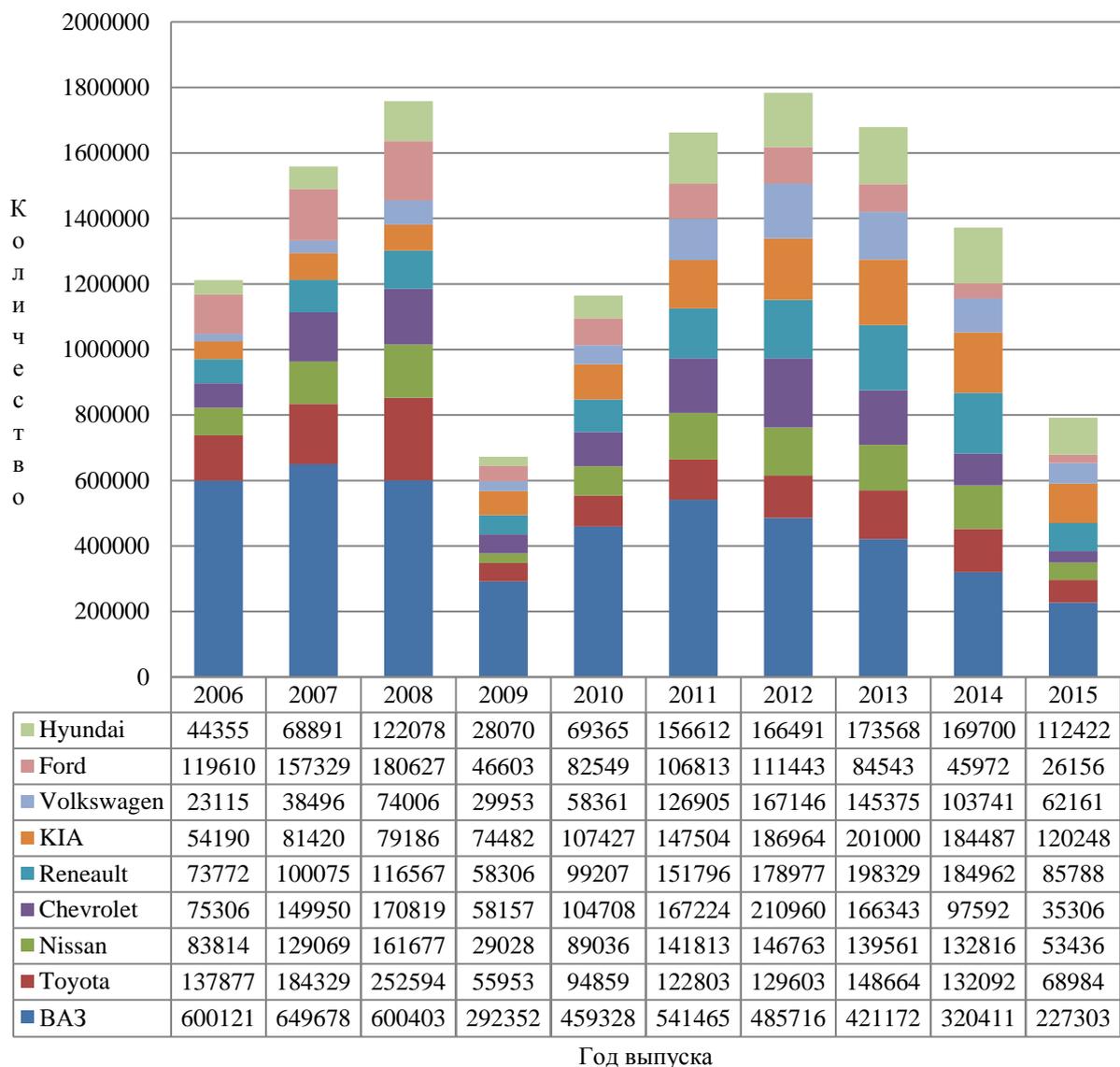


Рисунок 1.2 - Марочная структура парка легковых автомобилей в РФ

По состоянию на 2015 год лидерами среди российских регионов по уровню автомобилизации являются Приморский край (572 автомобиля на 1000 жителей) и Камчатка (458 автомобилей на 1000 жителей) [4]. Прежде всего, за счет импортированных из Японии подержанных транспортных средств.

Марочная структура автомобилей, выпущенных ранее 2006 года, представлена на рисунке 1.3.

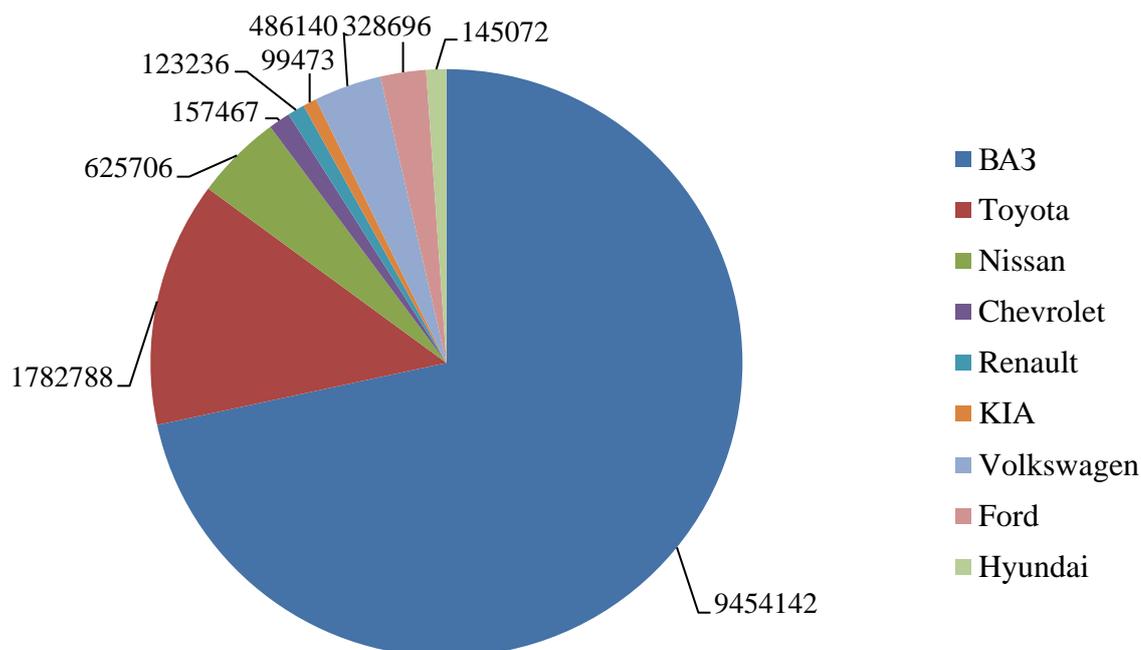


Рисунок 1.3 – Марочная структура автомобилей, выпущенных ранее 2006 года

Как видно из рисунка 1.3, подавляющее большинство автомобилей старше 10 лет в марочной структуре автопарка страны составляют ТС российского производства. Агентство «Автостат» отмечает [28], что 67,28% всех отечественных автомобилей на дорогах страны были выпущены АвтоВАЗом до 2006 года.

Статистические данные показывают, что использование автомобилей с большим сроком эксплуатации является характерным для страны в целом, что представляет собой серьезную проблему с точки зрения обеспечения безопасности дорожного движения.

1.2 Влияние автомобилизации на жизнь и здоровье граждан

Являясь неотъемлемой частью экономики любого современного государства, а также обеспечивая ее развитие, автомобильный транспорт ставит перед обществом также и ряд проблем:

- истощение природных ресурсов;

- постоянный рост затрат, связанных с функционированием АТ;
- негативное влияние на экологическую обстановку, в том числе генерация 14% глобальных выбросов парниковых газов;
- редукция популяций животных;
- дорожно-транспортные происшествия, гибель, травмирование людей и др.

Дорожно-транспортные происшествия и их последствия можно отнести к наиболее неблагоприятным факторам развития автомобилизации в стране. Травмы, полученные в результате ДТП, являются одной из основных причин смертности людей в возрасте 5...29 лет [57]. По данным Всемирной организации здравоохранения каждые 4 минуты на дорогах мира погибает 1 ребенок, сотни получают травмы [51]. При этом ДТП являются 4 по распространенности причине смертности детей в возрасте 5...9 лет, 3 по распространенности для возрастной группы 10...14 лет и 1 – для детей 15...17 лет. 36% погибших в дорожно-транспортных происшествиях несовершеннолетних приходится на пассажиров автомобилей [51]. Дети имеют более мягкий костный покров головы, чем взрослые, что делает их особенно уязвимыми в такого рода ситуациях, так как травмы головы возникают у детей в 40...50% случаев [137].

По состоянию на 2013 год в странах СНГ 52% погибших в ДТП составляют водители транспортных средств и пассажиры, в странах Европейского региона – 50% [57]. При этом на каждый смертельный случай приходится 23 госпитализации и 112 обращений за неотложной помощью впоследствии. В исследовании [69] отмечено, что за 2013 год в РФ скорая медицинская помощь была оказана 316694 пострадавшим в результате ДТП.

В России за период с января по май 2018 года произошло 55153 ДТП, в которых погибло 5571 человек, получили травмы 69617, за 2017 год эти показатели составили 169432, 19088 и 215374 соответственно [120]. За период январь-май 2018 года в Санкт-Петербурге показатели состояния безопасности дорожного движения составили 2389, 76 и 2834. При этом согласно [119] Санкт-Петербург относится к регионам-лидерам по автотранспортной аварийности, как по числу ДТП, так и по количеству пострадавших.

По прогнозам ВОЗ к 2030 году ожидается рост дорожно-транспортного травматизма. По состоянию на 2012 год ДТТ являлся 9 по распространенности причиной смерти в мире, в 2015 году – 10, а к 2030 году ВОЗ прогнозирует выход смертности ввиду ДТТ на 7 место в перечне.

В докладе ВОЗ о состоянии БДД отмечается, что «странам, автопроизводителям и дистрибьюторам следует прилагать совместные усилия по обеспечению соответствия транспортных средств международным стандартам активной и пассивной безопасности» [57, с. 7]. Там же приведены данные, иллюстрирующие недостаточную распространенность нормативных требований к оснащению автомобилей, например, антиблокировочной системой тормозов (37% государств), системой динамической стабилизации автомобиля (17%), а также подушками безопасности (32%). При этом требования для импортируемых АТС еще более мягкие – 30%, 14% и 25% для новых и 6%, 4% и 6% для подержанных автомобилей соответственно.

В 2010 году резолюцией Генеральной Ассамблеи ООН было провозглашено Десятилетие действий по обеспечению безопасности дорожного движения 2011-2020 гг., цель которого состоит в стабилизации и последующем сокращении к концу Десятилетия прогнозируемого уровня смертности в результате ДТТ. Деятельность на национальном уровне при этом осуществляется в соответствии с 5 элементами [40]:

- управление безопасностью дорожного движения;
- более безопасные дороги и мобильность;
- более безопасные транспортные средства;
- более безопасное поведение пользователей дорог;
- ответные меры после аварий.

В рамках проводимого диссертационного исследования особый интерес представляет 3 элемент деятельности, связанный с повышением уровня безопасности транспортных средств. Данный элемент, призванный «поощрять повсеместное внедрение усовершенствованных технологий обеспечения безопасности транспортных средств в отношении как пассивной, так и активной

безопасности путем гармоничного сочетания соответствующих глобальных стандартов, программ информирования потребителей и стимулов для ускорения использования новых технологий» [40, с. 16], в свою очередь, включает в себя 7 видов деятельности:

- принятие странами-участниками правил по безопасности АТС;
- создание новых программ оценки транспортных средств, информирующих потребителя об уровне их безопасности;
- установка требований по оснащению автомобилей ремнями безопасности и анкерными креплениями, стандартизация аварийных испытаний;
- оснащение автотранспортных средств системами активной безопасности;
- внедрение налоговых и иных стимулов в отношении автомобилей, обеспечивающих высокий уровень безопасности участников дорожного движения, недопущение импорта ТС со сниженным уровнем безопасности;
- ввод правил для обеспечения защиты пешеходов, расширение исследований в этом отношении;
- стимулирование управляющих автопарками к приобретению, эксплуатации и обслуживанию автомобилей, имеющих высокий уровень безопасности.

В Российской Федерации 27 октября 2012 года была утверждена Концепция федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2013-2020 годах». Согласно Концепции обеспечение БДД определяется в качестве приоритета социально-экономического развития РФ и является «составной частью национальных задач обеспечения личной безопасности, решения демографических, социальных и экономических проблем, повышения качества жизни, содействия региональному развитию» [75]. Одним из направлений программы также является повышение уровня активной и пассивной безопасности транспортных средств, участвующих в движении.

Помимо причинения вреда жизни и здоровью граждан дорожно-транспортные происшествия наносят вред государственному имуществу и

имуществу частных лиц, создают колоссальную нагрузку на учреждения здравоохранения и влекут за собой снижение внутреннего валового продукта страны вплоть до 3,9% [57], достигая в совокупности 500 млрд. долларов США. В Российской Федерации размер социально-экономического ущерба от ДТП и их последствий за период с 2004 по 2010 год составил 7326,3 млрд. рублей [75].

Таким образом, обеспечение безопасности дорожного движения является проблемой мирового масштаба. Стремительная автомобилизация должна сопровождаться совершенствованием стратегий обеспечения БДД, что позволило бы снизить темпы убыли населения, а также моральный и материальный ущерб, наносимый обществу.

1.3 Возрастная структура парка подвижного состава Российской Федерации

По данным Госавтоинспекции [74] возрастная структура парка автомототранспортных средств (рисунок 1.4), зарегистрированных на территории Российской Федерации, по состоянию на 2015 год достаточно неоднородна, при этом большую часть составляют ТС, выпущенные ранее 2001 года.

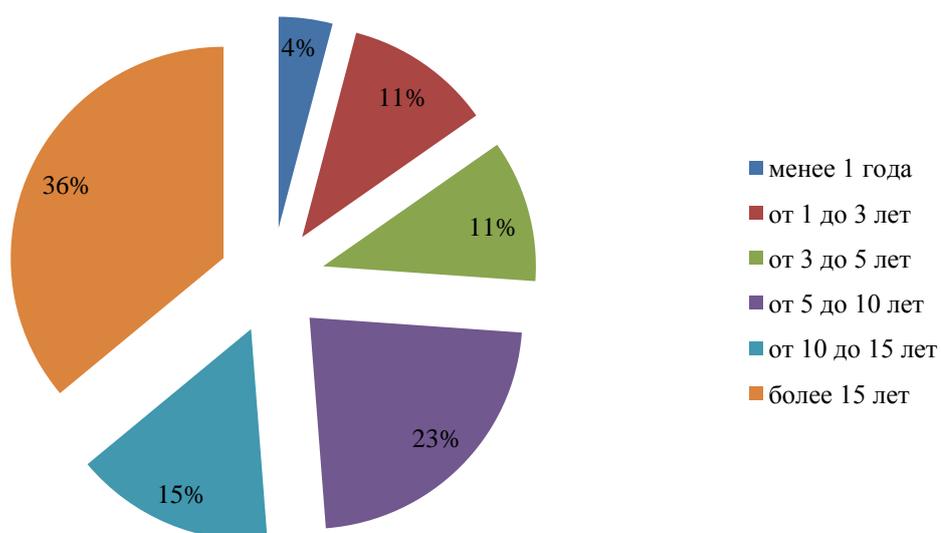


Рисунок 1.4 - Возрастная структура парка АТС в России

Общее количество зарегистрированных транспортных средств составляет 56616354 единицы. Из них находятся в эксплуатации:

- 2315796 менее 1 года;
- 6314975 от 1 до 3 лет;
- 6159217 от 3 до 5 лет;
- 12825536 от 5 до 10 лет;
- 8590248 от 10 до 15 лет;
- 20410582 более 15 лет.

Для легковых автомобилей картина аналогична. Всего зарегистрировано 44253108 ТС. Из них в эксплуатации:

- 1948840 менее 1 года;
- 5336661 от 1 до 3 лет;
- 5232309 от 3 до 5 лет;
- 10965532 от 5 до 10 лет;
- 7143892 от 10 до 15 лет;
- 13625874 более 15 лет.

Возрастная структура парка легковых автомобилей в Российской Федерации представлена на рисунке 1.5.

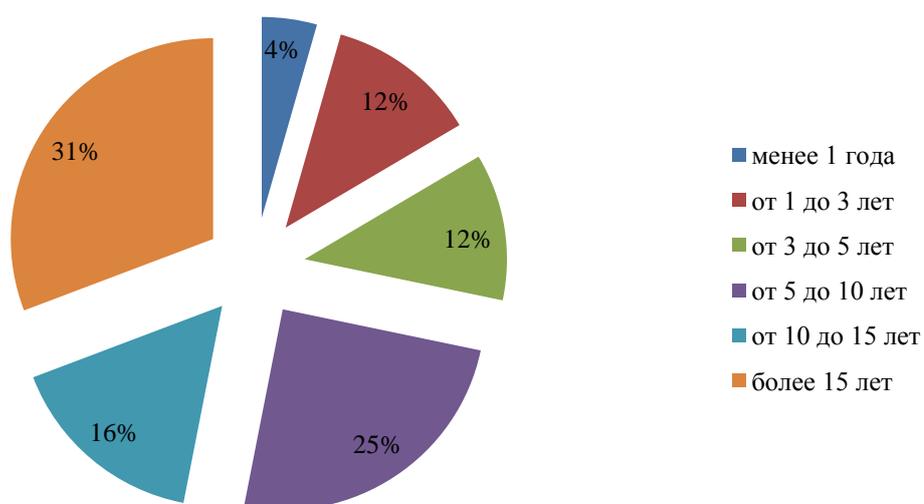


Рисунок 1.5 - Возрастная структура парка легковых автомобилей в России

Такое соотношение с незначительными отклонениями сохраняется также для категорий N1, N3, M2 и M3. Для транспортных средств категории N2 распределение выглядит иначе. АТС, находящиеся в эксплуатации более 15 лет, составляют здесь 66% автопарка, от 10 до 15 лет - 9%, от 5 до 10 лет - 12%, от 3 до 5 лет – 6%, от 1 до 3 лет – 5%, 2 % - автомобили, используемые менее года. Это объясняется вымыванием из состава парка развозных городских автомобилей и среднетоннажных АТС, использовавшихся ранее для сельскохозяйственных работ. При этом общая тенденция сохраняется – большую часть автопарка составляют устаревшие транспортные средства.

Из всех зарегистрированных транспортных средств автомобили иностранных марок составляют 25176059 единиц (около 44,5%), среди легковых автомобилей – 21862008 (49,4%).

По числу автомобилей на душу населения Россия пусть и не сравнялась с мировыми державами, но все же значительно улучшила свои показатели. По данным аналитического агентства «Автостат» [112] к 2015 году РФ вышла на 28 место в Европе по обеспеченности населения легковыми автомобилями. Причем этот показатель в нашей стране в 2 раза выше, чем в среднем по миру, и составляет 284 АТС на 1000 жителей.

Мировой финансовый кризис, разумеется, сказался и на автомобильной промышленности. По данным Автостата [132] по состоянию на май 2016 года Россия опустилась на 6 место в Европе по продажам легковых автомобилей, по предварительным оценкам аналитиков агентства, продажи без учета малотоннажных коммерческих автомобилей (LCV) составили около 100000 единиц за месяц. Тем не менее, прогнозы благоприятны, специалисты обещают положительную динамику на рынке [114]. Эксперты ожидают повышения спроса на новые автомобили к концу 2018 года в связи с наблюдающейся цикличностью спроса на транспортные средства. По их оценкам потребители предпочитают менять машины каждые 2 года, прошлый пик активности наблюдался в последнем квартале 2016 года.

Как показывает статистика Госавтоинспекции [75], большая часть автопарка России сильно устарела и не может эксплуатироваться с достаточной эффективностью. Автотранспортные предприятия на этапе формирования парка подвижного состава и в процессе его обновления стоят перед непростым выбором среди множества отечественных и зарубежных автомобилей разных марок, типов и модификаций. При этом кажущиеся на начальном этапе наиболее эффективными транспортные средства в процессе эксплуатации могут не оказаться таковыми.

Таким образом, перед руководством автотранспортных предприятий встает необходимость применения объективных, научно обоснованных методов для формирования парка подвижного состава и последующей оценки его эффективности.

1.4 Состояние таксомоторных перевозок в Российской Федерации

За последнее десятилетие рынок таксомоторных перевозок в России претерпел немало изменений. По данным маркетингового агентства ABARUS Market Research в 2006 году доля нелегальных перевозок составляла около 80-90%. В Москве на 40 000 водителей, занимающихся извозом, приходилось лишь 3-3,5 тысяч автотранспортных средств, принадлежавших автопаркам. Большую часть перевозчиков по данным агентства составляли индивидуальные частные предприниматели, не имеющие лицензии на оказание таких услуг, таксометра, не зарегистрированные в налоговых органах.

Главным преимуществом «серого» такси являлась относительно низкая цена, уход от налогов позволял нелегальным извозчикам демпинговать, нарушая здоровую конкуренцию на рынке.

Однако, нелегальное такси не могло обеспечивать должный уровень безопасности и комфорта перевозок, также немалой опасности подвергались сами водители. Использование извозчиками не вполне законных схем приводило к

криминализации рынка, а также могло представлять угрозу для их бизнеса, здоровья, а иногда даже жизни.

Оздоровить рынок неоднократно пытались власти. Например, в 2004 году в Москве было создано 1500 стоянок для водителей, вступивших в Ассоциацию добросовестных перевозчиков и зарегистрировавшихся в департаменте транспорта. Но, к сожалению, идея провалилась.

По состоянию на 2006 год по данным ABARUS Market Research в Москве насчитывалось около 250 лицензированных перевозчиков, обладающих 3000-3500 АТС, в Петербурге – 4-5 крупных таксомоторных парков и около 40 диспетчерских служб, представленных 650-700 автомобилями. Емкость рынка эксперты оценивали в 500-600 миллионов долларов в год для Москвы и в 73 миллиона долларов для Санкт-Петербурга.

Структура таксомоторного парка в Москве 2006 года выглядела следующим образом: около 60% автопарка составляли автомобили эконом-класса (Волга, Жигули), около 30% - бизнес-класс (как правило, Hyundai Sonata, Opel Vectra или Peugeot Partner), менее 10% - VIP-автомобили, используемые для обслуживания торжеств и деловых поездок (Hummer, Lincoln, Cadillac).

По данным Rusbase [82] к 2016 году в России появилось около 180 000 легальных такси. При этом каждый день совершается 15 000 000 поездок, а оборот составляет 1,5 миллиарда рублей в сутки.

По состоянию на 2015 год в Санкт-Петербурге 72% перевозчиков использовали автомобили среднего класса, 16% - малого, 8% - бизнес-класса, 6% - кроссоверы.

Структура рынка перевозчиков в Петербурге представлена на рисунке 1.6.

На рынке значительно уменьшилось количество нелегальных такси, причем в крупных городах его постепенно захватывают компании, работающие с мобильными приложениями – Яндекс.Такси, Gett, Uber, Wheely и другие. Ассортимент услуг этих сервисов, помимо перевозок пассажиров, включает в себя доставку еды, цветов, маникюр, массаж и другие нехарактерные для такси, но, безусловно, привлекательные для потребителя предложения.

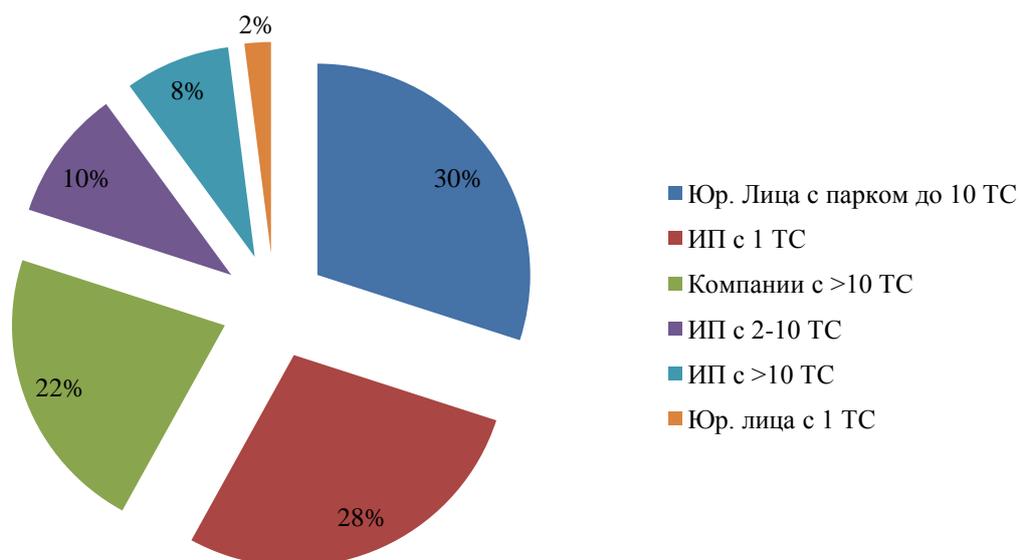


Рисунок 1.6 - Компании-перевозчики Санкт-Петербурга

Мобильные технологии значительно обострили конкуренцию на рынке таксомоторных перевозок, что привело к повышению качества услуг и повышению спроса на них. Так, например, еще в 2014 году в Москве компанией «Яндекс.Такси» было проведено тестирование водителей на знание города и организованы беседы сотрудников с психологами, которые «оценивали уровень адекватности» [68] в конфликтных ситуациях (пассажир пролил кофе, находится в состоянии алкогольного опьянения и т.д.), диспетчеры компании прошли курсы бесконфликтного общения. К тому же, была запущена служба контроля водителей на линии, вызывающая водителей и проверяющая состояние транспортного средства и документы. Процедура заказа автомобиля упростилась, в несколько раз уменьшилось время ожидания, понизились цены на перевозки, появилась возможность оплаты банковскими картами. Поездки стали более комфортными, так как многие сервисы требуют от партнеров, чтобы задействованный в работе автомобиль был не старше 3 лет. «Коммерсант» со ссылкой на американские СМИ отмечает, что благодаря приложениям для вызова такси в США снизилась смертность в результате дорожно-транспортного травматизма, возникшего по вине нетрезвых водителей [163].

По данным ВЦИОМ [125] жители крупных городов стали в 2 раза чаще пользоваться услугами такси. 79% пассажиров, принявших участие в опросе, совершали поездки чаще раза в месяц, из них: 50% - несколько раз в месяц, 22% - несколько раз в неделю, 7% - ежедневно. При этом основными критериями для выбора извозчика респонденты считают стоимость и время ожидания автомобиля. Также были отмечены класс АТС, опрятность водителя и др.

Более половины опрошенных отметили, что появление сервисов по заказу такси повлияло на увеличение частоты его использования. 53% высоко оценили удобство агрегаторов, 75% высказали пожелание об их развитии.

Издание Rusbase [82] утверждает, что компании-агрегаторы лидируют лишь в столице, охватив 65-70% рынка, в Петербурге этот показатель составляет 30%, в городах-миллионниках – 8%, в провинции – 3%. «Истинными хозяевами рынка» издание называет «Рутакси», «Сатурн» и «Максим», суммарно совершающих около 4 миллионов перевозок в сутки. Эксперты связывают это с худшими навигационными возможностями, меньшим распространением устройств связи последнего поколения, а также тем, что характеристики линии связи в мелких населенных пунктах зачастую не отвечают современным требованиям.

Основатель агрегатора Gett Шахар Вайсер прогнозирует [163]: «В России рынок такси оценивается в 2015 году в \$9 миллиардов, но с приходом онлайн-сервисов спрос на использование такси растет, и через три-четыре года он может быть в два-три раза больше. Благодаря заказу машин через приложения рынок достигнет оборота \$15-20 миллиардов в год». Расширение рынка, особенно в условиях большой конкуренции, требует от перевозчиков высококлассного сервиса, что предполагает подбор конкурентоспособного автопарка и регулярное его обновление.

1.5 Классификация автомобилей

Таксомоторные парки, как правило, имеют неоднородную структуру. Анализ информации, представленной на официальных сайтах более чем 50 служб

такси Москвы и Санкт-Петербурга, показал, что чаще всего пассажирам предлагается воспользоваться следующими тарифами:

- «эконом» («стандарт», «лайт»);
- «комфорт»;
- «бизнес» («комфорт +»).

Также применяются:

- «минивэн»;
- «универсал»;
- «микроавтобус»
- «VIP»;
- «платинум» («VIP+»);
- «джип»;
- «минивэн VIP» и др.

При этом не всегда ясно, какие преимущества предполагает тот или иной тариф. Одни и те же модели автомобилей могут быть заявлены различными службами такси как представители разных классов обслуживания. Разнящийся подход к классификации транспортных средств автотранспортными предприятиями может вводить в заблуждение потребителей, поэтому более правильным будет опираться на действующее законодательство и общепринятые классификации перевозок и автомобилей.

Согласно статье 5 Устава автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта [159] перевозки пассажиров и багажа подразделяются на:

- регулярные перевозки;
- перевозки по заказам;
- перевозки легковыми такси.

Статья 4 УАТ и ГНЭТ [159] устанавливает следующие виды сообщений:

- перевозки пассажиров и багажа, грузов осуществляются в городском, пригородном, междугородном, международном сообщении;

- перевозки в городском сообщении осуществляются в границах населенных пунктов;

- перевозки в пригородном сообщении осуществляются между населенными пунктами на расстояние до пятидесяти километров включительно между границами этих населенных пунктов;

- перевозки в междугородном сообщении осуществляются между населенными пунктами на расстояние более пятидесяти километров между границами этих населенных пунктов;

- перевозки в международном сообщении осуществляются за пределы территории Российской Федерации или на территорию Российской Федерации с пересечением Государственной границы Российской Федерации, в том числе транзитом через территорию Российской Федерации.

При этом согласно Техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств» [131] подвижной состав АТ, используемого для перевозки пассажиров, подразделяется на ряд категорий. В целом, ТС, имеющие не менее 4 колес и эксплуатирующиеся для пассажирских перевозок, Регламент относит к категории M , которая, в свою очередь, включает:

а) категория M_1 – автотранспортные средства, применяющиеся для перевозок не более 8 пассажиров – легковые автомобили;

б) автобусы, троллейбусы, а также специализированные пассажирские АТС и их шасси, в том числе:

1) категория M_2 – автомобили, применяемые для перевозки более 8 пассажиров, допустимая масса которых не превышает 5 тонн;

2) категория M_3 - автомобили, применяемые для перевозки более 8 пассажиров, допустимая масса которых превышает 5 тонн.

В соответствии с отраслевой нормалью ОН 025 270-66 «Классификация и система обозначения автомобильного подвижного состава, а также его агрегатов и узлов, выпускаемых специализированными предприятиями» [113] обозначение модели автомобиля производится при помощи 4 цифр, следующей цифрой может

быть обозначена модификация автомобиля, шестым индексом – экспортный вариант. При этом первой ступенью классификации обозначается класс автомобиля, второй – вид, третьей – модель (тип). Пункт 27 Нормали указывает, что «в основу деления классов на виды положен признак эксплуатационного назначения автомобилей» [113].

Установлены следующие виды: 1 – легковые автомобили; 2 – автобусы; 3 – грузовые автомобили; 4 – тягачи; 5 – самосвалы; 6 – цистерны; 7 – фургоны; 8 – резерв; 9 – специальные.

По первому знаку индекса определяется класс транспортного средства (пункт 24 Нормали). Для легковых автомобилей установлены следующие классы:

- 1 – рабочий объем двигателя до 1,2 л;
- 2 – рабочий объем двигателя от 1,2 до 2 л;
- 3 – рабочий объем двигателя от 2 до 4 л;
- 4 – рабочий объем двигателя свыше 4 л.

При этом пунктом 32 оговаривается, что «автомобилям-такси со специальным кузовом присваиваются новые индексы моделей» [113].

Такая классификация применяется для автомобилей российского производства, которые службами такси в крупных городах используются крайне редко.

Венской Конвенцией о дорожном движении [78] для выдачи водительских удостоверений предусмотрена следующая классификация транспортных средств:

- категория А – мотоциклы;
- категория В – «автомобили (за исключением транспортных средств, относящихся к категории А), разрешенная максимальная масса которых не превышает 3500 кг и число сидячих мест которых, помимо сиденья водителя, не превышает восьми; автомобиль категории В, сцепленный с прицепом, разрешенная максимальная масса которого не превышает 750 кг; автомобиль категории В, сцепленный с прицепом, разрешенная максимальная масса которого превышает 750 кг, но не превышает массы автомобиля без нагрузки, а общая разрешенная максимальная масса такого состава не превышает 3500 кг»;

- категория С – «автомобили, за исключением относящихся к категории D, разрешенная максимальная масса которых превышает 3500 кг; автомобиль категории С, сцепленный с прицепом, разрешенная максимальная масса которого не превышает 750 кг»;

- категория D – «автомобили, предназначенные для перевозки пассажиров и имеющие более восьми сидячих мест, помимо сиденья водителя; автомобиль категории D, сцепленный с прицепом, разрешенная максимальная масса которого не превышает 750 кг»;

- категория BE – «автомобиль категории В, сцепленный с прицепом, разрешенная максимальная масса которого превышает 750 кг и превышает массу автомобиля без нагрузки; автомобиль категории В, сцепленный с прицепом, разрешенная максимальная масса которого превышает 750 кг, а общая разрешенная максимальная масса такого состава превышает 3500 кг»;

- категория CE – «автомобиль категории С, сцепленный с прицепом, разрешенная максимальная масса которого превышает 750 кг»;

- категория DE – «автомобиль категории D, сцепленный с прицепом, разрешенная максимальная масса которого превышает 750 кг».

Европейский комитет по проведению независимых краш-тестов Euro NCAP применяет собственную классификацию легковых автомобилей. Группу формируют транспортные средства, схожие по размерам, массе и типу кузова. Комитет выделяет:

- коммерческий/семейный фургон;
- бизнес-класс (E);
- большой семейный автомобиль;
- большой минивэн;
- большой кроссовер;
- пикап;
- спортивный автомобиль с кузовом типа родстер;
- малый семейный автомобиль;
- малый минивэн;

- компактный кроссовер;
- сверхмалый автомобиль.

Широко используется неофициальная европейская классификация легковых автомобилей. Она не устанавливает четких рамок по определенному параметру внутри каждой группы. Как правило, автомобили относят к тому или иному сегменту по габаритам, но на распределение могут оказывать влияние также стоимость, тип кузова, комфортабельность и многое другое. Выделяются следующие классы:

- A – mini cars – особо малые автомобили (длина до 3,6 м, ширина до 1,6 м);
- B – small cars – малые автомобили (длина 3,6 – 3,9 м, ширина 1,5 – 1,7 м);
- C – medium cars – средний класс/гольф-класс (длина 3,9 – 4,3 м, ширина 1,6 – 1,7 м);
- D – larger cars – большие (семейные) автомобили (длина 4,3 – 4,6 м, ширина 1,69 – 1,73 м);
- E – executive cars – бизнес-класс (длина 4,6 – 4,9 м, ширина 1,73 – 1,82 м);
- F – luxury cars – представительский класс (длина более 4,9 м, ширина более 1,82 м);
- S – sportcoupés – спорткары, купе, кабриолеты;
- M – multi-purpose cars – минивэны, универсалы повышенной вместимости;
- J – sportsutility – спортивно-утилитарные автомобили, кроссоверы.

Такая классификация в настоящий момент является широко известной, а также дает потребителю больший объем информации о транспортном средстве, чем прочие, что делает возможным предположение о рациональности ее использования при обозначении классов обслуживания в такси.

Как упоминалось выше, чаще всего службы такси предлагают пассажирам воспользоваться тарифами «Эконом», «Комфорт» и «Бизнес». В таблице 1.2 приведены модели автомобилей, часто используемых для указанных классов обслуживания.

Таблица 1.2 – Автомобили, часто используемые автотранспортными предприятиями для таксомоторных перевозок

Автомобиль	Классификация службы такси			Европейская классификация
	Эконом-класс	Комфорт-класс	Бизнес-класс	
Hyundai Solaris	+			B
Kia Rio	+			B
Volkswagen Polo	+			B
Skoda Rapid	+			B
Ford Focus	+	+		C
Kia Ceed	+	+		C
Renault Logan	+			B
Chevrolet Cruze	+	+		C
Chevrolet Lacetti	+			C
Chevrolet Aveo	+			B
Skoda Octavia		+		C
Volkswagen Jetta		+		C
Kia Cerato		+		C
Ford Mondeo		+	+	D
RenaultFluence		+		C
Toyota Camry		+	+	D
Nissan Teana			+	D
Skoda Superb		+	+	D
Volkswagen Passat			+	D
Lexus ES			+	E
Mercedes-Benz E- class			+	E
Audi A6			+	E
BMW 5			+	E
Volvo s80			+	E
Hyundai Equus			+	F

Анализ показал, что для тарификации «эконом» характерно использование автомобилей В-сегмента, реже – С, для тарификации «комфорт» – С и D, для бизнес-тарифа, как правило, используются автомобили D и E классов.

Выбор подходящей категории транспортного средства является основой выбора используемого в деятельности АТП подвижного состава. Также немаловажными показателями, в особенности для перевозок пассажиров, являются дорожная безопасность, конструктивная безопасность, комфортабельность, надежность и т.д. На следующем этапе подбирается модельный ряд, в соответствии с требованиями, предъявляемыми автотранспортным предприятием.

1.6 Выводы по первой главе

В первой главе был произведен анализ состояния автомобильных перевозок в Российской Федерации, в результате которого было выявлено следующее:

- за последние десятилетия автомобильный комплекс Российской Федерации значительно расширился. Россия хоть и не сравнялась с ведущими мировыми державами по количеству транспортных средств на душу населения, но значительно укрепила свои позиции;

- автопарк государства главным образом составляют не грузовые коммерческие автомобили, как это было на заре автомобилизации страны, а легковые транспортные средства;

- более 35% АТС, зарегистрированных на территории РФ, эксплуатируются более 15 лет, что не может не сказываться на эффективности их использования, безопасности и экологичности;

- мировое сообщество признало минимизацию последствий дорожно-транспортного травматизма одной из важнейших задач, в связи с чем ввод в эксплуатацию автомобилей, характеризующихся передовыми технологиями обеспечения безопасности, был признан одним из приоритетных направлений деятельности по ОБДД;

- рынок таксомоторных перевозок за последний период был существенно расширен. Повысился спрос на услуги, и при этом появилось немало удобных и качественных сервисов по заказу такси, что существенно обострило конкуренцию. Сложившаяся на рынке ситуация требует от перевозчиков высокого качества предоставляемых услуг, что, в свою очередь, предполагает наличие современного парка автомобилей и своевременное его обновление;

- по данным ВЦИОМ важнейшими для потребителей критериями при выборе таксомоторного перевозчика являются время подачи транспорта, стоимость услуги, класс (модель) транспортного средства. Уровень комфорта с позиции потребителя определяется классом автомобиля, а безопасность перевозки является само собой разумеющимся атрибутом услуги.

В связи с вышесказанным, при обосновании рациональной структуры парка автомобилей-такси необходимо уделять особое внимание его безопасности и эргономичности.

2 МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫБОРА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

2.1 Методы принятия решений

Принятие неоптимальных решений при организации работы предприятия может привести к изрядным финансовым потерям и уменьшению производственных возможностей. Для автотранспортных предприятий одной из основополагающих задач является выбор подвижного состава, и нередко он производится из имеющегося, но не всегда подходящего автопарка или же на основе опыта и интуиции не всегда должным образом подготовленных специалистов, что делает принимаемые решения не обоснованными научно. Таким образом, подвижной состав предприятия используется неэффективно, а, следовательно, повышаются и расходы на осуществляемые перевозки. Рядом авторов [31, 85, 86] отмечаются факты ненормативного простоя применяемых для погрузочно-разгрузочных работ механизмов и автомобилей, ожидающих погрузки/разгрузки, применения транспортных средств, не обеспечивающих должного уровня сохранности перевозимого груза, неполной загрузки автомобилей или же, напротив, их перегруза, срывов работ по перевозке и сроков доставки, заказ чрезмерного или же недостаточного количества автомобилей. Именно поэтому возникает необходимость в применении математических методов в управлении, составляющих теорию принятия решений или теорию исследования операций (теорию операций, операционную кибернетику, анализ операций, теорию организационного управления, теорию системной оценки и т.д.).

Научное направление «Исследование операций» было создано, в первую очередь, для решения военных и экономических задач, первые работы в этой сфере были связаны с организацией противовоздушной обороны. Его цель состоит в нахождении баланса между простотой (возможностью) выполнения и максимальным удовлетворением производственных задач, то есть созданием оптимального плана операции.

Процесс принятия решений состоит из нескольких этапов:

- осознание состояния системы, в которой находится исследователь;
- установление цели принятия решения;
- выбор возможных способов перехода системы в желаемое состояние;
- определение эффективного решения;
- реализация решения.

Степень эффективности примененной модели поведения оценивается при помощи выбранного критерия.

Более подробная схема процесса принятия решения описана Е. С. Кузнецовым в [84] и представлена на рисунке 2.1.

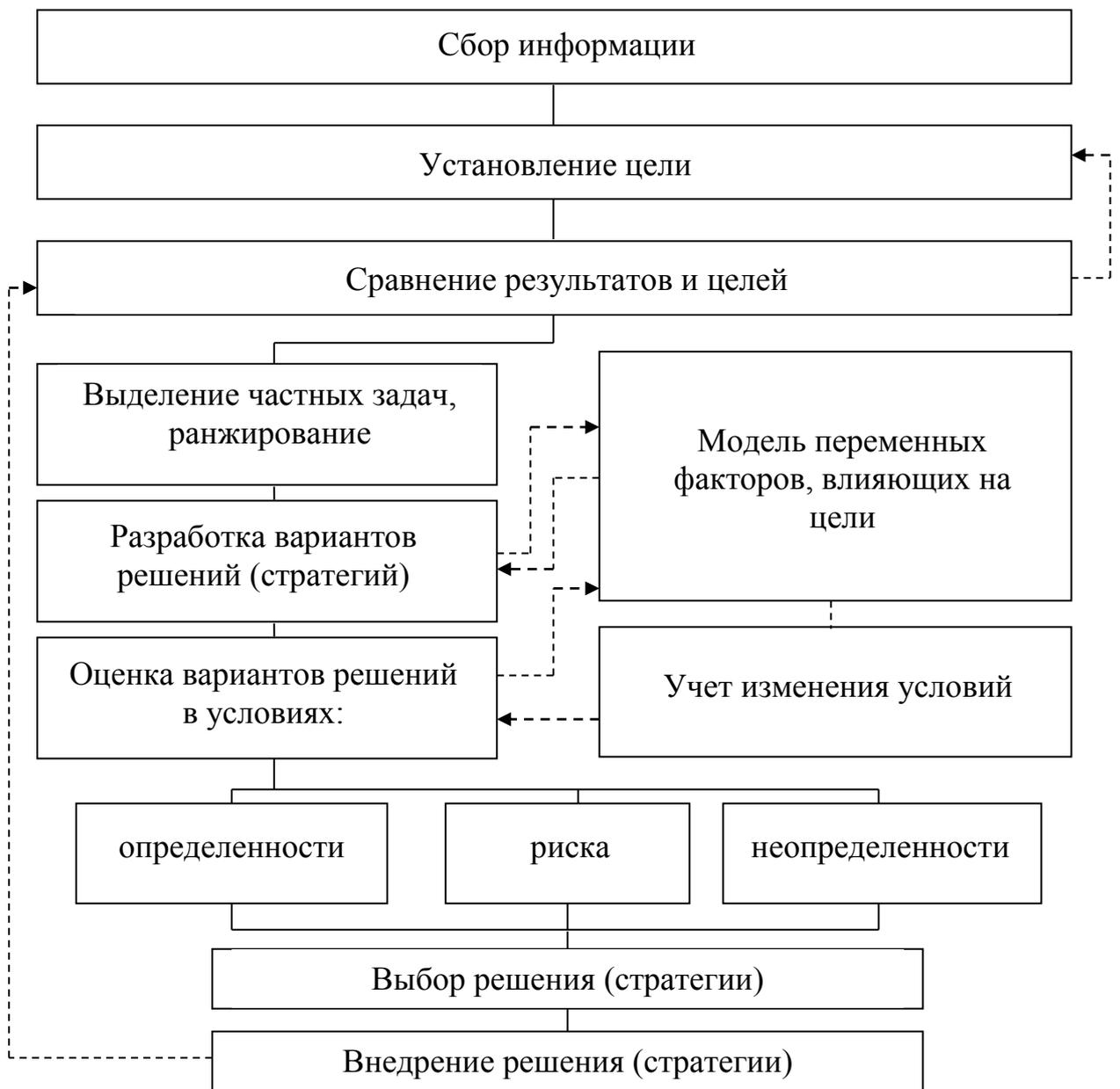


Рисунок 2.1 Схема процесса принятия решений

По объему и характеру информации принятие решений может осуществляться в условиях определенности, риска или неопределенности. В условиях определенности не имеется условий, влияние которых на эффективность системы неизвестно. Однако на практике информация о состоянии системы и последствиях принимаемых решений не является достаточной, что вызывает необходимость компенсации дефицита данных. Так, например, в условиях риска, то есть в том случае, когда вероятность появления факторов, от которых зависит показатель эффективности, поддается оценке, инженерные решения могут быть приняты на основании наблюдений или отчетных данных. В системе, где вероятность состояний природы неизвестна, то есть в условиях неопределенности, задача может быть решена путем ее сведения к принятию решений в условиях риска, например, с использованием методов экспертных оценок.

Е. С. Кузнецов отмечает, что 80-85% решений являются стандартными, а знание и использование проверенных схем управления позволяет уделять больше времени нестандартным ситуациям, в которых «предварительный анализ управляющих решений и их качественное обоснование производятся с помощью ряда математических и экономико-математических методов, объединяемых понятием исследования операции» [84, с. 28].

Томас Саати дал следующее определение понятия «исследование операций»: «Исследование операций представляет собой искусство давать плохие ответы на те практические вопросы, на которые даются еще худшие ответы другими способами» [66]. Ф.М. Морз и Д.Е. Кимбелл, в свою очередь, трактуют его так: «Исследование операций есть исследование явлений окружающего нас мира, которые обусловлены и находятся во взаимной зависимости и взаимной связи» [66].

Основной задачей исследования операций является выбор определенного решения при управлении деятельностью в отсутствии объективных данных о состоянии природы или распределении вероятностей состояний.

Существует несколько классов задач теории организационного управления, каждый из которых требует определенного подхода к его решению:

- поисковые задачи – нелинейное программирование;
- распределенные задачи – линейное программирование;
- управление запасами – теория управления запасами;
- массовое обслуживание – теория массового обслуживания;
- календарное планирование – теория расписания;
- состязательные задачи – теория игр.

При этом существует огромное количество вариантов отклонения от истинных данных, поэтому каждой задаче математического программирования может быть поставлено в соответствие множество усложненных несовершенством исходных данных задач теории решений, требующих поиска различных методов выбора решения» [66]. В условиях неопределенности аналитик может опираться на критерии выбора (критерии Гурвица, Лапласа и т.д.) при поиске решения либо же сосредоточиться на необходимых сведениях о состоянии природы, пусть даже и косвенных. По мнению И. Я. Динера «критерии выбора решения, не опирающиеся на знание состояния природы, субъективны, иногда взаимно противоречивы, использование любого из них не находит достаточного основания» [66, с.44], зачастую оторваны от реальности и «создают опасную иллюзию возможности обойтись при выборе решения без оценки реальной обстановки» [66, с.102]. Таким образом, перед исследователем встает проблема снятия неопределенности. При этом стоит учитывать, что далеко не все сведения о состоянии природы имеют вес и могут повлиять на выбор решения.

Связать имеющиеся представления о состоянии природы с определенным вариантом решения и обосновать его целесообразность возможно при помощи районирования множества векторов, описывающих состояние внешних условий.

Идеи разбиения некоторого множества на части использовал еще немецкий математик Иоганн Петер Густав Лежен Дирихле.

В конце 60-х годов прошлого столетия Исай Яковлевич Динер предложил метод решения одного класса задач теории математических игр (игры с природой), названный им методом районирования.

Инженер-полковник доктор технических наук профессор Исай Яковлевич Динер трудился на кафедре управления и службы штабов Военно-морской академии. Под руководством Динера на базе академии работала группа «Исследования операций», занимающаяся внедрением математических методов в оперативно-тактическое искусство на флоте.

Идея профессора Динера заключается в том, что для определения решения нет необходимости устанавливать чёткие условия задачи, а достаточно лишь определить знак минимального и максимального значений функции на заданной области.

По методу районирования диапазон возможных значений неопределенного фактора разбивается на ряд областей, в каждой из которых наилучшим является одно из стандартных решений. При этом в результате деления множества на районы соблюдается принцип определения наиболее экономных требований к информации. Применение этого метода целесообразно для технических задач, оптимальное решение в которых должно быть выбрано из сравнительно небольшого количества дискретных параметров.

В общем виде районирование представляет собой задачу, обратную параметрическому программированию, то есть функцией является не наиболее эффективное действие, а часть множества векторов, в которой это действие эффективно. Границы между различными областями определяются из условия тождественности функции для конкурирующих решений.

Применение метода районирования хоть и снижает влияние неопределенности, но, к сожалению, не может исключить его полностью.

Исследование операций как научное направление имеет ряд особенностей [58]:

- используемые модели имеют объективный характер, что должно позволять оптимальному решению возникать единственно возможным образом;

- руководитель полагается на силу научного подхода, т.е. его роль состоит лишь в постановке задачи и дальнейшем внедрении найденного аналитиками решения;

- существование некоего объективного критерия, определяющего, насколько найденное решение лучше базового.

Задачи многокритериального выбора от задач исследования операций отличается как раз отсутствие такого критерия. В таком случае не может быть исключена неопределенность, связанная с сопоставлением по нескольким критериям. Лица, принимающие решения, являются здесь «единственным источником информации, позволяющим оценить варианты решений и выбрать из них наилучший» и эта информация «является единственно возможной основой объединения основных параметров проблемы в единую модель, позволяющую оценить варианты решений» [с. 5, 58].

2.2 Однокритериальные методы

При решении задачи формирования рационального парка подвижного состава автотранспортного предприятия часто применяются методы, основанные на сравнении транспортных средств по одному критерию эффективности. Как правило, такая схема применяется при выборе грузовых автомобилей. Рассмотрим наиболее распространенные однокритериальные модели.

В качестве параметра, по которому будет производиться выбор транспортных средств, как правило, используют себестоимость, рентабельность, капитальные вложения, пробег, приведенные затраты, транспортную работу, коэффициент использования грузоподъемности и т.д.

Так, например, широко распространен метод выбора ПС по производительности. При этом производительность может применяться в качестве основы формирования автопарка в том случае, если отбор осуществляется среди автомобилей одной марки и одного класса

грузоподъемности, также возможным является сравнение транспортного средства с автопоездом на его базе.

Для подбора автомобилей по этому методу необходимо определить производительность всех участвующих в сравнении АТС при фактических эксплуатационных показателях, а затем выбрать позицию, имеющую наибольшую производительность.

Как показывает практика, определение подвижного состава с наибольшей производительностью можно считать лишь этапом на пути формирования рационального автопарка, так как этот критерий не отражает экономической эффективности применения автомобиля. По этой причине предлагается проводить дополнительное сравнение по себестоимости перевозок. Себестоимость рассчитывается для определенных условий перевозки.

Выбор подвижного состава путем вычисления производительности и экономической эффективности перевозок для каждой модели, участвующей в сравнении, это весьма трудоемкий процесс. Поэтому, в условиях оперативной работы чаще используются методы ускоренного сравнения, являющиеся многокритериальными, и поэтому рассматриваемые ниже.

Некоторые авторы [36] полагают, что при выборе рационального подвижного состава необходимо полагаться на «определение его специализации (тип кузова) и подбор грузоподъемности». Метод выбора АТС на основании их грузоподъемности базируется на принципе минимизации транспортной работы. При этом «область целесообразного применения автомобиля заданной грузоподъемности q_i в сравнении с автомобилем больше грузоподъемности q_{i+1} можно установить через равноценное среднее расстояние доставки грузов \bar{l}_{ip}^S , при котором себестоимости перевозок сопоставляемыми автомобилями равны» [36, с. 209].

При использовании грузоподъемности как определяющего фактора при формировании автопарка следует также уделить внимание процессу организации ПРР, так как длительные простои автомобиля под погрузкой-разгрузкой неизбежно приведут к росту издержек и падению производительности.

В целом грузоподъемность используемых автомобилей должна соответствовать партионности перевозок и обеспечивать доставку груза в грузопоглощающий пункт за одну езду [31, 36, 164].

Некоторые специалисты считают целесообразным использование автомобилей, минимальная грузоподъемность которых равна отношению максимальной суточной возможности по переработке груза на ГОП или ГПП к возможному количеству визитов автомобиля на этот пункт. На практике рекомендуется использовать транспортное средство ближайшей большей грузоподъемности относительно варианта, определенного путем расчетов.

Для мелкопартионных перевозок предлагается [50] использовать автомобили особо малой и малой грузоподъемности.

Выбор самосвалов с заданными погрузочными средствами производится [164] на основании определения удельных затрат на перевозку и разработку груза, которые определяются по формуле:

$$S_c = S_a + S_{p-n} / \rho, \quad (2.1)$$

где S_a – себестоимость перевозки и разгрузки 1 тонны груза, руб./т;

S_{p-n} – себестоимость разработки и погрузки 1 м³ груза, руб./м³;

ρ – объемная масса груза, т/м³.

Далее по формуле (2.2) вычисляется наиболее подходящая грузоподъемность самосвала.

$$q_{opt} = \frac{1}{\gamma_{cm}} \sqrt{\frac{V_3 \rho}{b_{nocm}} \left(\frac{L_{e2}}{\beta} \left(a_{nep} + \frac{a_{nocm}}{V_m} \right) + a_{nocm} t_p + \frac{b_{p-n}}{\rho} \right)} \quad (2.2)$$

где V_3 – производительность экскаватора, м³;

L_{e2} – длина ездки с грузом, км;

a_{nep} – составляющая переменных расходов на 1 километр пробега, независимая от грузоподъемности автомобиля, руб/км;

a_{nocm} – составляющая постоянных расходов на 1 час работы, независимая от грузоподъемности автомобиля, руб/ч;

t_p - временные затраты на разгрузку автомобиля-самосвала;

b_{p-n} - параметр, определяющий удельные затраты на разгрузку и погрузку, руб·т/м³;

$\gamma_{см}$ - коэффициент использования грузоподъемности;

$b_{пост}$ - составляющая постоянных расходов, зависящая от грузоподъемности автомобиля, руб·т/ч;

β - коэффициент использования пробега;

V_m - техническая скорость.

Автомобили-тягачи могут сравниваться по силе тяги на крюке, «которая должна быть больше суммарного сопротивления движению тяжеловесного прицепа с грузом в тяжелых дорожных условиях (при движении на подъем).

Сила тяги на крюке из условия сцепления ведущих колес с поверхностью качения при установившемся движении (без учета сопротивления воздуха)

$$P_{\text{кр}} = \varphi \cdot G_{\text{сц}} - \psi G_T, \quad (2.3)$$

где φ – коэффициент сцепления ведущих колес автомобиля-тягача с поверхностью качения;

$G_{\text{сц}}$ – сцепная масса автомобиля-тягача, т.е. масса, приходящаяся на ведущие колеса тягача в статическом положении, т;

ψ – коэффициент суммарного сопротивления дороги;

G_T – полная масса автомобиля-тягача (с полной загрузкой или балластом), т.

Если все колеса автомобиля-тягача являются ведущими, то $G_{\text{сц}} = G_T$, а $P_{\text{кр}} = (\varphi - \psi)G_T \gg [164]$.

Таким образом, выбор автомобиля-тягача для перевозок тяжеловесных грузов по силе тяги на крюке осуществляется по следующим условиям:

- для полноприводного АТС

$$G_T > G_{np} \frac{\psi}{\varphi - \psi} \quad (2.4)$$

- для неполноприводного АТС

$$G_T > G_{np} \frac{\psi}{K_{сц}\varphi - \psi}, \quad (2.5)$$

где $K_{сц}$ – коэффициент сцепной массы автомобиля.

Коэффициент сцепной массы определяется по формуле:

$$K_{сц} = \frac{G_{сц}}{G_T} \quad (2.6)$$

В том случае, если φ принимает большие значения, величина силы тяги на крюке может быть ограничена тяговыми возможностями двигателя и трансмиссией транспортного средства. В таких условиях сила тяги на крюке по двигателю должна быть больше произведения коэффициента суммарного сопротивления дороги и полного веса прицепа (полуприцепа):

$$P_k > \psi(G_T + G_{np})g, \quad (2.7)$$

где g – ускорение свободного падения.

Также критерием выбора автомобилей-тягачей может являться мощность двигателя, необходимая для обеспечения необходимой скорости передвижения АТС в заданных дорожных условиях.

$$N_e = \frac{\psi(G_{np} + G_T)V_{\max} + kFV_{\max}^3}{10^3 \eta_{mp}}, \quad (2.8)$$

где V_{\max} – максимальная скорость движения автопоезда, м/с;

kF – фактор сопротивления воздуха, Н·с²/м⁴.

Значение вычисленной мощности двигателя «необходимо проверить по условию движения автопоезда с минимально допустимой скоростью движения V_{\min} на участках дороги с большим сопротивлением

$$N_e = \frac{\psi_{\max}(G_{np} + G_T)V_{\min}}{10^3 \eta_{mp}}, \quad (2.9)$$

где ψ_{\max} – коэффициент суммарного сопротивления участков дороги с наибольшим сопротивлением, на которых автопоезд будет двигаться с минимальной скоростью» [164].

На практике специалисты АТП, как правило, тоже используют однокритериальные модели выбора подвижного состава. Единственным показателем качества здесь выступает стоимость автомобиля. Разумеется, такое решение не может оказаться верным и ведет к неэффективному использованию ресурсов предприятия.

При определении рациональной структуры парка подвижного состава автотранспортного предприятия должны быть учтены не только экономические, но и технико-эксплуатационные показатели. Сама методика, в свою очередь, должна быть нетрудоемкой и легко применимой на практике. При этом, учитывая характер выполняемых работ, необходима возможность учитываться критерии безопасности, экологичности, эргономичности и т.д.

2.3 Многокритериальные методы

Высокая конкуренция на рынке автомобильных перевозок вынуждают производителей транспортных услуг уделять все большее внимание качеству своей работы, чтобы соответствовать требованиям, предъявляемым потребителями. В частности, эти требования касаются комфорта, сервиса, безопасности. При этом, разумеется, нельзя забывать об экономической эффективности и технологичности. Автопарк является основой деятельности любого автотранспортного предприятия, поэтому при формировании его структуры необходимо учитывать все оказывающие влияние на конечный результат факторы.

Выбор подвижного состава с использованием нескольких критериев осуществляется, например, посредством метода ускоренного качественного сравнения. В этом методе определяются не абсолютные значения производительности, а только их соотношение в зависимости от эксплуатационных показателей и изменения одного из них во всем реальном диапазоне. Сравнение ведут по равноценному значению показателя P_i значениям

первых производных $\frac{\partial W_P}{\partial P}$, где W_P - это производительность автомобиля, а P – заданный параметр, или предельному значению показателя.

Алгоритм данного метода таков:

- определяется область, в которой производительность сравниваемых автотранспортных средств равна;
- вычисляется значение «равноценного» показателя;
- устанавливается соотношение производительностей до и после «равноценной» величины показателя.

В качестве равноценного показателя, как правило, используется длина ездки с грузом, для нахождения которой используется равенство:

$$\frac{q_1 \cdot \gamma_{\partial 1} \cdot V_{m1} \cdot \beta_1 \cdot L_{e2}}{L_{e2} + t_{np1} \cdot V_{m1} \cdot \beta_1} = \frac{q_2 \cdot \gamma_{\partial 2} \cdot V_{m2} \cdot \beta_2 \cdot L_{e2}}{L_{e2} + t_{np2} \cdot V_{m2} \cdot \beta_2}, \quad (2.10)$$

где q_i – грузоподъемность автомобиля, т;

t_{np} – время простоя под погрузкой-разгрузкой автомобиля (автопоезда), ч;

γ_{∂} – коэффициент динамического использования грузоподъемности.

Далее уравнение решается относительно значения $L_{ег}$.

Методом ускоренного сравнения также является графоаналитический метод [164 и др.]. Он дает возможность не только ускоренного сравнения моделей автомобилей, но и анализа мотивов их выбора, а также выявления путей повышения производительности транспортных средств и снижения себестоимости перевозок в зависимости от изменения эксплуатационных показателей. С помощью этого метода автомобили сравнивают путем выяснения взаимного расположения кривых зависимостей их производительности от данного эксплуатационного показателя. До равноценного расстояния более высокую производительность имеет транспортное средство, для которого касательная к графику производительности имеет больший угол. Для маршрутов больших, чем равноценное расстояние перевозки, производительность выше у того автомобиля, у которого касательная к графику производительности имеет меньший угол.

Такая методика часто используется для сравнения эффективности применения бортовых автомобилей и самосвалов. Также на основании расчета и сравнения себестоимости производится выбор подвижного состава для перевозок пассажиров.

Томас Саати [136] приводит алгоритм метода анализа иерархий (МАИ), безусловными преимуществами которого являются возможность учета неопределенности и многокритериальности поставленной задачи, а также выражения выбранных характеристик изделий как в количественной, так и в качественной форме при помощи вербально-числовой шкалы отношений. Суть МАИ состоит в разделении системы на более простые составляющие с последующим их парным сопоставлением.

Для решения задачи выбора подвижного состава также широко используется метод ранжирования и коэффициентов весомости [42]. Коэффициенты весомости чаще всего определяются с помощью метода максимальных и минимальных значений. В соответствии с ним коэффициент весомости каждой характеристики равен отношению

$$\frac{P_{S \max}}{P_{S \max} - P_{S \min}} : \sum_1^n \frac{P_{i \max}}{P_{i \max} - P_{i \min}}, S = 1, 2, \dots, n, \quad (2.11)$$

в котором $P_{i \max}$, $P_{i \min}$ – максимальное и минимальное значение единичного показателя из группы аналогов;

n – количество показателей.

Существенным недостатком данного метода является то, что наивысшую весомость получают характеристики, которые максимально близки к характеристикам аналогов, что зачастую приводит к неверным результатам. Этот недостаток можно устранить, используя метод ранжирования основных характеристик. Данный метод получил развитие в труде Титова Е.Ф. [153]. В методе оценочные показатели образца располагаются в ранжированный ряд, и коэффициент весомости характеристики определяется ее местом в данном ряду. Коэффициент весомости характеристики определяется по формуле:

$$m_i = \frac{\varphi(i)}{\sum_1^n \varphi(i)} = \frac{2^{(1-i)} i}{\sum_{s=1}^n 2^{(1-s)} s} \quad (2.12)$$

Интегральный показатель K вычисляется как среднее арифметическое значений основных характеристик, взвешенных при помощи нормирующей функции $\varphi(i)$:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n q_i \varphi(i)}{\sum_1^n \varphi(i)}, \quad (2.13)$$

где q_i – значение единичного оценочного показателя с порядковым номером в ранжированной последовательности $i = 1, 2, 3 \dots n$.

Недостатком метода ранжирования является то, что при большом количестве характеристик коэффициенты весомости быстро убывают. Автор предлагает снизить эту разницу в 3...4 раза, применив нормирующую функцию в виде $\varphi(i) = \sqrt{2^{1+i}}$

Расположение характеристик в ранжированном ряду обычно проводится методом экспертных оценок. Достоверность полученных экспертных оценок можно оценить, вычислив математическое ожидание $M(\rho)$:

$$M(\rho) = N^{-1} \sum_{i=1}^N \rho_K \eta_K, \quad (2.14)$$

где N – число опрошенных экспертов;

η_K – частота совпадения;

$\rho_K = A / N$ – степень совпадения мнения разработчиков изделия и экспертов;

i – количество характеристик.

Обычно пороговым значением $M(\rho)$, при котором мнение экспертов считают достоверным, принимают 0,68.

Метод выбора подвижного состава при помощи интегрального показателя качества приведен у М.А. Григорьева [49]. В данном методе технико-экономическая эффективность оценивается путем вычисления интегрального показателя качества по формуле:

$$K = \frac{A\gamma}{C_{\Sigma}}, \quad (2.15)$$

где A – работа, выполненная транспортным средством за весь период эксплуатации;

C_{Σ} – расходы на изготовление, эксплуатацию и ремонт ТС за весь период эксплуатации;

γ – средний коэффициент использования грузоподъемности.

Величина A вычисляется по формуле

$$A = qgT_{\Sigma}, \quad (2.16)$$

где q – грузоподъемность транспортного средства;

T_{Σ} – полный срок службы ТС в часах;

g – коэффициент использования номинальной мощности.

Коэффициент γ вычисляется как

$$\gamma = \frac{G_P}{G_{AB}}, \quad (2.17)$$

где G_{AB} – общая грузоподъемность транспортного средства;

G_P – средняя загрузка за рейс.

Для выбора подвижного состава также можно применять метод измерения конкурентоспособности изделий на основе использования функции желательности, описанный в работе Харрингтона Е.С. [178]. Но данный метод, как и многие другие, не лишен доли субъективизма, что может ставить под сомнение корректность его применения.

В работе Р.А. Фатхутдинова [158] также упоминается метод выбора подвижного состава по его конкурентоспособности. Недостатками этого метода являются отсутствие таких влияющих на конкурентоспособность факторов, как экологичность, эстетичность, дизайнерское совершенство и возможность проведения ТО и Р в регионе. Также не учитывается цена самого объекта.

Характеристики качества объекта наиболее полно охвачены у О.Д. Андреевой [9]. Недостатком предложенного метода является наличие

коэффициента весомости, что делает метод зависимым от квалификации эксперта и достаточно субъективным. Также данный метод неприменим, если один из показателей имеет значение меньше нуля.

В работах Х. А. Фасхиева и А. В. Крахмалевой [81, 155] описывается «объединение методом радара или профилей множества показателей без взвешивания в интегральный коэффициент качества». Качество изделий авторы предлагают оценивать по следующему алгоритму:

- а) выбор интересующих потребителя показателей качества;
- б) иерархическая классификация указанных показателей;
- в) определение комплексных показателей качества для каждой группы критериев при помощи метода профилей;
- г) нахождение коэффициентов весомости каждой группы методом анализа иерархий [136];
- д) нахождение интегрального показателя качества изделия путем сложения произведений комплексных показателей качества групп и их коэффициентов весомости.

Метод достаточно удобен в применении, позволяет лицу, принимающему решение, самостоятельно подбирать критерии оценки качества изделия, однако не лишен некоторой доли субъективизма.

Т. А. Бажиновой [14] предложено уравнение, «которое отражает влияние уровня научно-конструкторских разработок качества автомобилей»

$$K_K = \frac{0,036 Q_T V_{max} t \cdot \rho_T}{G_a}, \quad (2.18)$$

где Q_T – минимальный расход топлива, л/100 км;

V_{max} – максимальная скорость АТС, км/ч;

t_p – время разгона автомобиля до 100 км/ч, с;

ρ_T – удельная масса топлива, г/л;

G_a – снаряженная масса автомобиля, кг.

Приведенный комплексный показатель не учитывает стоимости изделия, расходов на ТО и Р, а также маневренности автотранспортного средства, которая

может быть крайне важна в условиях мегаполиса. К тому же жестко установленный набор показателей качества не учитывает пожеланий потребителя.

В работе С. В. Мячковой [98...101] оценка эффективности эксплуатации подвижного состава производится на основании коэффициентов технической готовности и выпуска на линию. Любопытным является тот факт, что в работе исследуются, в том числе, возможные сочетания этих коэффициентов. Эффективность АТС предлагается оценивать при помощи комплексного показателя, представляющего собой отношение коэффициента выпуска на линию к коэффициенту технической готовности. Однако предложенная методика не дает возможности учитывать другие показатели эффективности работы АТ.

Л. Р. Мамин дополняет описанную выше методику оценки потребительских свойств грузовых автомобилей, представляющую собой синтез методов профилей и анализа иерархий. Метод весьма любопытен и включает в себя исчерпывающее количество показателей качества, включая периодичность ТО, экологичность, эргономику, дизайн, интерьер, полноту комплектации и др. Однако субъективизм метода, вызванный использованием коэффициентов весомости группы, сохраняется и этим автором.

А.Д. Петров в своей работе предложил использование аналитической системы оценки конкурентоспособности по трем комплексным показателям качества: нормативному, технико-экономическому и показателю потребительской привлекательности.

С.Н. Якунин [173, 174], исследующий в своей работе структуру таксомоторного парка, приводит методику выбора подвижного состава, состоящую из следующих этапов:

- 1) выбор категории автотранспортного средства;
- 2) определение типоразмера автомобиля в рамках выбранной категории;
- 3) выбор предпочтительного модельного ряда по стоимости с учетом отзывов покупателей на выбранные АТС;
- 4) расчет и сравнение ТЭП автомобилей из предпочтительного модельного ряда;

5) приобретение подвижного состава.

Предложенная методика позволяет учитывать параметры безопасности, надежности, экологичности и комфорта, а также рассматривать возможность приобретения подержанных автомобилей. Но есть основания полагать, что первоначальный отбор по единственному критерию – цене, жестко устанавливающий его главенство в приоритетном ряду, может исключить из рассмотрения вариант, превосходящий прочие по всем остальным параметрам. К тому же, в работе рассматривается вариант приобретения автомобилей с пробегом, что может затруднить применение метода в условиях мегаполисов, где срок эксплуатации автомобилей-такси существенно ограничен.

В работе [17] отмечено, что структура парка подвижного состава оказывает непосредственное влияние на конечные результаты производственно-хозяйственной деятельности. Формирование рациональной структуры парка может производиться на основании следующих признаков:

- по технологическому признаку;
- по однотипности выполняемых работ;
- по административной подчиненности;
- по общности изготавливаемой продукции;
- по территориально-производственному принципу.

В силу того, что в условиях плановой экономике в нашей стране для таксомоторных перевозок использовались лишь автомобили на базе ГАЗ-24, таксомоторный парк в данной работе рассматривается как система одномарочных машин, проблема формирования структуры которой отсутствует. В качестве целевой функции для выбора однотипных автомобилей разного класса автор называет «лучшие конечные технико-экономические показатели работы машинного парка» [17, стр. 155]

На основе синтеза идей методов районирования [52, 53] и ранжирования [42] был создан новый метод, получивший название модифицированного метода ранжирования [19, 20, 127, 150 и др.].

Алгоритм модифицированного метода ранжирования для выбора оптимального варианта искомого решения можно сформулировать следующим образом:

1) Относительные важности показателей c_j упорядочиваются в виде приоритетного ряда $c_1 \geq c_2 \geq \dots \geq c_i \geq \dots \geq c_{n-1} \geq c_n$.

2) Для каждого сравниваемого варианта решается система уравнений:

$$\begin{cases} D_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} c_j \rightarrow \max \\ \sum_{j=1}^n c_j = 1, 0 \leq c_j \leq 1, c_j \geq c_{j+1}, i = \overline{1, n-1} \end{cases} \quad (2.19)$$

Данная задача имеет аналитическое решение

$$c_j = \begin{cases} 1, & \text{если } j \leq k \\ \frac{1}{k}, & \text{если } j = k \\ 0, & \text{если } j > k \end{cases}, \quad (2.20)$$

где индекс k определяется из условия $a_{kj} = \max_j a_{ij}$.

Из соотношения $d_f = \max_{1 \leq j \leq n} d_j$ определяется оптимальный тип подвижного состава.

Для случая $n=3$ поле распределений коэффициентов относительной важности являет собой прямоугольный треугольник с единичными катетами (рисунок 2.2).

По осям абсцисс и ординат отложены значения коэффициентов c_1 и c_2 . Треугольник ABC отражает распределение коэффициентов, описываемое системой

$$0 \leq c_i \leq 1; i = 1, 2, 3; c_1 + c_2 + c_3 = 1 \quad (2.21)$$

Точка O является центром треугольника и представляет собой решение, найденное при помощи критерия Лапласа, предполагающего равенство состояний природы.

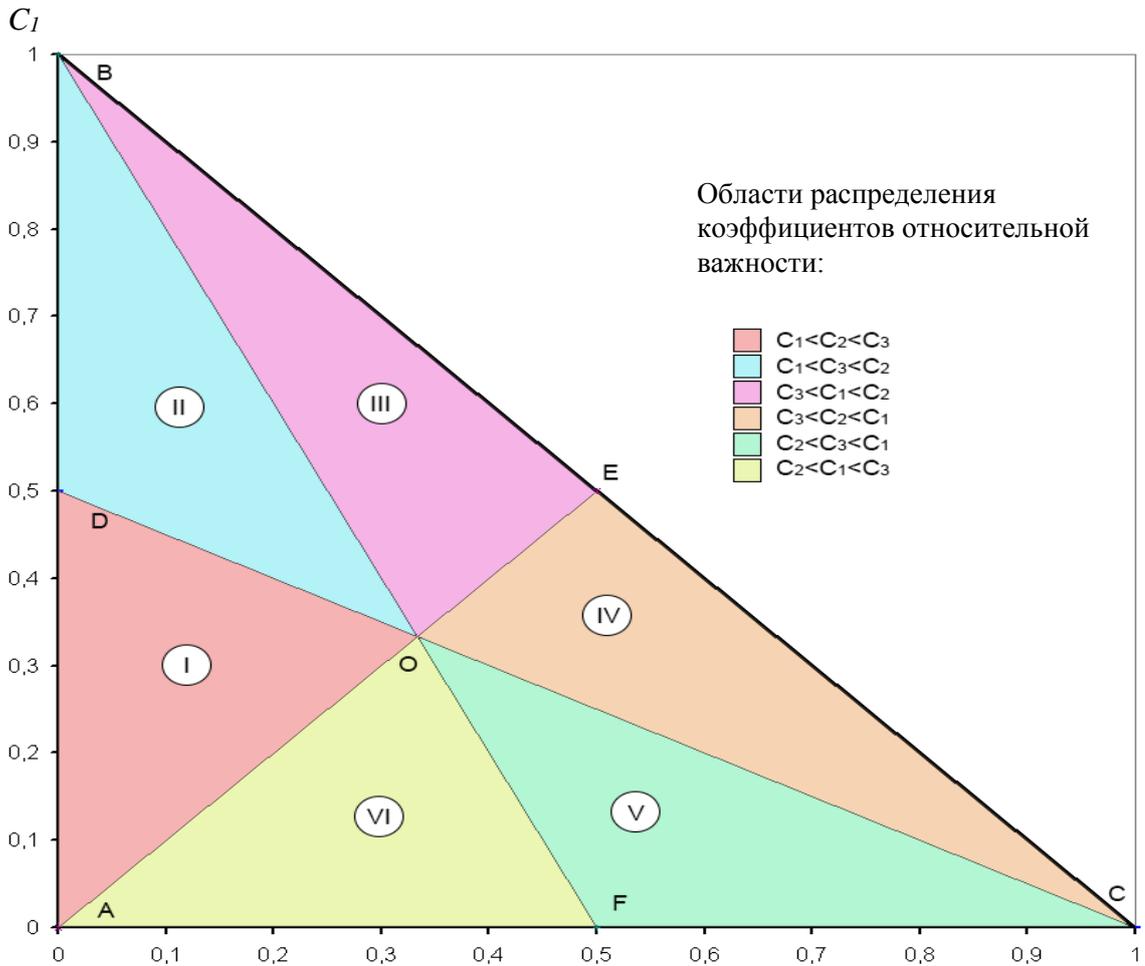


Рисунок 2.2 - Поле распределений коэффициентов C_j

Для определения весовых коэффициентов применяется также метод прямой расстановки. В этом случае они определяются лицом, принимающим решения, исходя из условия:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n a_i = 1, \\ a_i \geq 0, i = \overline{1, n} \end{cases}, \quad (2.22)$$

где a_i – вес i -го показателя;

i – порядок в рассмотрении текущего показателя;

n – количество показателей.

Широко применима также система весовых коэффициентов Фишберна. При использовании данной методики показатели выстраиваются в приоритетный ряд:

$$x_1 > x_2 > \dots > x_{n-1} > x_n \quad (2.23)$$

Затем при помощи шкалы Фишберна определяется вес критериев:

$$a_i = \frac{2(n-i+1)}{n(n+1)} \quad (2.24)$$

Данная методика проста в применении, требует привлечения экспертов лишь для установки приоритетного ряда, не имеет ограничительных условий при реализации. И, таким образом, может быть использована при формировании модельного ряда парка автомобилей-такси. Однако остается вероятность, что лицу, принимающему решения, может быть необходима более гибкая система при расстановке весовых коэффициентов.

2.4 Показатели, определяющие выбор автомобиля

2.4.1 Показатели качества автомобиля и его работы

Для того чтобы сформировать рациональный автопарк, отвечающий потребностям конкретной организации, необходимо сформулировать задачи, которые необходимо выполнить, используя автомобили, и требования, предъявляемые к ним. Под качеством автомобильного транспорта можно понимать совокупность характеристик ТС, обуславливающих его пригодность к выполнению поставленных задач и удовлетворению потребностей в перевозках в заданных условиях эксплуатации. Изучением и разработкой методов количественной оценки качества предметов и процессов занимается квалиметрия.

Практические задачи квалиметрии можно сформулировать следующим образом [39]:

- разработка методов определения численных значений показателей качества, сбора и обработки исходных данных для их вычислений и установление требований к точности таких вычислений;
- разработка методов определения оптимальных значений показателей качества различных видов продукции при их стандартизации;

- обоснование выбора и установление состава показателей качества продукции при прогнозировании и планировании повышения качества продукции и планировании стандартизации;

- разработка единых принципов и методов оценки уровня качества продукции для обеспечения репрезентативности и сопоставимости результатов оценки;

- разработка единых принципов и методов оценки отдельных свойств продукции.

Качество исследуемого объекта определяется его свойствами, то есть характерными особенностями. Поэтому важной задачей является выявление перечня показателей, оказывающих наибольшее влияние на результат работы объекта, спрос на него и т.д.

Количественная оценка качества продукции осуществляется при помощи показателей качества. Показатели качества могут быть дифференциальными и комплексными. Комплексный показатель качества, «отражающий отношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации или потребления продукции к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию или потребление, называется интегральным показателем» [39].

При формировании парка подвижного состава, как правило, используются комплексные измерители. Например, производительность автомобиля, энергоемкость перевозок и др. В работе [39] автомобили относятся к 5 группе образцов продукции (ремонтируемые изделия) и характеризуются следующими показателями качества: безотказность, долговечность, эргономичность, стандартизация и унификация, ремонтпригодность, транспортабельность, патентно-правовые и эстетические показатели.

Наиболее полный список показателей качества, характеризующих работу легковых автомобилей, приведен в ГОСТ 4.396-88 «Система показателей качества продукции. Автомобили легковые. Номенклатура показателей» [44].

На основании ГОСТа составлена таблица 2.1.

Таблица 2.1 - Показатели качества автомобилей

Наименование показателя качества	Обозначение показателя качества	Наименование характеризваемого свойства
1. Показатели назначения	-	-
1.1. Тип перевозок	-	-
1.2. Тип кузова	-	-
1.3. Вместимость (число мест для сидения, включая место водителя)	-	Несущая способность
1.4. Тип трансмиссии	-	-
1.5. Тип двигателя, число и расположение цилиндров	-	Характеристика двигателя
1.6. Показатели двигателя (ГОСТ 14846-81)	-	Энергетические возможности автомобиля
1.6.1. Номинальная мощность, кВт (л.с.), при частоте вращения коленчатого вала, мин	N	То же
1.6.2. Максимальный крутящий момент, Н·м	M_{Kmax}	"
1.6.3. Рабочий объем, л	-	-
1.6.4. Сорт топлива	-	-
1.7. Показатели масс (СТ СЭВ 1598-79)	-	-
1.7.1. Масса неснаряженного автомобиля, кг	M_H	Несущая способность
1.7.2. Масса снаряженного автомобиля, кг	M_C	Характеристика конструкции
1.7.3. Полная конструктивная масса автомобиля, кг	M_{II}	То же
1.8. Габаритные размеры автомобиля, мм	-	"
1.8.1. Длина	L_4	"
1.8.2. Ширина	B_2	"
1.8.3. Высота (без нагрузки)	H_3	"
1.9. Полезная длина салона, мм	L_C	Вместимость
1.10. Полезная ширина салона, мм	B_C	То же
1.11. База автомобиля (ГОСТ 22748-77), мм	-	Характеристика конструкции
1.12. Внешний минимальный габаритный радиус поворота автомобиля, м	R_{II}	Маневренность
1.13. Коэффициента аэродинамического сопротивления	C_X	Аэродинамическое совершенство
1.14. Размеры шин	-	-
1.15. Емкость топливного бака, л	-	Автономность

Продолжение таблицы 2.1

Наименование	Обозначение	Наименование
1.16. Удельная полезная площадь салона, м	S_4	Комфортабельность
1.17. Объем багажного отделения (кузова), м	Q_{δ}	Грузовместимость
1.18. Максимальная скорость (ГОСТ 22576-77), км/ч	$V_{a_{max}}$	Динамические качества
1.19. Время разгона на скорости от 0 до 100 км/ч, с	t_p	То же
1.20. Время разгона на IV и V передачах на скорости от 60 до 100 км/ч, с	$t_{p,n}$	"
2. Показатели надежности	-	-
2.1. Ресурс до капитального ремонта и (или) полный ресурс, тыс. км	T_P	Долговечность
2.2. Исключен. Изм. N 1.	-	-
2.3. Средняя наработка на отказ, тыс. км	T_O	Безотказность
2.4. Коррозионная стойкость кузова, лет	$T_{CЛ}$	Долговечность
2.5. Гарантийный срок эксплуатации (гарантийная наработка), лет (тыс. км)	-	Гарантийные обязательства
3. Показатели экономного использования сырья, материалов, топлива, энергии, трудовых ресурсов	-	-
3.1. Удельная масса, кг/м	$K_{M,Y}$	Характеристика конструкции
3.2. Расход топлива при движении с постоянной скоростью 90 км/ч (ГОСТ 20306-85), л/100 км	$Q_{S(90)}$	Топливная экономичность
3.3. Расход топлива при движении с постоянной скоростью 120 км/ч (ГОСТ 20306-85), л/100 км	$Q_{S(120)}$	То же
3.4. Расход топлива в городском цикле (ГОСТ 20306-85), л/100 км	$Q_{SГЦ}$	"
3.5. Обобщенный приведенный расход топлива, л/100 км	Q_S	"
4. Эргономические показатели	-	-
4.1. Уровень внутреннего шума при скорости 100 км/ч, дБА	-	Акустические условия в кабине
4.2. Уровень внутреннего шума (ГОСТ 27435-87), дБА	-	То же
4.3. Максимальное усилие на педали тормоза, Н	-	Соответствие силовым возможностям человека
5. Показатели технологичности	-	-
5.1. Удельная оперативная трудоемкость (ГОСТ 21624-81), чел.-ч/тыс. км	-	Эксплуатационная технологичность и ремонтпригодность
5.1.1. Технического обслуживания	$S_{T,O}$	-

Продолжение таблицы 2.1

Наименование	Обозначение	Наименование
5.1.2. Текущего ремонта	$S_{T.P}$	-
5.2. Периодичность технического обслуживания (ТО-1/ТО-2) (ГОСТ 21624-81), тыс. км	$L_{T.O}$	Эксплуатационная технологичность и ремонтпригодность
6. Экологические показатели	-	-
6.1. Содержание вредных веществ в отработавших газах бензиновых двигателей (ГОСТ 17.2.2.03-87), %	-	Степень загрязнения окружающей среды
6.2. Дымность отработавших газов дизельных двигателей (ГОСТ 17.2.2.01-84), %	-	То же
6.3. Уровень внешнего шума (ГОСТ 27436-87), дБА	-	"
7. Показатели безопасности	-	-
7.1. Соответствие законодательным требованиям по безопасности конструкции Правил ЕЭК ООН	-	Соответствие требованиям активной и пассивной безопасности
8. Эстетические показатели	-	-
8.1. Показатель совершенства художественно-конструкторского решения, балл	P_c	-

В конкретных условиях эксплуатации применять все перечисленные показатели нет необходимости. Список следует адаптировать для конкретной задачи.

Вопросам оценки качества изделий посвящено немало работ. Например, профессором Е. А. Чудаковым [165] была предложена система качественных характеристик автотранспортных средств, включающая в себя динамические, экономические показатели, надежность, проходимость, устойчивость, управляемость, мягкость хода, простоту ухода. Через некоторое время в систему вошли также тоннаж автомобиля, запас хода, маневренность и т.д.

В работе А.М. Большакова [18] рассматривается понятие показателя качества транспортного обслуживания в городах на основании уравнения

$$K_H = \frac{t_H}{t_\phi} \cdot \frac{y_H}{y_\phi} \cdot R, \quad (2.25)$$

где t_H – нормативное время, затрачиваемое на перемещение пассажира, ч;

$t_{\text{ф}}$ – время, фактически затрачиваемое на поездку пассажира, ч;

$u_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент наполнения;

$u_{\text{ф}}$ – фактический коэффициент наполнения;

R – показатель регулярности движения.

Метод является достаточно трудоемким, что осложняет его применение.

В диссертационной работе Е. А. Сидорова [141] предлагается оценивать качество услуг по перевозке пассажиров при помощи времени поездки, комфортности и стоимости перемещения.

В работе [175] сформирован список показателей качества таксомоторных перевозок. Авторы называют:

- «своевременность прибытия легкового такси к месту заказа»;
- «информирование диспетчером пассажира при заказе о водителе и об автомобиле»;
- «умение водителя ориентироваться в населенном пункте»;
- «опрятный внешний вид и культурное общение водителя»;
- «помощь в погрузке и выгрузке багажа, предложение различных вариантов маршрута»;
- «прохождение водителем легкового такси предрейсового медосмотра и наличие талона о прохождении государственного технического осмотра автомобиля»;
- «внешний вид, чистота и комфортность автомобиля»;
- «наличие фонаря оранжевого света, детского сиденья и информации в салоне»;
- «наличие таксометра»;
- «скидки и акции для постоянных клиентов»;
- «аккуратное вождение».

В ходе исследования было установлено, что пассажиры такси более всего ценят своевременную подачу автомобиля, далее по убыванию последовали аккуратность вождения, знание города, внешний вид, чистота и комфорт.

Многими авторами упоминается интегральный показатель качества легковых автомобилей, представляющий собой сумму произведений показателей оценки динамики, комфортабельности, безопасности, эксплуатационных затрат на топливо, ТО и Р, надежности и их коэффициентов весомости. Представленный метод рассматривает лишь ограниченный список показателей качества, не учитывая экономические показатели, экологичность, ряд ТЭП, эргономику, оказывающие влияние на эффективность эксплуатации АТС.

Автомобильное издание Авторевю проводит сравнительные тесты близких по стоимости транспортных средств. Эксперты оценивают следующие параметры:

а) эргономика:

- 1) рабочее место водителя;
- 2) обзорность;

б) динамика:

- 1) разгонная динамика;
- 2) тормозная динамика;
- 3) управляемость;

в) ездовой комфорт:

- 1) плавность хода, виброзащита;
- 2) акустический комфорт;
- 3) микроклимат;

г) комфорт салона:

- 1) пассажирские места;
- 2) багажник;
- 3) трансформация салона.

Внутри каждого параметра установлены максимальные баллы, относительно которых проводится экспертная оценка. В результате вычисляется суммарный балл, по которому в итоге определяется лучшее автотранспортное средство.

ГОСТ Р 51825-2001 «Услуги пассажирского автомобильного транспорта. Общие требования» [48] устанавливает следующие свойства транспортных услуг:

- безопасность;
- своевременность и скорость;
- комфортность, этика, эстетика;
- комплексность;
- информативность, достоверность;
- доступность;
- сохранность багажа.

В работе [10] предлагается сравнение конкурентных аналогов товара на основании показателей:

- цена;
- уровень комфортности;
- безопасность;
- дизайн;
- динамические качества;
- надежность.

Ссылаясь на использованные в работе источники, авторы заявляют, что «именно эти показатели наиболее сильно влияют на выбор того или иного автомобиля покупателями» [10, с. 65].

Разумеется, стоимость автомобиля, является одним из определяющих факторов при формировании парка, но необходимо учитывать также другие параметры, влияющие на стоимость его эксплуатации. Например, затраты на техническое обслуживание, расход топлива, стоимость страхования.

Учитывая серьезную конкуренцию на рынке таксомоторных перевозок, необходимо также учитывать маркетинговые составляющие. К этому списку могут быть отнесены уровень комфорта (на основании экспертной оценки или по набору опций), внутренние размеры автомобиля, показатель совершенства художественно-конструкторского решения (дизайн), уровень внутреннего шума (акустический комфорт), размеры багажного отделения.

Также необходимо учитывать набор условных «технико-эксплуатационных показателей». Это могут быть радиус поворота автомобиля, его габариты, мощность, крутящий момент и т.д.

2.4.2 Безопасность как основа формирования автопарка

Одним из важнейших показателей, по которому должен осуществляться выбор автомобиля-такси, является безопасность. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств» определяет безопасность транспортного средства как «состояние, характеризующее совокупностью параметров конструкции и технического состояния транспортного средства, обеспечивающих недопустимость или минимизацию риска причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических и юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде» [131].

ГОСТ Р 51709-2001 [47] устанавливает следующие требования к техническому состоянию автотранспортных средств:

- требования к тормозному управлению;
- требования к внешним световым приборам и светоотражающей маркировке;
- требования к стеклоочистителям и стеклоомывателям;
- требования к шинам и колесам;
- требования к двигателю и его системам;
- требования к прочим элементам конструкции (например, зеркала заднего вида, противосолнечные козырьки и др.);
- требования к маркировке АТС.

Конструктивную безопасность автомобиля разделяют на активную, пассивную, послеаварийную и экологическую. Активная безопасность обеспечивается комплексом свойств, направленных на предотвращение дорожно-транспортных происшествий. Согласно [121] активная безопасность включает:

- тормозные свойства;
- динамические свойства;
- устойчивость;
- управляемость;
- обзорность;
- внутренняя информативность;
- внешняя информативность;
- уровень внутреннего шума;
- экологические свойства.

К пассивной безопасности относятся свойства автомобиля, позволяющие минимизировать последствия возникшего ДТП [121]:

- демпфирующие свойства кузова (кабины) автомобиля – бамперы, безосколочные стекла, надежные замки травмобезопасные выступы, приборные панели и рулевое управление, ремни безопасности, подголовники;

- эвакуационная безопасность – правильное размещение топливных баков и топливопроводов, а также их надлежащая герметизация, применение трудновозгораемых и нетоксичных материалов, конструкция замков, не допускающая их блокировку при деформации кузова, наличие аварийных люков и выходов у автобусов.

В работе [76] приведены возможные методы оценки пассивной безопасности:

- а) имитационные – при помощи компьютерного моделирования;
- б) экспериментальные – краш-тесты;
- в) измерительные:

- 1) по соотношению числа погибших к числу раненых во время ДТП;
- 2) по соотношению числа тяжело раненых и погибших к общему числу ДТП;
- 3) на основании коэффициента опасности;
- 4) по среднему значению опасности при ДТП;
- 5) по внутренней пассивной безопасности автомобиля.

Применение методов группы «а» может быть затруднительно при использовании их как элемента оценки качеств автомобиля. Оценка уровня безопасности автомобиля по методам группы «в» является практически невозможной по причине отсутствия данных по пострадавшим в ДТП с участием конкретной модели автомобиля с учетом комплектации ТС. Пренебрежение этим фактом может отразиться на корректности оценки безопасности, так как в разных комплектациях автомобиль может быть оснащен разным количеством подушек безопасности.

Для проверки автомобиля на устойчивость при совершении экстремальных маневров применяется так называемый «лосиный тест». При проведении такого эксперимента имитируется неожиданное появление препятствия (например, перебегавшего дорогу животного). Водителю необходимо резко перестроиться влево, а затем вернуться в свою полосу движения. Испытание проводится на размеченном конусами полигоне и с постепенным повышением скорости повторяется до тех пор, пока конусы не будут сбиты.

ГОСТ 31507-2012 «Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытаний» устанавливает следующие виды проводимых испытаний:

- усилие на рулевом колесе (применяется для определения усилий, которые должен приложить водитель транспортного средства для поворота управляемых колес);
- стабилизация (применяется для определения параметров, которые характеризуют самостоятельный возврат управляемых колес, а также рулевого колеса в нейтральное положение);
- опрокидывание на стенде (применяется для определения показателей поперечной устойчивости транспортного средства против опрокидывания при наклоне платформы стенда до момента отрыва от опорной поверхности колес одной стороны одиночного ТС или колес одной стороны звена седельного автопоезда);

- рывок руля (применяется с целью определения характеристик чувствительности АТС к управлению и поворачиваемости, заброса угловой скорости, а также времени 90%-ной реакции ТС);
- поворот (применяется для определения максимальной скорости маневра при входе в поворот);
- переставка (применяется для определения максимальной скорости маневра при смене полосы движения на ограниченном участке пути);
- прямая (применяется с целью определения средней угловой скорости корректирующих поворотов рулевого колеса);
- пробег (применяется для оценки управляемости и устойчивости автомобиля, а также для определения допустимой скорости движения на дорогах общего пользования).

2.5 Выводы по второй главе

Во второй главе диссертационного исследования был выполнен анализ существующего методологического аппарата, применяемого для обоснования рациональной структуры парка автомобилей-такси. Было установлено следующее:

- большинство существующих методов разработано для грузовых автомобилей и автобусов. Исследования в области обоснования рациональной структуры таксомоторного парка не получили должного развития;
- существующие методы формирования таксомоторного парка не отвечают особенностям эксплуатации автомобилей-такси в больших городах;
- в рассмотренных методиках в должной мере не учитываются показатели конструктивной безопасности автотранспортных средств;
- однокритериальные методы не применимы к задаче обоснования рациональной структуры таксомоторного парка, так как при выборе автомобилей-такси необходимо учитывать широкий спектр показателей качества;

- существующие многокритериальные методы не адаптированы к задаче выбора автомобилей-такси, не обоснован перечень показателей, которые необходимо учитывать при обосновании рациональной структуры таксомоторного парка.

С учетом проведенного анализа в рамках данного исследования разрабатывается метод обоснования требований к рациональной структуре парка автомобилей-такси, учитывающий особенности эксплуатации АТС в крупных городах, требования к автомобилям со стороны компаний-перевозчиков и пассажиров.

3 ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ТАКСОМОТОРНОГО ПАРКА

3.1 Моделирование работы таксомоторного парка

Для таксомоторных предприятий, функционирующих в крупных городах, характерной чертой является неоднородность автомобильного парка. Стремясь удовлетворить нужды различных категорий граждан, перевозчики, как правило, формируют его из транспортных средств разных классов, для которых устанавливается индивидуальная базовая стоимость.

Разумеется, наибольшим спросом у пассажиров пользуется такси эконом-класса [147], но более комфортные автомобили востребованы у корпоративных клиентов и выполняют заказы по достаточно высоким тарифам.

Таким образом, при распределении бюджета на этапе закупки автомобилей-такси может быть поставлен вопрос о нахождении рациональной пропорции между АТС различных классов. Данная задача представляет собой задачу принятия решений в условиях риска и может быть решена при помощи имитационного моделирования.

Имитационное моделирование можно определить как «процесс конструирования модели реальной системы и постановки экспериментов на этой модели с целью либо понять поведение системы, либо оценить (в рамках ограничений, накладываемых некоторым критерием или совокупностью критериев) различные стратегии, обеспечивающие функционирование данной системы» [169]. Этот метод целесообразно применять в том случае, когда проведение эксперимента над реальным объектом затруднено или же невозможно.

Выделяют следующие этапы процесса имитации [169]:

- определение системы;
- формулирование модели;
- подготовка данных;
- трансляция модели;
- оценка адекватности модели;

- стратегическое планирование;
- тактическое планирование;
- экспериментирование (осуществление имитации);
- интерпретация полученных данных;
- реализация модели и полученных в результате моделирования результатов;
- документирование.

Имитационное моделирование позволяет рассматривать большое количество возможных управленческих решений, прогнозировать их последствия и, таким образом, повышать их эффективность.

Для изучения особенностей работы таксомоторного парка была построена имитационная модель, воспроизводящая поведение реального автотранспортного предприятия и позволяющая получить данные о различных аспектах его функционирования.

Созданная модель была призвана решить задачу создания рационального таксомоторного парка, состоящего из автомобилей разных классов. Иными словами, производилось нахождение оптимальной пропорции распределения автомобилей по ним.

Исходными данными для создания модели послужили:

- количество автомобилей (находились решения для 50-200 автотранспортных средств) с учетом разбиения их по трем классам обслуживания;
- зависимость объема поступающих заявок от дня недели, сезона и т.д.;
- стоимость поездок для различных классов автомобилей, генерирующаяся в определенных пределах с определенным распределением;
- продолжительность поездки;
- стоимость эксплуатации автомобилей по классам с учетом оплаты труда водителей;
- вероятность поломки, стоимость и длительность ее устранения.

Согласно статистическим данным [147] в Санкт-Петербурге чаще всего задействованы автомобили-такси класса «эконом». Доля заявок на такой класс обслуживания составляет около 86%.

На буднях услугами такси петербуржцы чаще всего пользуются между 15:00 и 21:00, недельные пики приходятся на вечер (с 18 до 23 часов) пятницы и субботы. На рисунке 3.1 представлен график, иллюстрирующий распределение заявок на использование автомобилей-такси по времени. За 100% принято среднее число заказов в час в период с 9 до 18 часов в будние дни [147].

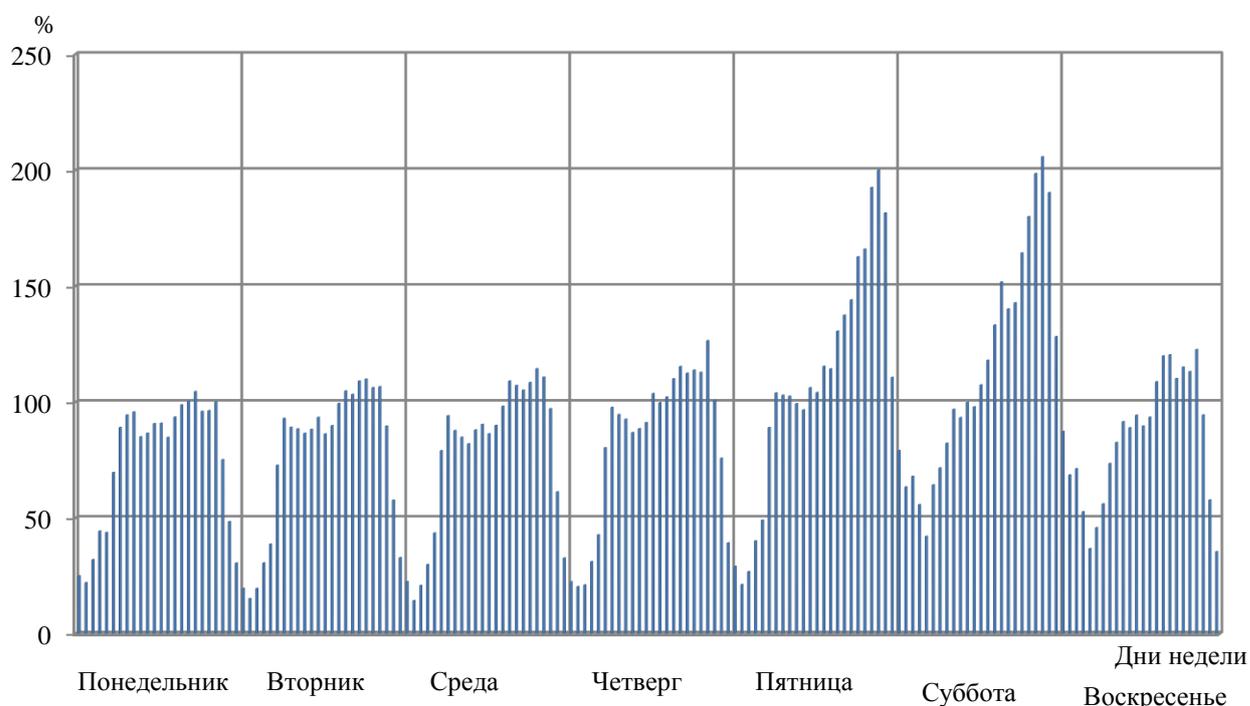


Рисунок 3.1 - Распределение поездок на такси по дням недели и часам

Средняя продолжительность поездки на такси составляет 21 минуту, причем максимальных значений данный показатель достигает в промежутке между 14 и 16 часами, минимальных – в период с 20 до 23 часов.

Средняя стоимость поездки на автомобиле эконом-класса составляет 330 рублей. В ночное время, как правило, действуют надбавки, наибольшая стоимость поездок фиксируется в период с 23 до 04 часов.

На рисунке 3.2 приведена зависимость средней стоимости минуты в пути и средней дистанции от времени, в которое осуществляется перевозка.

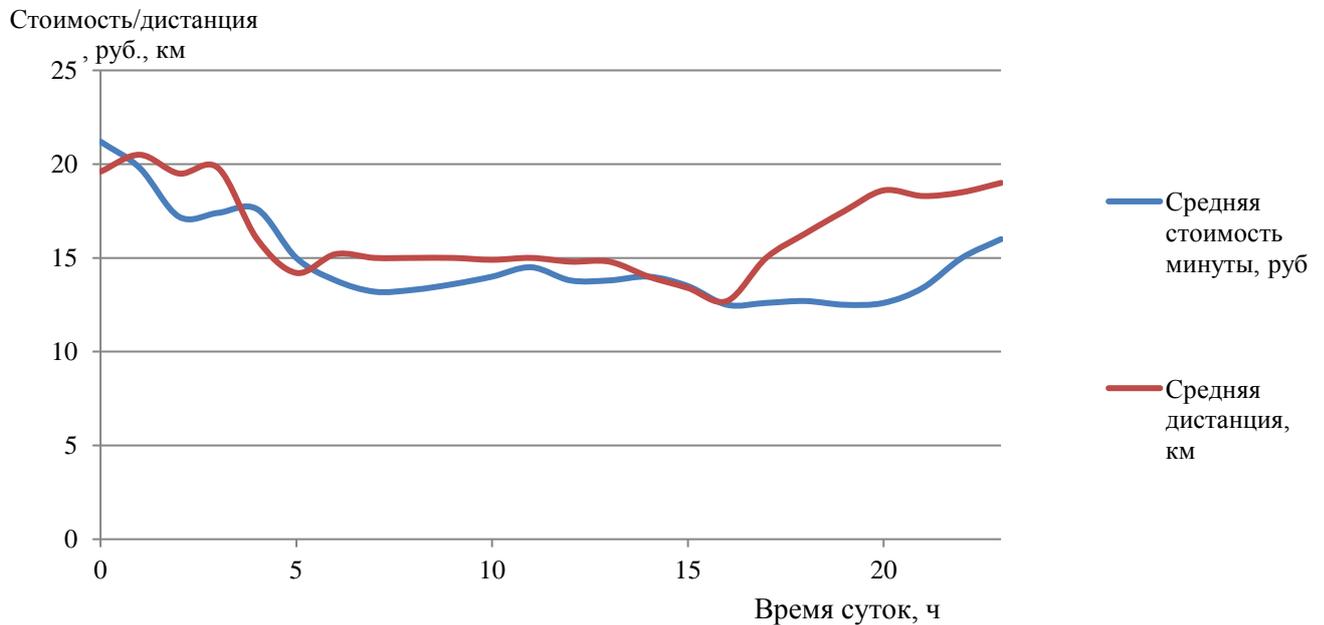


Рисунок 3.2 - Стоимость одной минуты в пути и дистанция поездки

Автомобили в зависимости от принадлежности к классу распределяются по трем стекам. Автомобиль выбывает из стека на заданное время, получив вызов или неисправность. В том случае, если заказы продолжают поступать, а стек пуст, происходит отказ. Каждый выполненный заказ генерирует прибыль.

Схема выполненной модели представлена на рисунке 3.3.

В результате моделирования было установлено, что пропорции распределения по классам автомобилей должны соответствовать распределению заказов. Таким образом, на этапе обновления парка или проектирования предприятия, эксплуатирующего автомобили-такси, необходимо проводить тщательный мониторинг рынка и опираться на полученные данные о спросе на те или иные тарифы.

Однако определение классовой структуры не является завершающим этапом при формировании рационального таксомоторного парка, так как остается необходимость подбора автомобилей, обслуживающих один тариф.

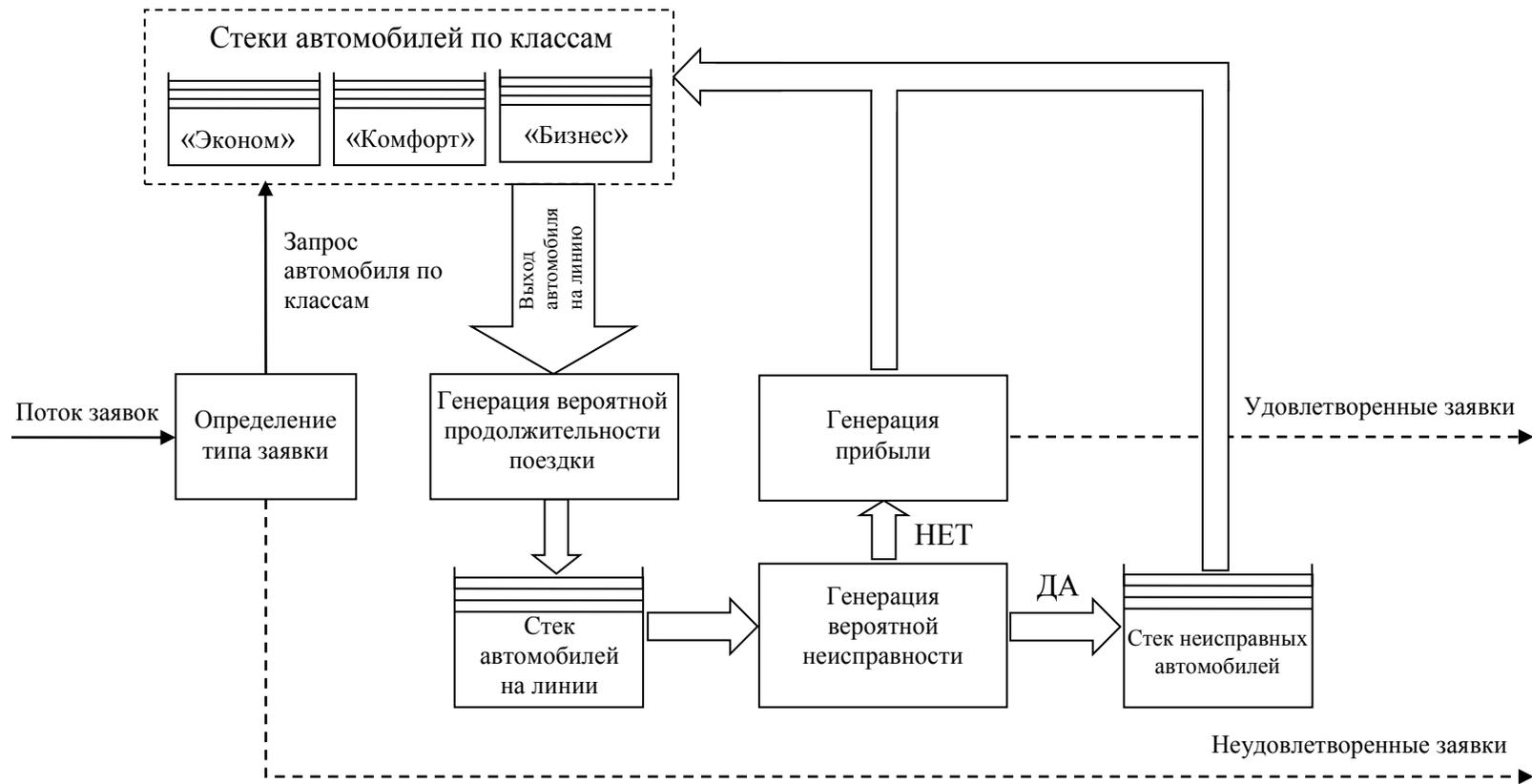


Рисунок 3.3 - Схема имитационной модели работы таксомоторного парка

3.2 Формирование комплексных показателей, оказывающих влияние на выбор автомобилей-такси

Задача формирования рационального таксопарка требует особого внимания и специализированного подхода. При выборе автомобилей-такси необходимо учитывать широкий спектр показателей. В случае применения известных методов решающее влияние на выбор транспортного средства оказывают лишь первые из них, оцененные экспертом как наиболее важные, при этом прочие показатели практически не имеют веса. От этой проблемы возможно избавиться путем свертки однородных показателей в комплексные, в результате чего все выбранные показатели будут учитываться при подборе в соответствии с оценкой их важности.

Как отмечалось выше, при выборе легкового автомобиля необходимо учитывать его экономичность, привлекательность для пассажиров, технические характеристики, безопасность.

Разумеется, одним из определяющих факторов при покупке автомобиля является его стоимость. Также немалая роль в общей структуре расходов будет отведена затратам на топливо. Помимо этого, необходимо учесть затраты на проведение технического обслуживания и страхование. Принимать во внимание трудоемкость ремонта автомобиля, стоимость нормо-часа и т.д. нет необходимости, так как потребность в проведении подобных процедур носит вероятностный характер. К тому же, учитывая весьма ограниченный срок эксплуатации автомобилей-такси в крупных городах (как правило, 3 года), ряд работ можно производить по гарантии. По той же причине нет необходимости останавливаться, например, на показателях надежности автомобиля, приведенных в ГОСТе [44], при сроке службы в АТП в 3 года коррозионной стойкостью кузова и ресурсом до капитального ремонта можно пренебречь.

Так как в каждой группе будут сравниваться автомобили одного класса, незначительно отличающиеся друг от друга по длине и ширине, вводить в рассмотрение габариты ТС не имеет смысла.

При осуществлении работ по перевозке пассажиров особое внимание необходимо уделять безопасности. Несмотря на то, что все автомобили на рынке должны соответствовать предъявляемым нормативными документами требованиям, уровень их активной и пассивной безопасности нельзя назвать одинаковым, поэтому целесообразным представляется ввести в рассмотрение этот критерий. Пассивную безопасность предлагается оценивать по баллам, присвоенным автомобилю, например, по результатам краш-тестов комитета Euro NCAP. Баллы присваиваются АТС по результатам прохождения серии тестов, представляющих собой основные модели ДТП, дополнительные баллы присваиваются за некоторые дополнительные элементы активной безопасности, например, за наличие АЕВ, крепежных устройств ISOFIX в разных позициях для сидения, переключателя для отключения подушки безопасности переднего сиденья с четкими инструкциями для пользователя, встроенных детских кресел безопасности и т. д. Оценка производится в 4 областях:

а) защита водителя и взрослых пассажиров:

- 1) уровень безопасности при столкновении со смещением с деформируемым препятствием;
- 2) уровень безопасности при столкновениях без смещения;
- 3) уровень безопасности при боковых столкновениях;
- 4) уровень безопасности при столкновении со столбом;

б) защита пассажиров-детей:

- 1) эффективность детских удерживающих устройств;
- 2) оснащенность автомобиля;
- 3) проверка установки детской удерживающей системы;

в) уровень защиты пешеходов:

- 1) уровень безопасности при ударах головой;
- 2) уровень безопасности при ударах по верхней части ног;
- 3) уровень безопасности при ударах по нижней части ног;
- 4) система автономного экстренного торможения для защиты пешеходов;

г) устройства обеспечения безопасности:

- 1) сигнализаторы непристегнутых ремней безопасности;
- 2) система обеспечения рекомендованного скоростного режима;
- 3) система автономного экстренного торможения в междугородних поездках;
- 4) система удержания автомобиля на полосе движения.

Активную безопасность в поставленных условиях можно оценить по наличию следующих элементов:

- антиблокировочная система тормозов – предотвращает блокировку колес при экстренном торможении, позволяет избежать скольжения автомобиля и потери контроля над транспортным средством;

- противобуксовочная система – осуществляет контроль над буксованием ведущих колес, предотвращая потерю сцепления с дорожным покрытием, упрощает процесс управления автомобилем в условиях недостаточного сцепления;

- система курсовой устойчивости – динамическая система стабилизации автомобиля, обеспечивает контроль над ТС, позволяет предотвратить занос;

- система распределения тормозных усилий – помогает сохранять траекторию движения автомобиля;

- система экстренного торможения – предназначена для поддержки водителя в условиях экстренного торможения.

При наличии каждой из указанных систем автомобилю будет присваиваться определенный балл.

Помимо прочего предлагается учитывать минимальный радиус разворота, мощность и объем двигателя.

Также немаловажной является составляющая комфортности – показатели, характеризующие эстетику и удобство. Сюда же можно отнести объем багажного отделения и акустический комфорт. При возникновении трудностей с формализованной оценкой этих показателей можно обратиться к экспертным оценкам, проводимым крупными автомобильными изданиями.

Таким образом, система показателей, применяемых для выбора автомобилей-такси, будет иметь вид:

а) k_1 (техническая составляющая), которая включает:

- 1) наличие систем активной безопасности, балл;
- 2) уровень пассивной безопасности, балл;
- 3) мощность двигателя, кВт;
- 4) время разгона до 100 км/ч, сек.;
- 5) минимальный радиус поворота, м;

б) k_2 (составляющая комфорта), которая включает:

- 1) объем багажника, л;
- 2) комфорт пассажирских мест, балл;
- 3) акустический комфорт, балл;
- 4) плавность хода, балл;

в) k_3 (экономическая составляющая), которая включает:

- 1) стоимость автомобиля, руб.;
- 2) затраты на ТО, руб./км;
- 3) стоимость полисов ОСАГО и КАСКО, руб.;
- 4) расход топлива, л/100 км.

3.3 Определение весовых коэффициентов частных показателей

Очевидно, что элементы системы комплексных показателей не равнозначны и могут оказывать разное влияние на выбор автомобилей, эксплуатирующихся в таксомоторных перевозках. Однако информация о весомости факторов отсутствует, то есть принятие решений осуществляется в условиях неопределенности. Для сведения неизвестных вероятностей к известным и определения коэффициентов значимости целесообразно воспользоваться экспертным оцениванием.

Схема проведенной экспертной оценки представлена на рисунке 3.4.



Рисунок 3.4 – Схема проведения экспертной оценки для определения веса частных показателей

Определение весовых коэффициентов, как правило, производится в несколько этапов:

- проведение предварительного ранжирования;
- оценка компетентности экспертов;

- проведение повторного ранжирования с учетом компетентности экспертов.

Однако проведение оценки компетентности экспертов может быть затруднительно, так как степень согласованности не может являться единственным ее мерилем. Как отмечает В.Г. Коробов, может иметь место «обратная логика, проистекающая из поляризации мнений» [79, с. 60]. То есть даже специалисты, ведущие исследования в одной и той же области, но имеющие разную специальность могут оценивать один и тот же критерий по-разному, что вовсе не означает некомпетентность некоторых из них.

Представляется разумной оценка автомобиля-такси с 3 позиций:

- ученого, занимающегося проблемами транспорта;
- специалиста АТП;
- клиента служб такси.

Для проведения оценки было привлечено 3 группы экспертов, состоящих из 5 ученых, 7 граждан, регулярно пользующихся услугами такси, а также 9 работников автотранспортных предприятий.

Каждый эксперт в индивидуальном порядке осуществлял расстановку рангов внутри трех комплексных показателей, начиная с первого, представляющегося ему наиболее важным, до последнего, который, по мнению эксперта, наименее значим.

Процедура ранжирования (операция упорядочения критериев по важности) является элементарной операцией обработки информации. Она оценивается специалистами [58] как допустимая, так как может выполняться ЛПР с малыми противоречиями.

Среднее значение ранга по данным экспертов группы рассчитывается по формуле:

$$z_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m c_{ij}, \quad (3.1)$$

где c_{ij} – ранг i -го показателя, назначенный j -м экспертом;

m – количество экспертов.

Среднее квадратичное отклонение рангов i -го показателя от его среднего значения рассчитывается следующим образом:

$$\delta_i = \sqrt{\frac{1}{m(m-1)} \sum_{j=1}^m (c_{ij} - z_i)^2} \quad (3.2)$$

Далее при помощи округления среднего значения осуществляется выставление предварительных рангов по всем показателям следующему алгоритму:

- наименьшему z_i -рангу присваивается ранг $r_i = 1$;
- следующему наименьшему по величине рангу z_k , ($k \neq i$) назначается предварительный ранг 2;
- выбирается следующий наименьший по величине ранг, и ему назначается следующий предварительный ранг;

Если некоторые средние значения показателей места z_u и z_v ($u \neq v$) отличаются не более чем на Δ_z , где

$$\Delta_z = |z_u - z_v| \leq 0,1 * \left(\frac{n^2}{m-1} \right)^{0,25}, \quad (3.3)$$

то предварительные ранги назначаются как среднее по числу их возможных порядковых мест.

Правильность назначения предварительных рангов можно проверить по их сумме, которая должна быть равна $0,5n(n+1)$.

Результаты расчета для проведения процедуры предварительного ранжирования в группе ученых для автомобилей эконом-класса приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 –Предварительное ранжирование рангов показателей для автомобилей эконом-класса в экспертной группе ученых

Обозначения	Показатели	Эксперты					Среднее значение z_i	Средне квадратичное отклонение δ_i	Предварительный ранг	
		1	2	3	4	5				
k_1	k_{11}	Мощность двигателя	4	4	4	4	4	4	0	4
	k_{12}	Время разгона до 100 км\ч	5	5	5	5	3	4,6	0,4	5
	k_{13}	Мин радиус поворота	3	3	3	3	5	3,4	0,4	3
	k_{14}	Наличие систем активной безопасности	2	1	1	2	2	1,6	0,244948974	2
	k_{15}	Уровень пассивной безопасности	1	2	2	1	1	1,4	0,244948974	1
k_2	k_{21}	Объем багажника	1	2	2	1	2	1,6	0,244948974	2
	k_{22}	Комфорт пассажирских мест	2	1	1	2	1	1,4	0,244948974	1
	k_{23}	Акустический комфорт	4	3	4	4	4	3,8	0,2	4
	k_{24}	Плавность хода	3	4	3	3	3	3,2	0,2	3
k_3	k_{31}	Стоимость автомобиля	2	2	1	2	1	1,6	0,244948974	2
	k_{32}	Затраты на ТО	3	3	3	4	3	3,2	0,2	3
	k_{33}	Стоимость КАСКО	4	4	4	3	4	3,8	0,2	4
	k_{34}	Расход топлива	1	1	2	1	2	1,4	0,244948974	1

Произведем оценку по формуле $0,5n(n+1)$.

Для k_1 : $0,5*5(5+1)=1,2+1,8+4+3,4+4,6; 15=10$.

Для k_2 : $0,5*4(4+1)=3,8+1,4+3,2+1,6; 10=10$.

Для k_3 : $0,5*4(4+1)=1,6+3,2+3,8+1,4; 10=15$.

Следовательно, предварительные ранги назначены верно.

Определим компетентность экспертов в группе при помощи коэффициентов ранговой корреляции.

Коэффициент ранговой корреляции рассчитывается по формуле Спирмена:

$$\rho_j = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n^3 - n}, \quad (3.4)$$

где d_i^2 – квадрат разностей между рангами.

Коэффициент компетентности рассчитывается по формуле:

$$\alpha_j = \frac{1 + \rho_j}{m + \sum_{j=1}^m \rho_j} \quad (3.5)$$

Результаты вычислений представлены в таблицах 3.2 и 3.3.

Таблица 3.2 – Определение квадрата разности рангов в группе ученых, оценивающих автомобили эконом-класса

Эксперты	Значение d_i^2												
	k_3				k_2				k_1				
	k_{31}	k_{32}	k_{33}	k_{34}	k_{21}	k_{22}	k_{23}	k_{24}	k_{11}	k_{12}	k_{13}	k_{14}	k_{15}
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	4	4	0	0

Таблица 3.3 – Определение коэффициента компетентности в группе ученых, оценивающих автомобили эконом-класса

Эксперты	ρ_j			α_j		
	k_1	k_2	k_3	k_1	k_2	k_3
1	1	0,8	1	0,22727273	0,19148936	0,21276596

Продолжение таблицы 3.3

Эксперты	ρ_j			α_j		
	k_1	k_2	k_3	k_1	k_2	k_3
2	0,8	0,8	1	0,20454545	0,19148936	0,21276596
3	0,8	1	0,8	0,20454545	0,21276596	0,19148936
4	1	0,8	0,8	0,22727273	0,19148936	0,19148936
5	0,2	1	0,8	0,13636364	0,21276596	0,19148936

Таким образом, при оценивании критериев внутри комплексного показателя k_1 большую компетентность проявили 1 и 4 эксперты, для k_2 - 3 и 5 эксперт, для k_3 – 1 и 2 эксперты.

На следующем этапе следует провести повторное ранжирование показателей с учетом компетентности экспертов.

Среднее значение ранга рассчитывается по формуле:

$$z_i^* = \sum_{j=1}^m \alpha_j \cdot c_{ij} \quad (3.6)$$

Среднее квадратичное отклонение рангов рассчитывается по формуле:

$$\delta_i^* = \sqrt{\frac{1}{m(m-1)} \sum_{j=1}^m \alpha_j (c_{ij} - z_i^*)^2} \quad (3.7)$$

Результаты вычислений представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Повторное ранжирование показателей

Обозначения		Среднее значение z_i^*	Среднеквадратичное отклонение δ_i^*	Окончательный ранг
k_1	k_{11}	4	9,9301E-17	4
	k_{12}	4,7272727	0,15347221	5
	k_{13}	3,2727273	0,15347221	3
	k_{14}	1,5909091	0,10993988	2
	k_{15}	1,4090909	0,10993988	1
k_2	k_{21}	1,6170213	0,10869821	2

Продолжение таблицы 3.4

Обозначения		Среднее значение z^*_i	Среднеквадратичное отклонение δ^*_i	Окончательный ранг
k_2	k_{22}	1,3829787	0,10869821	1
	k_{23}	3,8085106	0,08798329	4
	k_{24}	3,1914894	0,08798329	3
k_3	k_{31}	1,6170213	0,10869821	2
	k_{32}	3,1914894	0,08798329	3
	k_{33}	3,8085106	0,08798329	4
	k_{34}	1,3829787	0,10869821	1

Согласованность экспертов определим по методу Николаева – Темнова [106, 157].

Построим матрицу вероятности по формуле:

$$P_{ik} = \frac{m_{ik}}{m}, \quad (3.8)$$

где m_{ik} – количество экспертов, указавших i -му показателю k -ое место по значимости.

Матрица вероятности сведена в таблицу 3.5.

Таблица 3.5 – Матрица вероятности

Место	Оцениваемый критерий												
	k_3				k_2				k_1				
	k_{31}	k_{32}	k_{33}	k_{34}	k_{21}	k_{22}	k_{23}	k_{24}	k_{11}	k_{12}	k_{13}	k_{14}	k_{15}
1	0,4	0	0	0,6	0,4	0,6	0	0	0	0	0	0,4	0,6
2	0,6	0	0	0,4	0,6	0,4	0	0	0	0	0	0,6	0,4
3	0	0,8	0,2	0	0	0	0,2	0,8	0	0,2	0,8	0	0
4	0	0,2	0,8	0	0	0	0,8	0,2	1	0	0	0	0
5	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,8	0,2	0	0

Коэффициент согласия определяется по формуле:

$$W_H = 1 - \frac{H}{n \log n}, \quad (3.9)$$

где $H = - \sum_{1,k=1}^n P_{ik} \log P_{ik}$

Если значение $W_H \geq 0,55$, можно считать, что экспертиза состоялась.

Для k_1 :

$$W_H = 0,70837$$

Для k_2 :

$$W_H = 0,57678$$

Для k_3 :

$$W_H = 0,57678$$

Следовательно, экспертиза состоялась, можно перейти к оценке значимости показателей.

Как правило, определение коэффициентов значимости частных показателей осуществляется по формуле:

$$\gamma_i = \frac{1/r_i^*}{\sum_{i=1}^n 1/r_i^*}, \quad (3.10)$$

где r_i^* – окончательный ранг i -го показателя.

Однако такой подход дает слишком приблизительный результат по причине присвоения жесткой системы рангов показателям. Например, при наличии 4 показателей, получивших в результате оценивания приблизительные ранги 1...4, мы получим определенный набор возможных весовых коэффициентов – 0,48; 0,24; 0,16 и 0,12, что, очевидно, не может соответствовать действительности, так как различные частные показатели могут оказывать различное влияние на обобщенный показатель эффективности принимаемого решения. По этой причине при вычислении коэффициентов значимости частных показателей предлагается опираться не на значение окончательного ранга r_i^* , а на величину среднего

значения рангов z^*_i , отражающего мнения всех опрошенных экспертов с учетом оценки их компетентности. Таким образом, формула, по которой будет осуществляться определение коэффициентов значимости частных показателей, примет вид:

$$\gamma'_i = \frac{1/z_i^*}{\sum_{i=1}^n 1/z_i^*}, \quad (3.11)$$

В таблице 3.6 представлены результаты опроса экспертов, средние значения рангов показателей с учетом компетентности экспертов z^*_i , окончательные ранги r^*_i , значения коэффициентов значимости частных показателей γ_i и γ'_i .

Таблица 3.6 – Коэффициенты значимости частных показателей для автомобилей эконом-класса в экспертной группе ученых

Показатели		Эксперты					Ранг r^*_i	Значение γ_i	Среднее значение рангов z^*_i	Значение γ'_i
		1	2	3	4	5				
k_1	k_{11}	4	4	4	4	4	4	0,1094891	4	0,119
	k_{12}	5	5	5	5	3	5	0,0875912	4,7272727	0,1
	k_{13}	3	3	3	3	5	3	0,1459854	3,2727273	0,145
	k_{14}	2	1	1	2	2	2	0,2189781	1,5909091	0,299
	k_{15}	1	2	2	1	1	1	0,4379562	1,4090909	0,337
k_2	k_{21}	1	2	2	1	2	1	0,24	1,6170213	0,323
	k_{22}	2	1	1	2	1	2	0,48	1,3829787	0,377
	k_{23}	4	3	4	4	4	4	0,12	3,8085106	0,137
	k_{24}	3	4	3	3	3	3	0,16	3,1914894	0,163
k_3	k_{31}	2	2	1	2	1	2	0,24	1,6170213	0,323
	k_{32}	3	3	3	4	3	3	0,16	3,1914894	0,163
	k_{33}	4	4	4	3	4	4	0,12	3,8085106	0,137
	k_{34}	1	1	2	1	2	1	0,48	1,3829787	0,377

Аналогично рассчитывались коэффициенты значимости для классов обслуживания «комфорт» и «бизнес» в экспертной группе ученых, а также при проведении оценивания в других экспертных группах. Подробное описание процедуры проведения экспертной оценки приведено в приложениях [Приложения Д-Н].

В таблице 3.7 представлены значения γ'_i , полученные для трех категорий транспортных средств (тарифы «эконом», «комфорт» и «бизнес») во всех опрошенных экспертных группах.

Наименования экспертных групп приведены в таблице в сокращенном виде, где У – экспертная группа ученых;

К – экспертная группа клиентов таксомоторных служб;

П – экспертная группа работников производства (АТП).

Таблица 3.7 – Коэффициенты значимости частных показателей

Показатели		Значение γ'_i								
		Эконом			Комфорт			Бизнес		
		У	К	П	У	К	П	У	К	П
k_1	k_{11}	0,119	0,126	0,156	0,134	0,16	0,145	0,119	0,116	0,138
	k_{12}	0,1	0,105	0,1	0,126	0,098	0,102	0,134	0,125	0,134
	k_{13}	0,145	0,124	0,146	0,102	0,131	0,11	0,107	0,095	0,095
	k_{14}	0,299	0,372	0,302	0,297	0,372	0,385	0,288	0,443	0,305
	k_{15}	0,337	0,272	0,296	0,341	0,238	0,259	0,352	0,221	0,329
k_2	k_{21}	0,323	0,279	0,346	0,279	0,197	0,149	0,137	0,127	0,141
	k_{22}	0,377	0,41	0,339	0,41	0,493	0,428	0,323	0,448	0,315
	k_{23}	0,137	0,13	0,133	0,13	0,131	0,15	0,163	0,186	0,238
	k_{24}	0,163	0,181	0,183	0,181	0,179	0,273	0,377	0,238	0,307
k_3	k_{31}	0,323	0,374	0,284	0,382	0,405	0,304	0,491	0,49	0,489
	k_{32}	0,163	0,167	0,164	0,164	0,171	0,167	0,129	0,163	0,157
	k_{33}	0,137	0,134	0,131	0,136	0,128	0,132	0,206	0,216	0,221
	k_{34}	0,377	0,325	0,422	0,318	0,295	0,397	0,175	0,131	0,133

Для наглядности представим результаты расчетов на рисунке 3.5 для показателя k_1 , на рисунке 3.6 для показателя k_2 и на рисунке 3.7 для k_3 .

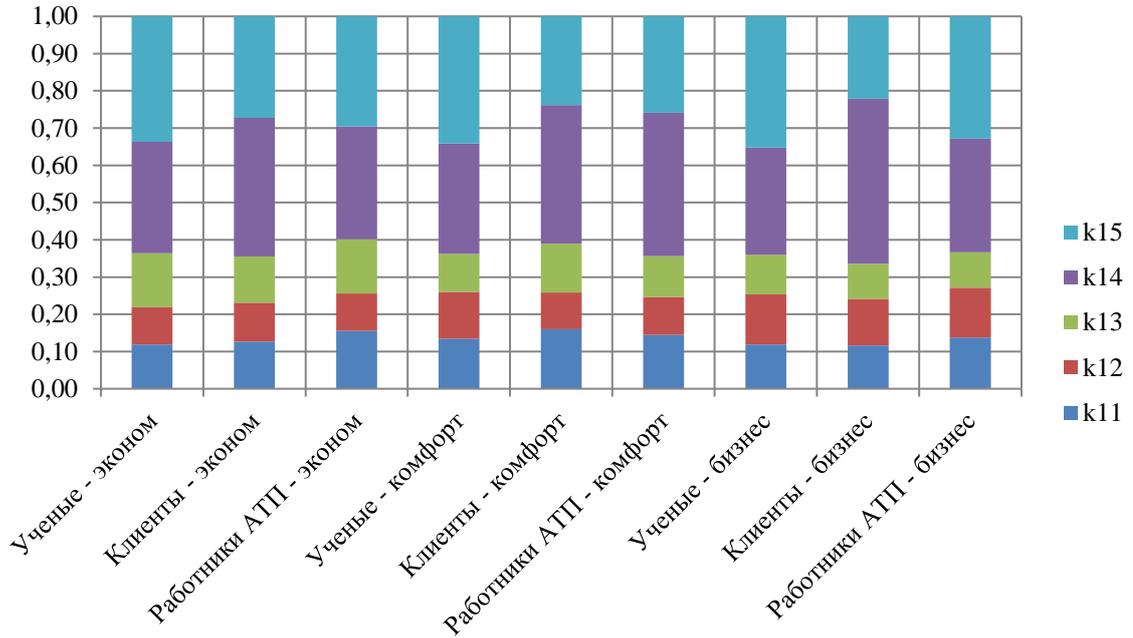


Рисунок 3.5 – Распределение веса частных показателей внутри комплексного показателя k_1 для разных групп экспертов

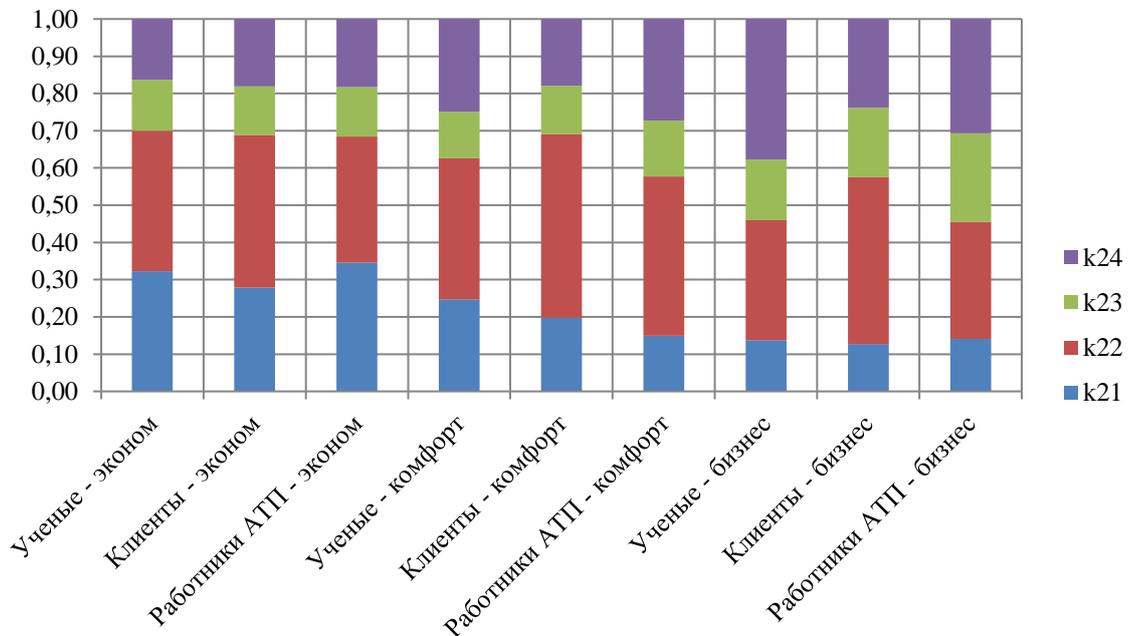


Рисунок 3.6 – Распределение веса частных показателей внутри комплексного показателя k_2 для разных групп экспертов

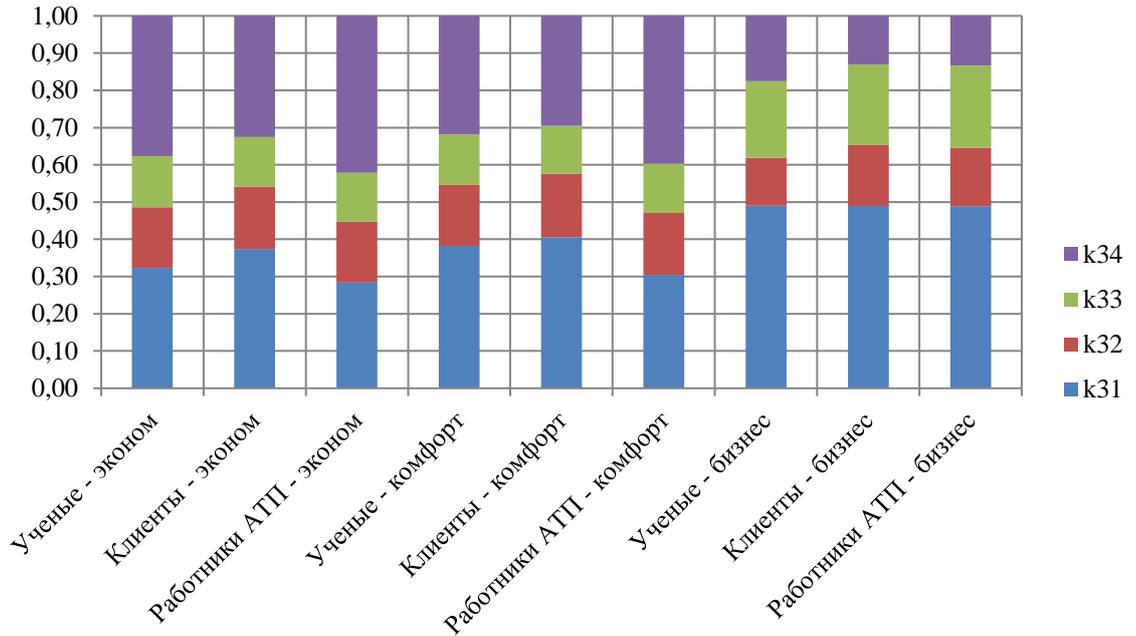


Рисунок 3.7 – Распределение веса частных показателей внутри комплексного показателя k_3 для разных групп экспертов

Найденные в результате обработки экспертного оценивания значения веса частных показателей необходимо усреднить. Данная задача может быть решена следующим образом:

$$\widehat{k}_a = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m k_i, \quad (3.12)$$

где k_i – вес частного показателя для i -ой группы экспертов.

Результаты окончательных вычислений веса частных показателей для комплексного показателя k_1 представлены на рисунке 3.8, для комплексного показателя k_2 – на рисунке 3.9, для k_3 – на рисунке 3.10.

Расстановка весовых коэффициентов частных показателей не является заключительным этапом исследования, далее необходимо определить значение весов комплексных показателей для каждого из классов обслуживания пассажиров.

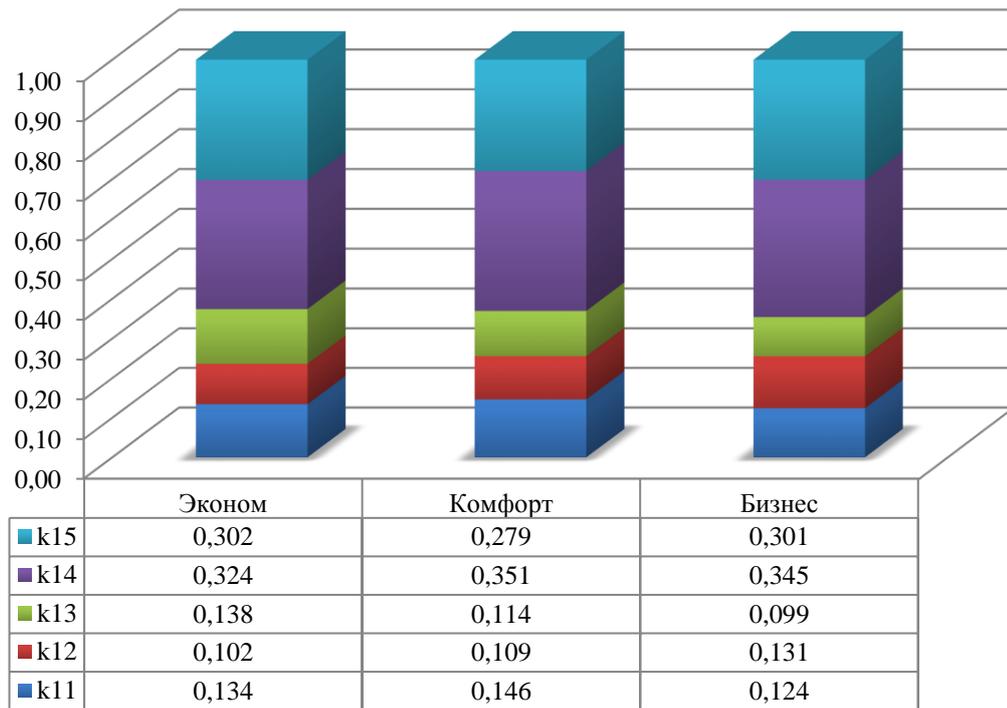


Рисунок 3.8 – Распределение веса частных показателей внутри комплексного показателя k_1

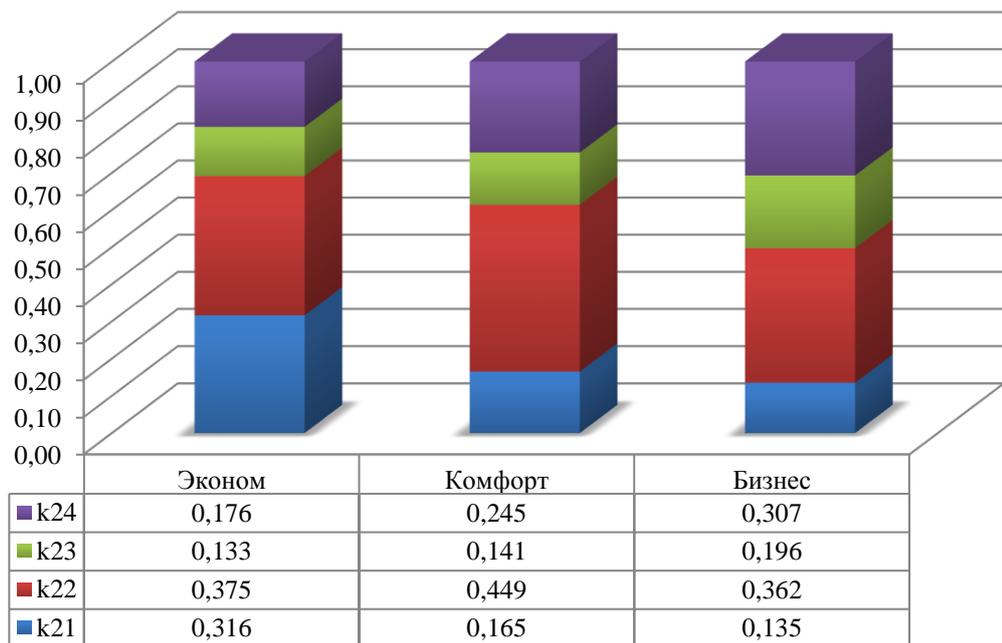


Рисунок 3.9 – Распределение веса частных показателей внутри комплексного показателя k_2

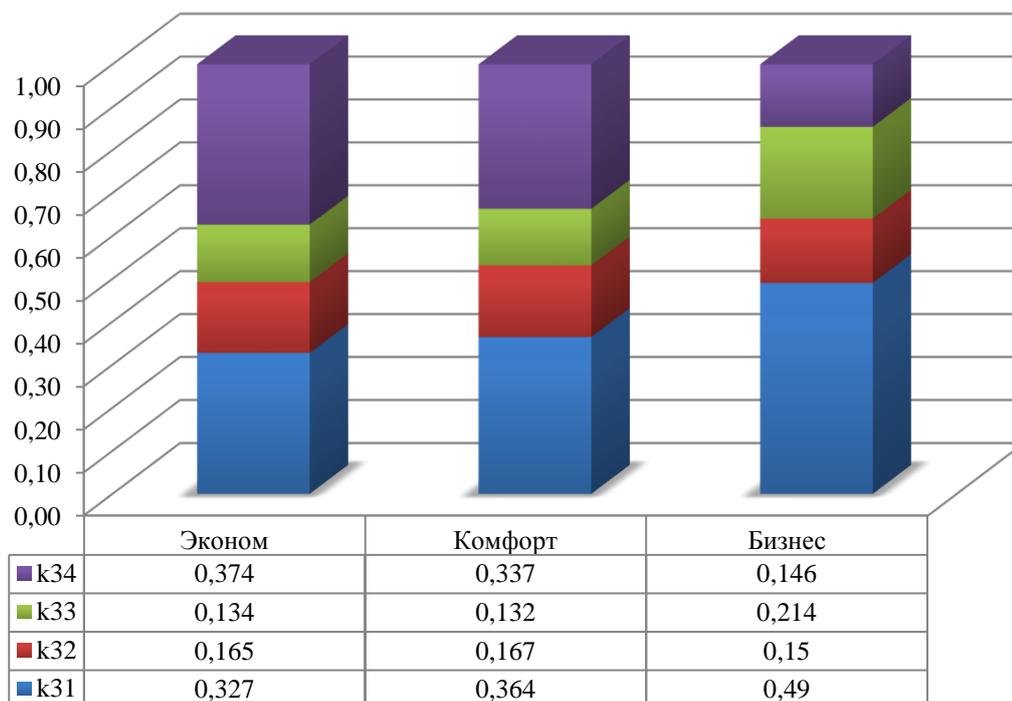


Рисунок 3.10 – Распределение веса частных показателей внутри комплексного показателя k_3

3.4 Определение весовых коэффициентов комплексных показателей

При решении поставленной задачи весовые коэффициенты компонентов системы также могут быть определены при помощи методов экспертной оценки.

В данном случае привлекать экспертную группу клиентов таксомоторных служб нет необходимости. Достаточной квалификацией для разрешения проблем такого рода должны обладать ученые, занимающиеся проблемами автомобильного транспорта, и работники автотранспортных предприятий. Так как ранее эти две группы экспертов продемонстрировали достаточно высокий уровень согласованности, было принято решение объединить их в одну экспертную коллегию. Тем не менее, суждения экспертов не могут быть абсолютно объективны и тождественны, поэтому коллегии была предложена расстановка рангов комплексных показателей по 3 различным способам. Опрос проводился путем индивидуального анкетирования. Анкета, предложенная к заполнению, представлена в приложении О.

Первым из предложенных коллегии методов стала прямая расстановка. В этом случае задача расстановки весовых коэффициентов γ_i решается непосредственно экспертами, учитывая условие:

$$\sum_{i=1}^n \gamma_i = 1 \quad (3.13)$$

Весовые коэффициенты, полученные в результате опроса, представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Значения весовых коэффициентов комплексных показателей, полученные путем прямой расстановки

Эксперты	Весовые коэффициенты γ_i								
	k_1			k_2			k_3		
	Э	К	Б	Э	К	Б	Э	К	Б
1	0,6	0,6	0,4	0,1	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2
2	0,55	0,55	0,45	0,15	0,2	0,35	0,3	0,25	0,2
3	0,45	0,45	0,45	0,25	0,35	0,35	0,3	0,25	0,2
4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,35	0,5	0,3	0,25	0,1
5	0,65	0,65	0,6	0,15	0,2	0,25	0,2	0,15	0,15
6	0,42	0,4	0,45	0,25	0,35	0,35	0,33	0,25	0,2
7	0,7	0,7	0,7	0,1	0,15	0,2	0,2	0,15	0,1
8	0,5	0,45	0,4	0,2	0,3	0,5	0,3	0,25	0,1
9	0,45	0,4	0,45	0,25	0,3	0,35	0,3	0,3	0,2
10	0,55	0,5	0,5	0,2	0,3	0,35	0,25	0,2	0,15
11	0,42	0,45	0,45	0,26	0,4	0,45	0,32	0,15	0,1
12	0,6	0,6	0,6	0,1	0,2	0,25	0,3	0,2	0,15
13	0,5	0,4	0,45	0,2	0,4	0,4	0,3	0,2	0,15
14	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3

Система весовых коэффициентов, полученная путем прямой расстановки, приведена в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Система весовых коэффициентов для комплексных показателей, получена методом ПР

Весовые коэффициенты γ_i								
Эконом-класс			Комфорт-класс			Бизнес-класс		
k_1	k_2	k_3	k_1	k_2	k_3	k_1	k_2	k_3
0,514	0,194	0,293	0,496	0,279	0,221	0,479	0,357	0,164

Однако процедура прямой расстановки веса признана достаточно сложной для ЛПР, а некоторые исследователи отмечают, что назначаемые экспертом весовые коэффициенты «противоречат его непосредственным оценкам альтернатив» [58]. Тем не менее, метод достаточно распространен и применяется в настоящее время.

Вторым этапом оценивания стало ранжирование факторов, подробно описанное в параграфе 3.3. Результаты проведения процедуры предварительного ранжирования для автомобилей эконом-класса приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 - Предварительное ранжирование показателей для автомобилей эконом-класса

Эксперты	Комплексные показатели		
	k_1	k_2	k_3
1	1	3	2
2	1	3	2
3	1	3	2
4	2	3	1
5	1	3	2
6	2	3	1
7	1	3	2
8	1	3	2
9	1	3	2

Продолжение таблицы 3.10

Эксперты	Комплексные показатели		
	k_1	k_2	k_3
10	1	3	2
11	1	3	2
12	1	3	2
13	1	3	2
14	2	3	1

Результаты дальнейших вычислений средних значений рангов, коэффициента корреляции, уровня компетентности экспертов и окончательного значения весовых коэффициентов для комплексных показателей по формулам 3.1 – 3.11, приведенным в параграфе 3.3, представлены в таблицах 3.11-3.13.

Таблица 3.11–Результаты вычислений для установки предварительных рангов в группе автомобилей эконом-класса

Значение	Комплексные показатели		
	k_1	k_2	k_3
Среднее значение ранга z_i	1,21428571	3	1,78571429
Среднеквадратичное отклонение δ_i	0,11380393	0	0,11380393
Предварительный ранг	1	3	2

Таблица 3.12 – Результаты оценки компетентности экспертов

Эксперты	ρ_j	a_j
1	1	0,0754717
2	1	0,0754717
3	1	0,0754717
4	0,5	0,05660377
5	1	0,0754717
6	0,5	0,05660377
7	1	0,0754717

Продолжение таблицы 3.12

Эксперты	ρ_j	α_j
8	1	0,0754717
9	1	0,0754717
10	1	0,0754717
11	1	0,0754717
12	1	0,0754717
13	1	0,0754717
14	0,5	0,05660377

Таблица 3.13 – Результаты вычислений с учетом компетентности экспертов

Значение	Комплексные показатели		
	k_1	k_2	k_3
Среднее значение ранга z^*_i	1,16981132	3	1,83018868
Среднеквадратичное отклонение δ^*_i	0,02783146	0	0,02783146
Коэффициент согласованности W_H	0,69		
Окончательный ранг	1	3	2
Весовой коэффициент γ'_i	0,49282633	0,19217127	0,3150024

Результаты проведения процедуры предварительного ранжирования для автомобилей комфорт-класса приведены в таблице 3.14.

Таблица 3.14 - Предварительное ранжирование показателей для автомобилей комфорт-класса

Эксперты	Комплексные показатели		
	k_1	k_2	k_3
1	1	2	3
2	1	2	3
3	1	2	3
4	1	2	3
5	1	2	3
6	2	3	1
7	1	2	3

Продолжение таблицы 3.14

Эксперты	Комплексные показатели		
	k_1	k_2	k_3
8	1	2	3
9	1	2	3
10	1	2	3
11	1	2	3
12	1	2	3
13	1	2	3
14	2	3	1

Результаты дальнейших вычислений средних значений рангов, коэффициента корреляции, уровня компетентности экспертов и окончательного значения весовых коэффициентов для комплексных показателей по формулам 3.1 – 3.11, приведенным в параграфе 3.3, представлены в таблицах 3.15-3.17.

Таблица 3.15 – Результаты вычислений для установки предварительных рангов в группе автомобилей комфорт-класса

Значение	Комплексные показатели		
	k_1	k_2	k_3
Среднее значение ранга z_i	1,14285714	2,14285714	2,71428571
Среднеквадратичное отклонение δ_i	0,09705232	0,09705232	0,19410463
Предварительный ранг	1	2	3

Таблица 3.16 – Результаты оценки компетентности экспертов

Эксперты	ρ_j	a_j
1	1	0,08
2	1	0,08
3	1	0,08
4	1	0,08
5	1	0,08

Продолжение таблицы 3.16

Эксперты	ρ_j	α_j
6	-0,5	0,02
7	1	0,08
8	1	0,08
9	1	0,08
10	1	0,08
11	1	0,08
12	1	0,08
13	1	0,08
14	-0,5	0,02

Таблица 3.17 – Результаты вычислений с учетом компетентности экспертов

Значение	Комплексные показатели		
	k_1	k_2	k_3
Среднее значение ранга z^*_i	1,04	2,04	2,92
Среднеквадратичное отклонение δ^*_i	0,01452546	0,01452546	0,02905092
Коэффициент согласованности W_H	0,63		
Окончательный ранг	1	2	3
Весовой коэффициент γ'_i	0,53591478	0,27321146	0,19087376

Результаты проведения процедуры предварительного ранжирования для автомобилей бизнес-класса приведены в таблице 3.18.

Таблица 3.18 - Предварительное ранжирование показателей для автомобилей бизнес-класса

Эксперты	Комплексные показатели		
	k_1	k_2	k_3
1	1	2	3
2	1	2	3
3	1	2	3
4	1	3	2
5	1	2	3

Продолжение таблицы 3.18

Эксперты	Комплексные показатели		
	k_1	k_2	k_3
6	1	2	3
7	1	2	3
8	1	2	3
9	1	2	3
10	1	3	2
11	1	2	3
12	1	2	3
13	1	3	2
14	1	3	2

Результаты дальнейших вычислений средних значений рангов, коэффициента корреляции, уровня компетентности экспертов и окончательного значения весовых коэффициентов для комплексных показателей по формулам 3.1 – 3.11, приведенным в параграфе 3.3, представлены в таблицах 3.19-3.21.

Таблица 3.19 – Результаты вычислений для установки предварительных рангов в группе автомобилей бизнес-класса

Значение	Комплексные показатели		
	k_1	k_2	k_3
Среднее значение ранга z_i	1	2,28571429	2,71428571
Среднеквадратичное отклонение δ_i	0	0,125294	0,125294
Предварительный ранг	1	2	3

Таблица 3.20 – Результаты оценки компетентности экспертов

Эксперты	ρ_j	a_j
1	1	0,07692308
2	1	0,07692308
3	1	0,07692308

Продолжение таблицы 3.20

Эксперты	ρ_j	α_j
4	0,5	0,05769231
5	1	0,07692308
6	1	0,07692308
7	1	0,07692308
8	1	0,07692308
9	1	0,07692308
10	0,5	0,05769231
11	1	0,07692308
12	1	0,07692308
13	0,5	0,05769231
14	0,5	0,05769231

Таблица 3.21 – Результаты вычислений с учетом компетентности экспертов

Значение	Комплексные показатели		
	k_1	k_2	k_3
Среднее значение ранга z^*_i	1	2,23076923	2,76923077
Среднеквадратичное отклонение δ^*_i	0	0,03123069	0,03123069
Коэффициент согласованности W_H	0,64		
Окончательный ранг	1	2	3
Весовой коэффициент γ'_i	0,55267337	0,24775013	0,1995765

На последнем этапе коллегия экспертов воспользовалась методом анализа иерархий, описанном во 2 главе диссертационного исследования.

Для нахождения весовых коэффициентов комплексных показателей оценки автомобилей-такси был использован индекс согласованности (*ИС*), отражающий степень нарушения численной и транзитивной согласованности. Индекс согласованности может быть вычислен по формуле:

$$ИС = \frac{\lambda - 1}{n - 1}, \quad (3.14)$$

где λ – собственное число;

n – число сравниваемых факторов.

Отношение согласованности (OC) можно оценить по формуле:

$$OC = \frac{IC}{CI} \cdot 100\% ,$$

где CI – индекс согласованности сгенерированной случайным образом по шкале от 1 до 9 обратно-симметричной матрицы с соответствующими обратными величинами элементов (случайный индекс).

Средние величины CI для матриц порядка от 1 до 15 были сгенерированы в Национальной лаборатории Окриджа на базе 100 случайных выборок и представлены в таблице 3.22.

Таблица 3.22 – Значение индекса согласованности (CI) для случайных матриц разного порядка

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Значение OC не должно превышать 10-20%.

В таблице 3.23 представлены значения весовых коэффициентов, полученные методом анализа иерархий для автомобилей различных классов.

Таблица 3.23 – Система весовых коэффициентов для комплексных показателей, полученная при помощи МАИ

Весовые коэффициенты γ_i								
Эконом-класс			Комфорт-класс			Бизнес-класс		
k_1	k_2	k_3	k_1	k_2	k_3	k_1	k_2	k_3
0,51	0,12	0,36	0,52	0,25	0,23	0,51	0,28	0,21

Условия проведения процедуры расчета были соблюдены, значение OC не превышало 10%.

Результаты расчета весовых коэффициентов комплексных показателей, полученные 3 методами: методом анализа иерархий (МАИ), методом ранжирования (Р) и методом прямой расстановки (ПР), для автомобилей-такси различных классов обслуживания были обработаны по описанным выше схемам.

В таблице 3.24 приведены коэффициенты корреляции между системами весовых коэффициентов, полученных различными методами.

Таблица 3.24 – Значения коэффициентов корреляции

Тарификационные группы	Коэффициенты корреляции		
	МАИ-ПР	МАИ-Р	ПР-Р
Эконом	0,93967602	0,97189	0,993796
Комфорт	0,99026673	0,985802	0,999577
Бизнес	0,90975087	0,995127	0,864383

Несогласованности между экспертами отмечено не было, их логика несколько колебалась в зависимости от предложенного способа оценки, что можно объяснить разницей в шкалах, по которым эта оценка осуществлялась. Полученные в ходе исследования результаты являются пригодными для дальнейшего применения.

Итоговые значения весовых коэффициентов для комплексных показателей, применяемых для оценки автомобилей-такси эконом-класса представлены на рисунке 3.11.

Результаты анализа расчетов показали, что во всех классах автомобилей, безусловно, более высокой весомостью обладают показатели технической составляющей, замыкающейся, в первую очередь, на конструктивную безопасность. С повышением класса АТС экономические показатели уступают приоритет показателям маркетинговым, то есть комфорту.

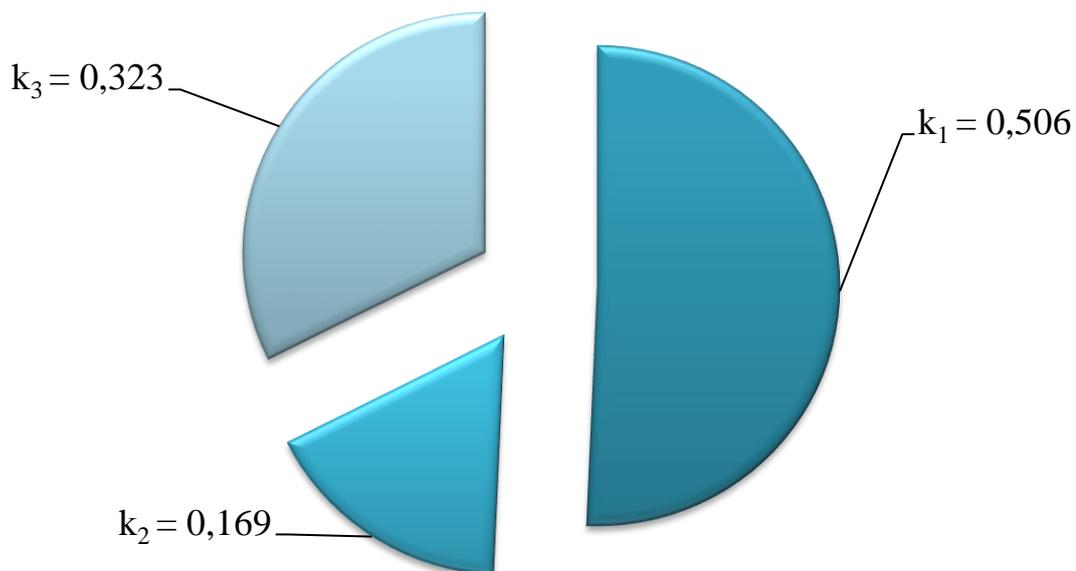


Рисунок 3.11 – Вес комплексных показателей для эконом-класса

Значения весовых коэффициентов для комплексных показателей, применяемых для оценки автомобилей-такси комфорт-класса представлены на рисунке 3.12.

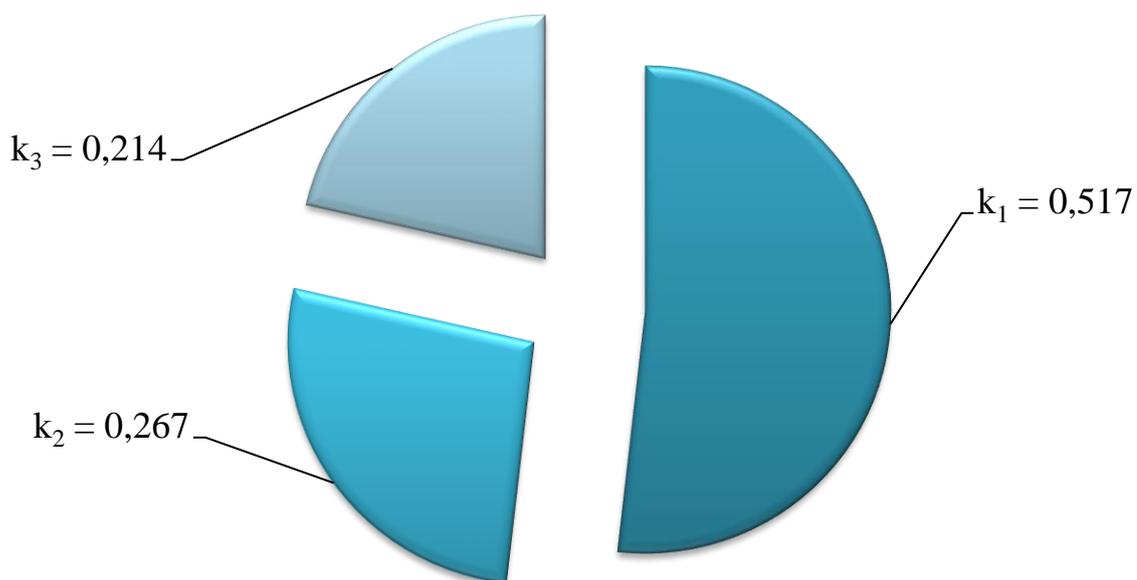


Рисунок 3.12 – Вес комплексных показателей для комфорт-класса

Значения весовых коэффициентов для комплексных показателей, применяемых для оценки автомобилей-такси бизнес-класса представлены на рисунке 3.13.

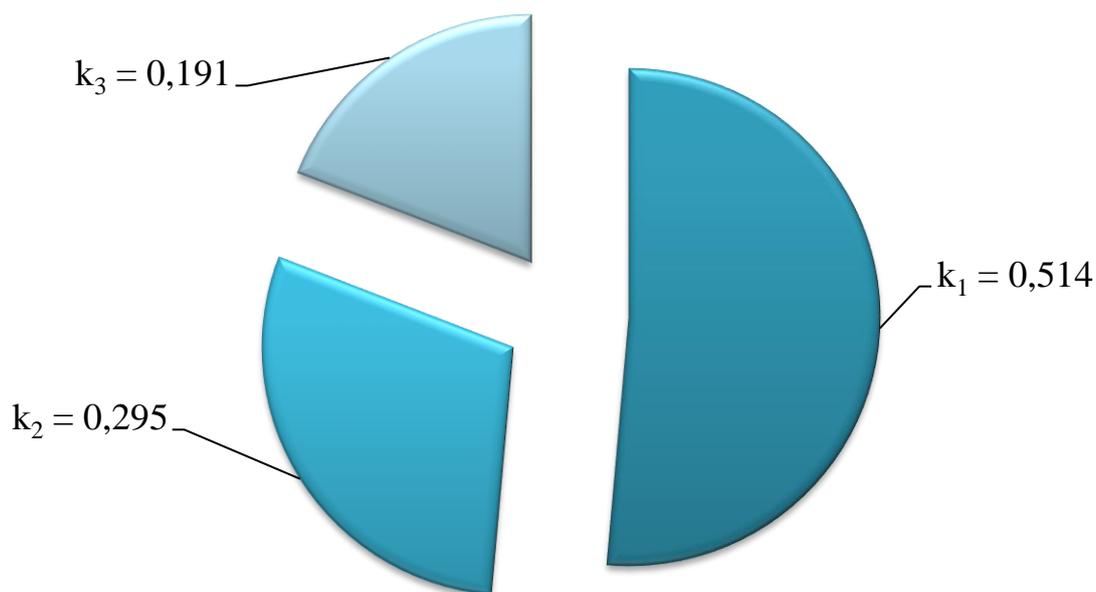


Рисунок 3.13 – Вес комплексных показателей для бизнес-класса

3.5 Алгоритм определения модельного ряда автомобилей-такси

В условиях автотранспортного предприятия применение специалистами любых научно обоснованных методик может быть затруднительно по причине их сложности и трудоемкости, поэтому рациональным представляется использование таких методик в автоматизированной форме. В работе метод выбора рационального модельного ряда автомобилей-такси предлагается реализовать с помощью программы, обеспечивающей минимальное участие специалиста, принимающего решения.

На начальном этапе специалисту предлагается определить принадлежность выбираемого транспортного средства к одной из трех тарификационных групп. Далее формируется список предлагаемых к сравнению автомобилей одной тарификационной группы.

На следующем этапе программа выполняет расчет частных и комплексных коэффициентов весомости для выбора подвижного состава рациональной номенклатуры. Актуальная информация о необходимых для этого технических характеристиках подходящих транспортных средств может поступать из

электронных ресурсов – сайтов дилеров и производителей автомобилей. Некоторые балльные характеристики специалист, принимающий решение, может ввести вручную.

На конечном этапе программа выдает пользователю данные о наиболее рациональном для использования транспортном средстве в выбранной тарификационной группе в текстовой и графической форме, наглядно иллюстрирующей, каким образом выглядит поле распределений важности по выбранным критериям.

Блок-схема используемого алгоритма представлена на рисунке 3.14.

В соответствии с предложенным алгоритмом была разработана математическая модель реализации метода, обеспечивающая:

-вычисление значений B'_{ij} для частных показателей по условию:

$$B'_{ij} = \begin{cases} \frac{a_{ij}}{\max_{1 \leq j \leq n(a_{ij})} a_{ij}}, & \text{если } i\text{-ый показатель максимизируется} \\ \frac{\max_{1 \leq j \leq n(a_{ij})} a_{ij}}{a_{ij}}, & \text{если } i\text{-ый показатель минимизируется} \end{cases}$$

где a_{ij} – численные значения показателей;

- произведение нормализации значений B'_{ij}

$$B_{ij} = \frac{B'_{ij}}{\sum_{k=1}^n B'_{ik}} ;$$

- вычисление эффективности решения D_{ki} для каждого рассматриваемого автомобиля:

$$D_{k_i} = \sum_{i=1}^n a_{ij} \cdot \gamma_{ij} ,$$

где γ_{ij} – коэффициенты весоности частных показателей;

- формирование матрицы значений D_{ki} ;

- вычисление эффективности решения D_i для каждого рассматриваемого автомобиля:

$$D_i = \sum_{i=1}^{\varphi} D_{k_i} \cdot \gamma_i$$

где γ_i – коэффициенты весоности комплексных показателей;

- выбор для каждой тарификационной группы рационального транспортного средства, исходя из формулы:

$$D_f = \max_{1 \leq \varphi \leq n} D_i$$

3.6 Метод обоснования требований к рациональной структуре парка автомобилей-такси в крупных городах

По результатам произведенных исследований был разработан метод обоснования рациональной структуры парка автомобилей-такси. Метод включает несколько этапов:

- анализ рынка таксомоторных перевозок с целью определения процентного соотношения заявок на автомобили, относящиеся к различным тарификационным группам;
- определение пропорции между автомобилями, относящимися к различным классам обслуживания;
- расчет значений комплексных показателей качества внутри каждой тарификационной группы;
- выбор рациональной модели (или моделей) внутри соответствующего класса.

Метод обоснования рациональной структуры парка автомобилей-такси можно представить в виде схемы, приведенной на рисунке 3.15.

Пример схемы рациональной структуры парка автомобилей-такси представлен на рисунке 3.16.

Область 1 иллюстрирует структуру портфеля заказов на автомобили различных тарификаций $1...n...i$. Область 2 демонстрирует сформированную классовую структуру таксомоторного парка, идентичную структуре заказов $1...n...i$. При этом секторами на области 3 являются различные модели автомобилей того же таксопарка, представленные в классе «эконом» $i_1...m...i_j$.

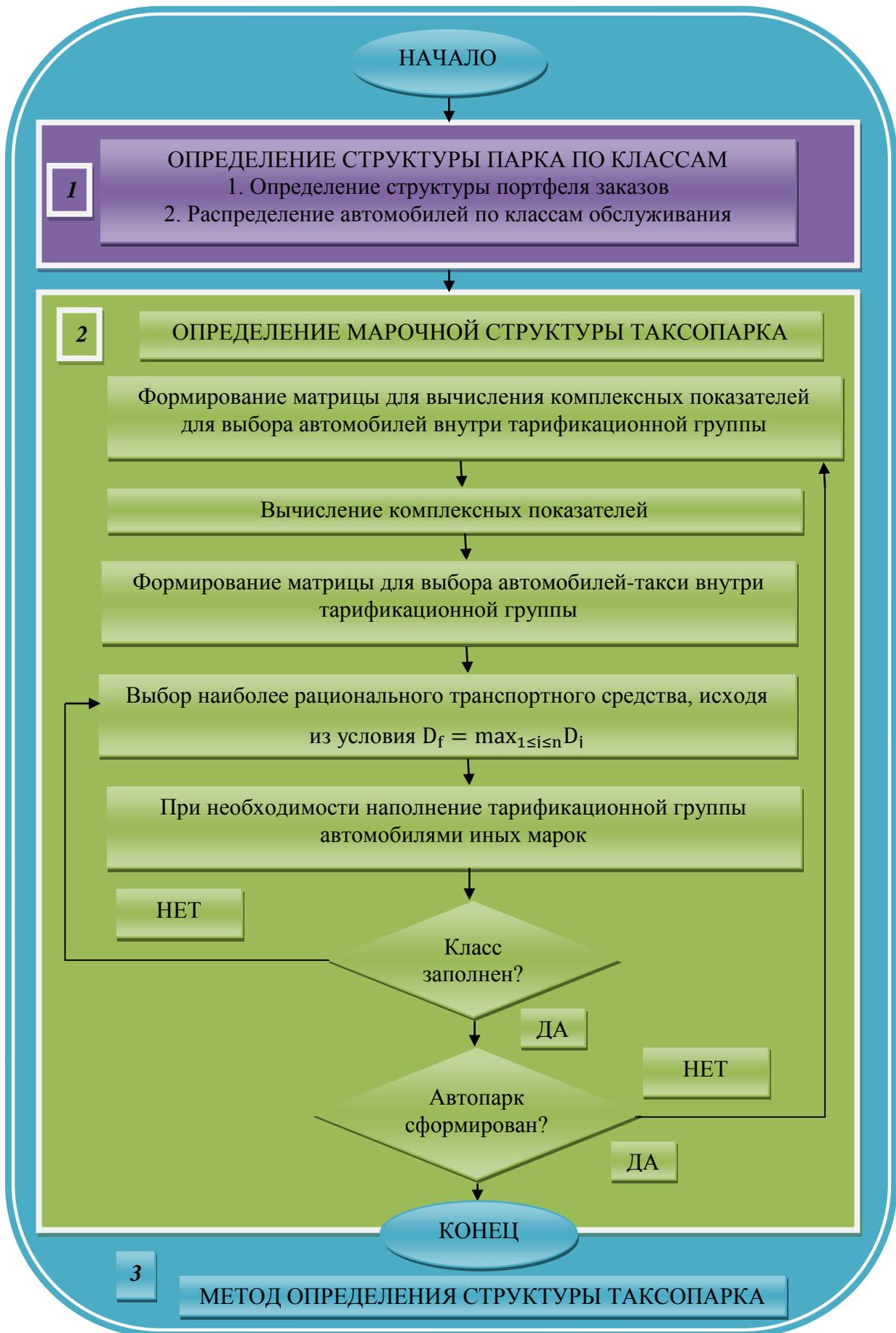


Рисунок 3.15 – Разработанный метод

Структура портфеля заказов на различные тарифы

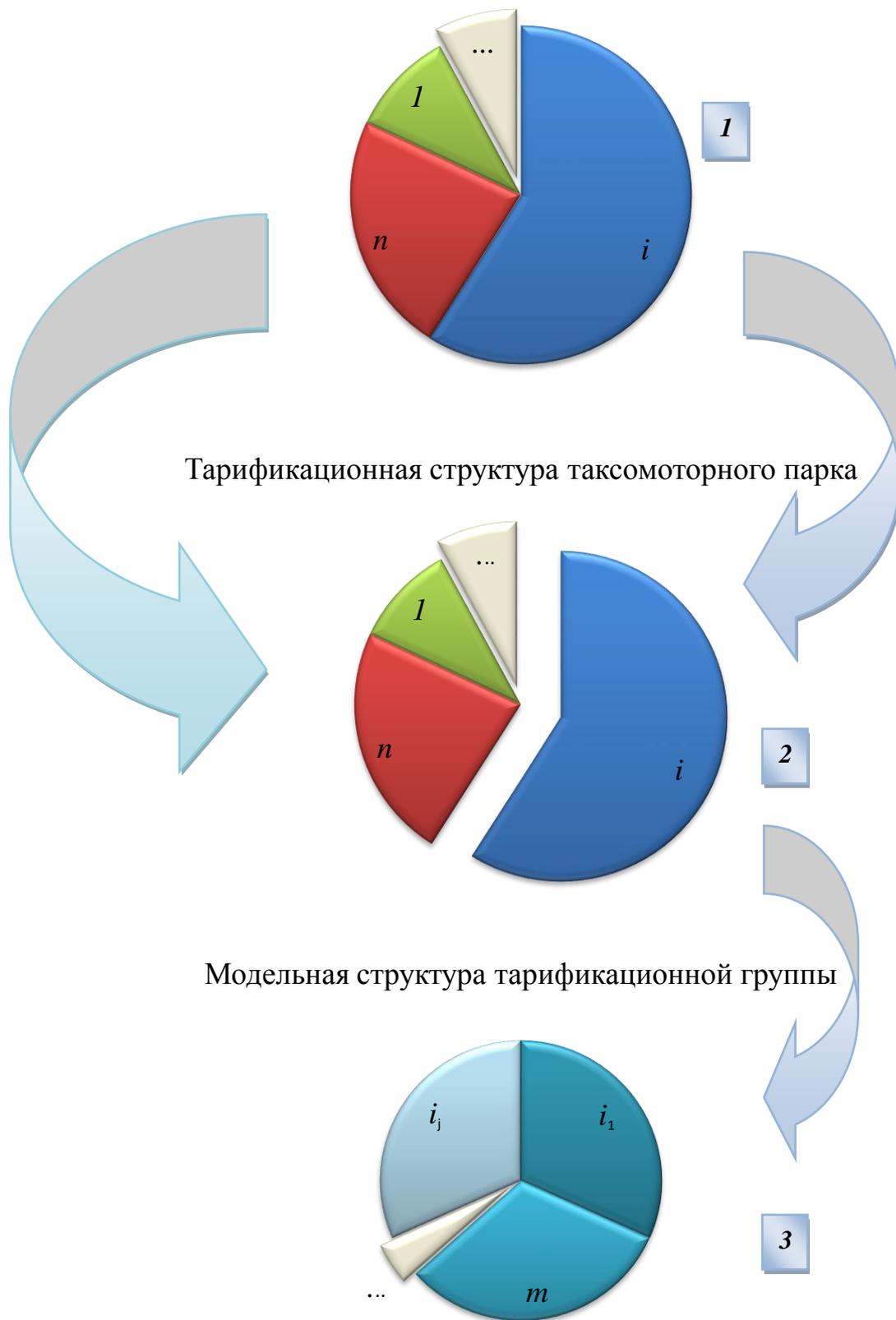


Рисунок 3.16 – Схема структуры парка автомобилей-такси

3.7 Выводы по третьей главе

В третьей главе произведено следующее:

- проведено имитационное моделирование работы таксомоторного парка, призванное упростить процедуру формирования автопарка и определить оптимальные пропорции распределения автомобилей по классам обслуживания. Было выявлено, что формирование разномарочного парка целесообразно проводить, соблюдая пропорции прогнозируемого объема заявок для различных классов обслуживания;

- сформирован перечень единичных показателей (13 единиц), на основании которых производится формирование рациональной структуры парка автомобилей-такси;

- произведена свертка единичных показателей в 3 комплексных, учитывающих техническую и экономическую составляющие, а также составляющую комфортности эксплуатации автомобилей-такси, что позволит не допустить сведения к нулю веса показателей, стоящих в конце приоритетного ряда. Использование комплексных показателей позволяет точнее учитывать влияние неосновных параметров сравнения;

- на основании экспертной оценки 3 группами ЛПР (ученые, специалисты АТП и клиенты служб такси) установлены весовые коэффициенты единичных показателей, установлены весовые коэффициенты комплексных показателей для трех тарификационных групп автомобилей-такси: «эконом», «комфорт» и «бизнес»;

- с учетом представленных выше положений сформирован метод обоснования рациональной структуры парка автомобилей-такси, который позволяет выполнять требования, предъявляемые к АТС по безопасности, комфорту и экономичности. Автоматизация метода позволит специалистам автотранспортных предприятий производить обоснованный выбор эффективных транспортных средств для автопарка с минимизацией трудозатрат.

4 АПРОБАЦИЯ МЕТОДА И ОЦЕНКА ЕГО ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

4.1 Методологическая база для обоснования структуры парка автомобилей- такси и оценки экономической эффективности метода

4.1.1 Метод простого ранжирования

Метод простого ранжирования широко описан в профильной литературе [42]. Для выбора ПС по этому методу на начальном этапе заполняется матрица, состоящая из списка участвующих в сравнении автомобилей и важных для предприятия характеристик. Так как различные показатели, описывающие работу ТС, имеют несопоставимые по значению единицы измерения, их абсолютные значения необходимо представить в относительном виде. Для этого используется формула

$$b_{ij} = \begin{cases} \frac{a_{ij}}{\max_{1 \leq j \leq n} (a_{ij})}, & \text{если } i\text{-ый показатель максимизируется} \\ \frac{\max_{1 \leq j \leq n} (a_{ij})}{a_{ij}}, & \text{если } i\text{-ый показатель минимизируется} \end{cases} \quad (4.1)$$

где n – количество типов подвижного состава;

a_{ij} – численное значение i -го показателя для j -го типа подвижного состава,

$i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$.

Далее вычисляются величины

$$d_j = \sum_{i=1}^m \frac{b_{ij}}{r_i}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (4.2)$$

где r_i – ранг i -го показателя, $i = \overline{1, m}$;

m – количество показателей, по которым оценивается подвижной состав.

И из соотношения $d_f = \max_{1 \leq j \leq n} d_j$ определяется оптимальный тип подвижного состава.

4.1.2 Метод обоснования требований к рациональной структуре парка автомобилей-такси в крупных городах

Исходные данные:

n – количество типов подвижного состава;

a_{ij} – численное значение i -го показателя для φ -го типа подвижного состава,

$i = \overline{1, m}$, $\varphi = \overline{1, n}$;

γ_{ij} – численное значение веса i -го показателя для j -го частного показателя.

Алгоритм:

1) для частных показателей вычисляется значение B'_{ij} :

$$B'_{ij} = \begin{cases} \frac{a_{ij}}{\max_{1 \leq j \leq n(a_{ij})} a_{ij}}, & \text{если } i\text{-ый показатель максимизируется} \\ \frac{\max_{1 \leq j \leq n(a_{ij})} a_{ij}}{a_{ij}}, & \text{если } i\text{-ый показатель минимизируется} \end{cases} \quad (4.3)$$

2) производится нормализация значения B'_{ij}

$$B_{ij} = \frac{B'_{ij}}{\sum_{k=1}^n B'_{ik}} \quad (4.4)$$

3) для каждого рассматриваемого автомобиля вычисляется D_{ki} :

$$D_{ki} = \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot \gamma_{ij} \quad (4.5)$$

4) в результате формируется матрица D_{ki}

5) для каждого рассматриваемого автомобиля вычисляется D_i :

$$D_i = \sum_{k=1}^{\varphi} D_{ki} \cdot \gamma_i \quad (4.6)$$

б) для каждой тарификационной группы осуществляется выбор рационального транспортного средства, исходя из формулы:

$$D_f = \max_{1 \leq \varphi \leq n} D_i \quad (4.7)$$

4.1.3 Методологическая база определения затрат и экономической эффективности

Общая сумма затрат на перевозки складывается из фондов заработной платы, социальных отчислений, общих затрат на топливо, затрат на смазочные материалы, приобретение шин, техническое обслуживание автомобилей, накладные расходы и амортизацию ПС и определяется по следующей формуле:

$$Z = \Phi ЗП_{вод} + Z_{топл} + Z_{см} + Z_{ш} + Z_{ТО} + Ам + Z_{накл}, \quad (4.8)$$

где $\Phi ЗП_{вод}$ – затраты на заработную плату водителей, руб./сут.;

$Z_{топл}$ – затраты на топливо, руб./сут.;

$Z_{см}$ – затраты на смазочные и другие эксплуатационные материалы, руб./сут.;

$Z_{ш}$ – затраты на приобретение шин, руб./сут.;

$Z_{ТО}$ – затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт подвижного состава, руб./сут.;

$Ам$ – затраты на амортизацию, руб./сут.;

$Z_{накл}$ – накладные расходы, руб./сут.

Фонд заработной платы (с учетом начислений в фонды), в свою очередь, рассчитывается следующим образом:

$$\Phi ЗП_{вод} = K_n \cdot d \cdot Ч_m, \text{ руб./сут.}, \quad (4.9)$$

где K_n – коэффициент, учитывающий взносы в фонды (30%) и страхование от несчастных случаев (0,2%), равный 1,302;

d – почасовая тарифная ставка водителя (88 руб./час);

$Ч_m$ – время работы на маршруте, ч.

Общие затраты на топливо составляют:

$$Z_{топл} = \frac{H_l \cdot Ц_{1л} \cdot L}{100}, \text{ руб./сут.} \quad (4.10)$$

где $Ц_{1л}$ – стоимость одного литра топлива, руб.;

H_l – расход топлива, л/100 км;

L – среднесуточный пробег, км.

Затраты на смазочные и другие эксплуатационные материалы составляют:

$$Z_{см} = \frac{Z_{молл} \cdot 20\%}{100\%}, \text{ руб./сут.} \quad (4.11)$$

Сумма затрат на приобретение шин определяется следующим образом:

$$Z_{ш} = (H_{ш} \cdot n/1000) \cdot L, \text{ тыс.руб./год.} \quad (4.12)$$

где $H_{ш}$ – норма затрат на шины, руб./1000 км;

n – количество шин, ед..

Норма затрат на шины, в свою очередь определяется следующим образом:

$$H_{ш} = \frac{C_{1ш}}{L_{ш}}, \text{ руб./км,} \quad (4.13)$$

где $C_{1ш}$ – стоимость 1 шины, руб.;

$L_{ш}$ – нормативный пробег шины, тыс. км.

Затраты на техническое обслуживание составляют:

$$Z_{то} = \left[\frac{H_{то} \cdot L_{обц}}{100} \right], \text{ руб./сут.} \quad (4.14)$$

где $H_{то}$ – норма затрат на техническое обслуживание, руб./1000 км.

Амортизация подвижного состава:

$$A_{мПС} = H_{ам} \cdot C_{АТС}, \text{ руб./год,} \quad (4.15)$$

где $H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, %;

$C_{АТС}$ – стоимость автотранспортного средства, руб.

Годовая норма амортизационных отчислений определяется как:

$$H_{ам} = \frac{1}{T_{исп}} \cdot 100, \%, \quad (4.16)$$

где $T_{исп}$ – срок полезного использования транспортного средства, лет.

Накладные расходы принимаются в процентах от статьи «Заработная плата водителей»:

$$Z_{накл} = \frac{\Phi ЗП_{вод} \cdot P_{накл}}{100}, \text{ руб./год,} \quad (4.17)$$

где $P_{накл} = 40\%$ – процент накладных расходов.

Доходы от перевозок определяются по следующей формуле:

$$D_{пер} = \frac{Q_{год} \cdot T_n}{1000}, \text{ тыс.руб./год}, \quad (4.18)$$

где $Q_{год}$ - общее количество перевозок в год;

T_n – средняя стоимость одной перевозки

Рентабельность перевозок определяется по следующей формуле:

$$R = \left(\frac{D_{пер} - 3}{3} \right) \cdot 100, \% \quad (4.19)$$

Для расчета используются данные, представленные в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Исходные данные для расчета экономической эффективности

Параметр	Значение
Суточный пробег, км/сут.	400
Время в наряде, ч/сут.	8
Количество перевозок, ед./сут.	10
Средняя стоимость перевозки, руб.	700
Дни в эксплуатации, дн./год	340
Стоимость одного литра топлива, руб.	37,5

Все данные получены из анализа доступных источников в сети Интернет, их значения соответствуют реальным показателям работы АТП.

Также в расчетах использовались следующие данные по рассматриваемым транспортным средствам:

- стоимость автомобиля, руб.;
- базовая норма расхода топлива на 100 км пробега, л;
- нормативные пробег шины, тыс.км;
- стоимость одного комплекта шин, руб.;
- стоимость технического обслуживания, руб./тыс. км.

4.2 Апробация метода обоснования требований к рациональной структуре парка автомобилей-такси в крупных городах

Для решения задачи выбора автомобилей-такси были необходимы следующие данные:

- состав автопарка, характерный для рынка таксомоторных перевозок в Российской Федерации;
- технические характеристики выбранных моделей
- экономические показатели, характерные для данного рынка.

Наиболее часто используемые в таксомоторных перевозках модели транспортных средств выявлялись, исходя из анализа имеющихся публикаций [28, 68, 72, 147 и др.]. Исследование выявило, что данный рынок достаточно разнороден и данные автомобиля, включая его технические характеристики и характеристики комфортности, в значительной мере влияют на экономические показатели при использовании АТС в сфере таксомоторных перевозок. Поэтому рассматриваемые модели было решено сгруппировать в три категории: «Эконом-класс», «Комфорт-класс» и «Бизнес-класс». Следует отметить, что данное разделение условно и отвечает особенностям рынка таксомоторных перевозок.

После формирования списков моделей для анализа, был проведен поиск технических характеристик по каждому из автомобилей. Эти данные представлены на официальных сайтах производителей и дилеров автомобилей.

Характеристики автомобилей, выбранных для сравнения в тарификационной группе «Эконом», приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Характеристики автомобилей эконом-класса

Автомобили	Показатели												
	k_1					k_2				k_3			
	k_{11}	k_{12}	k_{13}	k_{14}	k_{15}	k_{21}	k_{22}	k_{23}	k_{24}	k_{31}	k_{32}	k_{33}	k_{34}
Volkswagen Polo	90	10,4	5,16	0,2	94,3	460	75	75	75	600	47300	67300	7,7

Продолжение таблицы 4.2

Автомобили	Показатели												
	k_1					k_2				k_3			
	k_{11}	k_{12}	k_{13}	k_{14}	k_{15}	k_{21}	k_{22}	k_{23}	k_{24}	k_{31}	k_{32}	k_{33}	k_{34}
Kia Rio	107	11,5	5,2	0,2	97	500	65	70	65	650,9	25521	68700	8,2
Skoda Rapid	90	11,4	5,1	0,4	102,9	530	80	85	60	599	37820	62100	7,8
Renault Logan	82	11,9	5,25	0,4	93,8	510	70	65	80	549,99	25600	54600	9,8

Результаты расчета о методу ранжирования представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Результаты расчетов по методу ранжирования

Автомобили	Показатели												
	k_1					k_2				k_3			
	k_{11}	k_{12}	k_{13}	k_{14}	k_{15}	k_{21}	k_{22}	k_{23}	k_{24}	k_{31}	k_{32}	k_{33}	k_{34}
Volkswagen Polo	0,84	0,5	0,33	0,13	0,18	0,09	0,09	0,07	0,07	0,153	0,077	0,101	0,11
Kia Rio	1	0,45	0,33	0,13	0,19	0,09	0,07	0,07	0,06	0,141	0,143	0,099	0,1
Skoda Rapid	0,84	0,46	0,33	0,25	0,2	0,1	0,09	0,08	0,06	0,153	0,096	0,11	0,11
Renault Logan	0,77	0,44	0,32	0,25	0,18	0,1	0,08	0,06	0,08	0,167	0,142	0,125	0,09

Суммарный эффект для представленных автомобилей составляет:

- для Volkswagen Polo – 2,738;
- для Kia Rio – 2,879;
- для Skoda Rapid – 2,882;
- для Renault Logan – 2,797.

Наибольший суммарный эффект из представленных автомобилей имеет Skoda Rapid.

Проведем выбор транспортного средства по методу, предложенному в диссертационном исследовании.

В таблице 4.4 приведены нормированные характеристики автомобилей.

Таблица 4.4 – Нормированные значения характеристик, применяемых для оценки автомобилей эконом-класса

Автомобили	Показатели												
	k_1					k_2				k_3			
	k_{11}	k_{12}	k_{13}	k_{14}	k_{15}	k_{21}	k_{22}	k_{23}	k_{24}	k_{31}	k_{32}	k_{33}	k_{34}
Volkswagen Polo	0,198	0,236	0,233	0,118	0,216	0,239	0,259	0,243	0,259	0,281	0,165	0,248	0,306
Kia Rio	0,231	0,209	0,227	0,116	0,218	0,278	0,24	0,243	0,24	0,236	0,279	0,222	0,262
Skoda Rapid	0,177	0,192	0,21	0,21	0,21	0,267	0,267	0,267	0,2	0,265	0,195	0,254	0,285
Renault Logan	0,169	0,193	0,215	0,221	0,202	0,267	0,243	0,212	0,278	0,264	0,264	0,264	0,208

В таблице 4.5 приведены нормированные характеристики автомобилей с учетом веса частных показателей.

Таблица 4.5 – Значения характеристик, применяемых для оценки автомобилей эконом-класса, с учетом их веса

Автомобили	Показатели												
	k_1					k_2				k_3			
	k_{11}	k_{12}	k_{13}	k_{14}	k_{15}	k_{21}	k_{22}	k_{23}	k_{24}	k_{31}	k_{32}	k_{33}	k_{34}
Volkswagen Polo	0,027	0,024	0,032	0,038	0,065	0,076	0,097	0,032	0,046	0,092	0,027	0,033	0,114
Kia Rio	0,031	0,021	0,031	0,037	0,066	0,088	0,09	0,032	0,042	0,077	0,046	0,03	0,098
Skoda Rapid	0,024	0,02	0,029	0,068	0,064	0,084	0,1	0,035	0,035	0,087	0,032	0,034	0,107
Renault Logan	0,023	0,02	0,03	0,072	0,061	0,084	0,091	0,028	0,049	0,086	0,043	0,035	0,078

В таблице 4.6 представлены результаты нахождения суммарного эффекта.

Таблица 4.6 – Результаты расчетов для класса «Эконом» по предлагаемому методу

Автомобили	k_3	k_2	k_1	d_i			D_i
Volkswagen Polo	0,267	0,2505	0,186	0,0861	0,042	0,0941	0,2226
Kia Rio	0,251	0,2522	0,1868	0,0811	0,043	0,0945	0,2183

Продолжение таблицы 4.6

Автомобили	k_3	k_2	k_1	d_i			D_i
Skoda Rapid	0,26	0,2549	0,204	0,0839	0,043	0,1032	0,2302
Renault Logan	0,243	0,2526	0,2045	0,0785	0,043	0,1035	0,2247

Таким образом, лучшим выбором в этой категории станет Skoda Rapid.

Характеристики автомобилей, выбранных для сравнения в тарификационной группе «Комфорт», приведены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Характеристики автомобилей комфорт-класса

Автомобили	Показатели												
	k_1					k_2				k_3			
	k_{11}	k_{12}	k_{13}	k_{14}	k_{15}	k_{21}	k_{22}	k_{23}	k_{24}	k_{31}	k_{32}	k_{33}	k_{34}
Škoda Octavia	110	12	5,3	0,4	106,1	568	75	80	80	9400	34300	69812	8,5
Volkswagen Jetta	90	9,6	5,5	0,8	100,9	510	80	75	80	9490	33037	75560	8,9
Ford Focus	105	11	5,5	1	104,1	372	60	65	70	9110	39600	91975	8,4
Renault Fluence	117	11,7	5,6	0,6	85,9	530	75	70	80	10559	41900	67240	8,7

Результаты расчета о методу ранжирования представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Результаты расчетов по методу ранжирования

Автомобили	Показатели												
	k_1					k_2				k_3			
	k_{11}	k_{12}	k_{13}	k_{14}	k_{15}	k_{21}	k_{22}	k_{23}	k_{24}	k_{31}	k_{32}	k_{33}	k_{34}
Škoda Octavia	0,94	0,4	0,33	0,1	0,2	0,17	0,13	0,13	0,11	0,097	0,088	0,08	0,08
Volkswagen Jetta	0,769	0,5	0,32	0,2	0,19	0,15	0,14	0,12	0,11	0,096	0,091	0,074	0,07
Ford Focus	0,897	0,436	0,32	0,25	0,2	0,11	0,11	0,1	0,1	0,1	0,076	0,061	0,08
Renault Fluence	1	0,41	0,32	0,15	0,16	0,16	0,13	0,11	0,11	0,086	0,072	0,083	0,07

Суммарный эффект для автомобилей комфорт-класса составляет:

- для Škoda Octavia – 2,85;
- для Volkswagen Jetta – 2,835;
- для Ford Focus – 2,83;
- для Renault Fluence – 2,863.

Наибольший суммарный эффект из представленных автомобилей имеет Renault Fluence.

Проведем выбор транспортного средства по методу, предложенному в диссертационном исследовании.

В таблице 4.9 приведены нормированные характеристики автомобилей.

Таблица 4.9 – Нормированные значения характеристик, применяемых для оценки автомобилей комфорт-класса

А/м	Показатели												
	k_1					k_2				k_3			
	k_{11}	k_{12}	k_{13}	k_{14}	k_{15}	k_{21}	k_{22}	k_{23}	k_{24}	k_{31}	k_{32}	k_{33}	k_{34}
Škoda Octavia	0,227	0,193	0,242	0,097	0,242	0,254	0,24	0,254	0,254	0,25	0,248	0,248	0,25
VW Jetta	0,172	0,223	0,215	0,178	0,212	0,234	0,26	0,244	0,261	0,253	0,2636	0,235	0,25
Ford Focus	0,19	0,185	0,204	0,212	0,208	0,212	0,24	0,263	0,283	0,28	0,234	0,205	0,28
Renault Fluence	0,239	0,196	0,227	0,144	0,194	0,249	0,25	0,234	0,267	0,239	0,218	0,276	0,27

В таблице 4.10 приведены нормированные характеристики автомобилей с учетом веса частных показателей.

Таблица 4.10 – Значения характеристик, применяемых для оценки автомобилей комфорт-класса, с учетом их веса

А/м	Показатели												
	k_1					k_2				k_3			
	k_{11}	k_{12}	k_{13}	k_{14}	k_{15}	k_{21}	k_{22}	k_{23}	k_{24}	k_{31}	k_{32}	k_{33}	k_{34}
Škoda Octavia	0,033	0,021	0,028	0,034	0,067	0,042	0,11	0,036	0,062	0,091	0,0414	0,033	0,09
VW Jetta	0,025	0,024	0,025	0,063	0,059	0,039	0,12	0,034	0,064	0,092	0,044	0,031	0,08

Продолжение таблицы 4.10

А/М	Показатели												
	k_1					k_2				k_3			
	k_{11}	k_{12}	k_{13}	k_{14}	k_{15}	k_{21}	k_{22}	k_{23}	k_{24}	k_{31}	k_{32}	k_{33}	k_{34}
Ford Focus	0,028	0,02	0,023	0,074	0,058	0,035	0,11	0,037	0,069	0,102	0,0391	0,027	0,09
Renault Fluence	0,035	0,021	0,026	0,05	0,054	0,041	0,11	0,033	0,065	0,087	0,0364	0,036	0,09

В таблице 4.11 представлены результаты нахождения суммарного эффекта.

Таблица 4.11 – Результаты расчетов для класса «Комфорт» по предлагаемому методу

Автомобили	k_3	k_2	k_1	d_i			D_i
Škoda Octavia	0,251	0,24684	0,1831	0,054	0,066	0,095	0,214
Volkswagen Jetta	0,251	0,25404	0,1957	0,054	0,068	0,101	0,223
Ford Focus	0,263	0,25021	0,2038	0,056	0,067	0,105	0,228
Renault Fluence	0,25	0,25184	0,1867	0,053	0,067	0,097	0,217

Таким образом, лучшим выбором в этой категории станет Ford Focus.

На следующем этапе производился отбор автомобиля тарификационной группы «Бизнес».

Характеристики автомобилей, выбранных для сравнения в тарификационной группе «Бизнес», приведены в таблице 4.12.

Таблица 4.12 – Характеристики автомобилей бизнес-класса

Автомобили	Показатели												
	k_1					k_2				k_3			
	k_{11}	k_{12}	k_{13}	k_{14}	k_{15}	k_{21}	k_{22}	k_{23}	k_{24}	k_{31}	k_{32}	k_{33}	k_{34}
Mercedes-Benz E	184	7,7	5,7	0,8	120,8	541	85	80	80	2 980	55500	180088	8
BMW 5-Series	190	7,9	6	1	118	520	85	80	85	2 760	39410	176250	5

Продолжение таблицы 4.12

Автомобили	Показатели												
	k_1					k_2				k_3			
	k_{11}	k_{12}	k_{13}	k_{14}	k_{15}	k_{21}	k_{22}	k_{23}	k_{24}	k_{31}	k_{32}	k_{33}	k_{34}
Audi A6	190	7,9	6	0,8	94	530	80	70	80	2 830	41170	183162	7,1
Infiniti Q50	211	7,3	6	1	104,7	500	75	70	75	1570	93682	156262	9,1

Результаты расчета о методу ранжирования представлены в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Результаты расчетов по методу ранжирования

Автомобили	Показатели												
	k_1					k_2				k_3			
	k_{11}	k_{12}	k_{13}	k_{14}	k_{15}	k_{21}	k_{22}	k_{23}	k_{24}	k_{31}	k_{32}	k_{33}	k_{34}
Mercedes-Benz E	0,872	0,474	0,5	0,2	0,2	0,167	0,143	0,125	0,105	0,053	0,065	0,0723	0,0481
BMW 5-Series	0,9	0,462	0,475	0,25	0,195	0,16	0,143	0,125	0,111	0,057	0,091	0,0739	0,0769
Audi A6	0,9	0,462	0,475	0,2	0,156	0,163	0,134	0,109	0,105	0,055	0,087	0,0711	0,0542
Infiniti Q50	1	0,5	0,475	0,25	0,173	0,154	0,126	0,109	0,098	0,1	0,038	0,0833	0,0423

Суммарный эффект для автомобилей бизнес-класса составляет:

- для Mercedes-Benz E – 3,0228;
- для BMW 5-Series – 3,1206;
- для Audi A6 – 2,9726;
- для Infiniti Q50 – 3,1497.

Наибольший суммарный эффект из представленных автомобилей имеет Infiniti Q50.

Проведем выбор транспортного средства по методу, предложенному в диссертационном исследовании.

В таблице 4.14 приведены нормированные характеристики автомобилей, в таблице 4.15 - нормированные характеристики автомобилей с учетом веса частных показателей, в таблице 4.16 - результаты нахождения суммарного эффекта.

Таблица 4.14 – Нормированные значения характеристик, применяемых для оценки автомобилей бизнес-класса

А/м	Показатели												
	k_1					k_2				k_3			
	k_{11}	k_{12}	k_{13}	k_{14}	k_{15}	k_{21}	k_{22}	k_{23}	k_{24}	k_{31}	k_{32}	k_{33}	k_{34}
Mercedes-Benz E	0,189	0,205	0,216	0,173	0,216	0,254	0,254	0,2537	0,239	0,193	0,26	0,318	0,229
BMW 5-Series	0,19	0,194	0,2	0,21	0,206	0,243	0,252	0,2524	0,252	0,1646	0,289	0,257	0,289
Audi A6	0,207	0,212	0,218	0,184	0,179	0,262	0,252	0,2341	0,252	0,1808	0,312	0,278	0,229
Infiniti Q50	0,208	0,208	0,197	0,208	0,18	0,259	0,248	0,2455	0,248	0,3367	0,142	0,337	0,185

Таблица 4.15 – Значения характеристик, применяемых для оценки автомобилей бизнес-класса, с учетом их веса

А/м	Показатели												
	k_1					k_2				k_3			
	k_{11}	k_{12}	k_{13}	k_{14}	k_{15}	k_{21}	k_{22}	k_{23}	k_{24}	k_{31}	k_{32}	k_{33}	k_{34}
Mercedes-Benz E	0,023	0,027	0,021	0,06	0,065	0,034	0,092	0,0497	0,073	0,0946	0,039	0,068	0,033
BMW 5-Series	0,024	0,025	0,02	0,073	0,062	0,033	0,091	0,0495	0,078	0,0807	0,043	0,055	0,042
Audi A6	0,026	0,028	0,022	0,063	0,054	0,035	0,091	0,0459	0,077	0,0886	0,047	0,059	0,033
Infiniti Q50	0,026	0,027	0,02	0,072	0,054	0,035	0,09	0,0481	0,076	0,165	0,021	0,072	0,027

Таблица 4.16 – Результаты расчетов для класса «Бизнес» по предлагаемому методу

Автомобили	k_3	k_2	k_1	d_i			D_i
Mercedes-Benz E	0,23505	0,2491	0,1966	0,0449	0,0735	0,1011	0,21945
BMW 5-Series	0,22123	0,2511	0,2033	0,0423	0,0741	0,1045	0,22082
Audi A6	0,22833	0,2498	0,1923	0,0436	0,0737	0,0988	0,21613
Infiniti Q50	0,28528	0,2488	0,1983	0,0545	0,0734	0,1019	0,22978

Таким образом, лучшим выбором в этой категории также станет Infiniti Q50.

4.3 Расчет годового экономического эффекта принятых решений

Исходные данные для расчета экономических показателей приведены в таблице 4.17.

Таблица 4.17 - Исходные данные

Показатель	Значение
Тарифная ставка водителей, руб.	88
Процент премии по данным предприятия, %	30
Рассматриваемый период, мес.	12
Норма отчислений на соц. нужды, %	30,20
Календарных дней в году	365
Выходные дни в году	100
Праздничные дни в году	16
Дни отпуска	28
Процент повышения расхода топлива при работе в городе, %	1
Процент затрат на смазочные материалы, %	20
Процент накладных расходов, %	40

Для расчета экономической эффективности применения каждой модели необходимы были данные о расходной части, такие как стоимость ТО, топлива, расходных материалов, покрышек, и о средних в данной области доходах, то есть данные о среднем количестве поездок в сутки и стоимости одной поездки [63, 64, 135 и др.]. Данные о стоимости ТО можно получить у дилеров и на официальных станциях ТО для каждой марки автомобилей.

Данные о стоимости покрышек были получены на профильных электронных ресурсах [170 и др.]. Для получения усредненной оценки, в качестве цены было

взято среднее значение от цены десяти разных марок шин, для каждого типоразмера.

В таблицах 4.18-4.19 приведены необходимые для дальнейших расчетов данные.

Таблица 4.18 - Данные об использовании ТС

Наименование показателей, ед. изм.	Эконом	Комфорт	Бизнес
Суточный пробег, км/сут.	400	300	200
Время в наряде, ч	8	8	8
Количество перевозок ед./сут.	15	10	7
Средняя стоимость перевозки, руб.	700	1000	1400
Дни в эксплуатации, д/год	340	340	340

Таблица 4.19 - Данные о расходах на выбранные АТС

Модель автомобиля	Skoda Rapid	Renault Fluence	Ford Focus	Infiniti Q50
Стоимость автомобиля, тыс. руб.	599	1055,9	911	1570
Базовая норма расхода топлива на 100 км пробега, л	7,8	8,7	8,44	9,1
Стоимость одного литра топлива	37,5	37,5	37,5	37,5
Количество шин	4	4	4	4
Нормативные пробеги шин, тыс. км.	55	55	55	55
Стоимость одного комплекта шин	13400	18580	17560	38000
Затраты на ТО, тыс. руб./год	37,82	41,9	39,6	94

Таблица 4.20 иллюстрирует структуру затрат на перевозки. Таблица 4.21 показывает общую сумму затрат на перевозки.

Таблица 4.20 - Структура затрат

Показатель, ед. изм.	Skoda Rapid	Renault Fluence	Ford Focus	Infiniti Q50
Пробег ПС, км/сут.	400	300	300	200
Пробег ПС, км/год	136000	102000	102000	68000
Эксплуатационные затраты, руб./год				
- заработная плата водителей с учетом взносов в фонды	311646	311646	311646	311646
- затраты на топливо	397800	332775	322830	232050
- затраты на смазочные и другие эксплуатационные материалы для ПС	79560	66555	64566	46410
- затраты на приобретение шин	33134,54545	34457,45455	32565,81818	46981,81818
- затраты на ТО ПС	37820	41900	39600	94000
- затраты на амортизацию ПС	199666,6667	351966,6667	303666,6667	523333,3333
- накладные расходы	124658,4	124658,4	124658,4	124658,4
Годовой экономический эффект, руб./год	-	-	86160,63636	-

Годовой экономический эффект был определен следующим образом:

$$\mathcal{E} = (C_1 + K_1 \cdot E_n) - (C_2 + K_2 \cdot E_n), \text{ руб./год}, \quad (4.20)$$

где C_1 и C_2 – суммы эксплуатационных затрат в базовом и проектируемом вариантах, руб./год;

K_1 и K_2 – стоимость автомобилей в базовом и проектируемом вариантах, руб.;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (0,15 для автомобильного транспорта).

Таким образом, для автомобилей комфорт-класса в результате применения разработанного в диссертационной работе метода получен экономический эффект, который составил 86160,63636 рублей. Для автомобилей бизнес- и эконом-класса двумя методами был получен одинаковый результат, но, как было

отмечено, результаты, полученные при помощи метода ранжирования для разных автомобилей, имеют крайне близкие значения, что может вызвать погрешность при округлении знаков после запятой и, следовательно, оказать влияние на конечный выбор транспортного средства.

Как видно из расчетов, методы дают разные результаты. Но для выведения каких-либо закономерностей выборка не репрезентативна, в связи с чем предлагается проведение математического моделирования.

4.4 Расчет эффективности принятых решений

Для сравнения результатов работы метода ранжирования и разработанного метода был проведен вычислительный эксперимент. Оптимальные автомобили находились при помощи двух алгоритмов, описанных выше, для 10 000 специально сгенерированных наборов входных данных. Результаты моделирования представлены на рисунке 4.1.

В области А расположено множество экономически более выгодных решений, полученных при помощи разработанного метода определения модельного ряда автомобилей-такси. В области В – эффективные решения, полученные при использовании метода ранжирования. На диагонали, линии пересечения областей, расположены точки, представляющие собой решения, в которых используемые методы дали одинаковый результат.

В 10% случаев разработанный алгоритм дал худшие результаты, в 25% выбранные разными методами автомобили совпали, в 65% случаев разработанный в диссертационном исследовании метод повысил экономические показатели работы АТП. В среднем, улучшение рентабельности перевозок составило 15%.

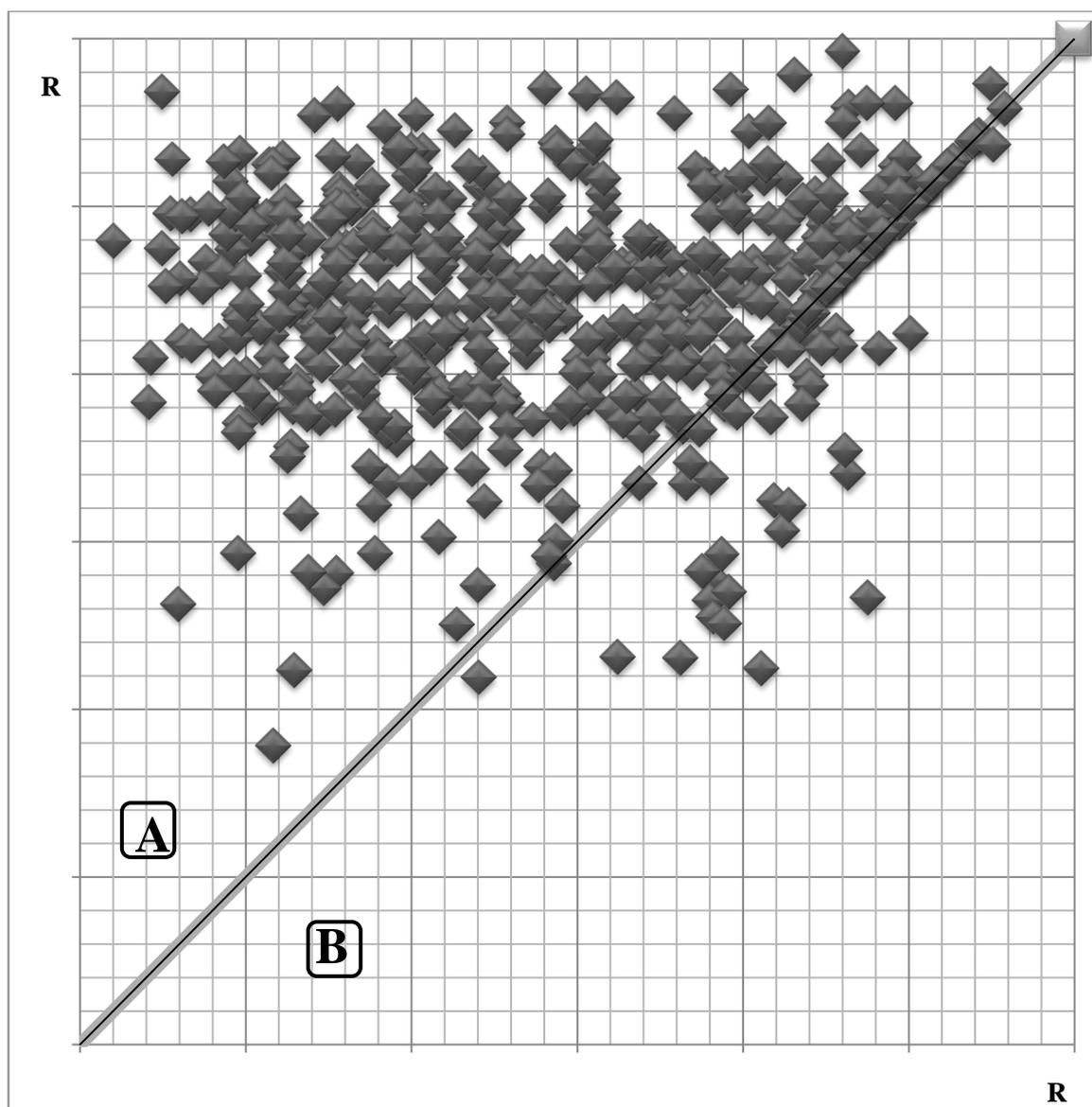


Рисунок 4.1- Распределение сравнительной рентабельности разработанного метода и метода ранжирования по результатам моделирования

4.5 Выводы по четвертой главе

В четвертой главе диссертационного исследования была проведена апробация разработанного метода. При этом в качестве базового варианта использовался метод ранжирования, который широко применяется для решения поставленной задачи. Установлено:

- метод ранжирования и предлагаемый в диссертации подход при использовании для решения задачи формирования рационального таксомоторного парка дают различные результаты;

- для автомобилей комфорт-класса в результате применения разработанного в диссертационном исследовании метода получен годовой экономический эффект, который составил 86160,63636 рублей;

- проведение моделирования работы предлагаемого метода и метода ранжирования показало, что в большинстве случаев предлагаемый метод дает лучшие результаты, повышая экономическую эффективность перевозок. Вычислительный эксперимент показал, что в 65% случаев применение разработанного метода повысило экономическую эффективность работы автотранспортного предприятия, в 25% дало результат, аналогичный полученному при помощи метода ранжирования, и лишь в 10% случаев метод показал худший результат в сравнении с методом ранжирования.

Таким образом, применение метода формирования рациональной структуры парка автомобилей-такси в условиях крупных городов является целесообразным и экономически обоснованным.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Структура таксомоторных парков в больших городах неоднородна, обслуживание пассажиров осуществляется с использованием автотранспортных средств различных тарификационных групп. Наиболее часто используемыми из них являются тарификационные группы «эконом-класс», «комфорт-класс», «бизнес-класс», каждая из которых имеет своего потребителя с определенным набором требований.

2. Традиционный методологический аппарат, применяемый для обоснования структуры парков автомобилей, не адаптирован к задаче обоснования структуры таксомоторного парка. Выполненные ранее исследования для условий плановой экономики не получили дальнейшего развития с учетом современной экономической системы не учитывают особенности крупных городов и современных требований к паркам автомобилей-такси.

3. Разработана и теоретически обоснована система показателей, по которым целесообразно осуществлять выбор автомобилей-такси для трех наиболее часто встречающихся в больших городах тарификационных групп: «эконом», «комфорт» и «бизнес». Это наличие систем активной безопасности, уровень пассивной безопасности, мощность двигателя, время разгона до 100 км/ч, минимальный радиус поворота, плавность хода, комфорт пассажирских мест, акустический комфорт, объем багажника, стоимость автомобиля, расход топлива, затраты на ТО, стоимость полисов ОСАГО и КАСКО, руб.

4. Проведено имитационное моделирование работы таксомоторного парка, показавшее, что соотношение автомобилей трех указанных тарификационных групп должно определяться на основании данных о структуре поступающих заказов.

5. Осуществлена свертка тринадцати частных показателей в три комплексных, влияющих на безопасность, привлекательность для потребителя и экономичность автомобиля: k_1 отражает техническую составляющую качества

автомобиля-такси, k_2 – составляющую комфортности, k_3 – экономическую составляющую.

6. Определены весовые коэффициенты частных показателей для трех тарификационных групп автомобилей-такси. Установлено, что среди автомобилей всех тарификаций наиболее предпочтительными будут являться АТС, имеющие высокий уровень активной и пассивной безопасности.

7. Установлены весовые коэффициенты комплексных показателей для трех тарификационных групп автомобилей-такси. Наибольший вес в каждой из них имеет показатель, отражающий технические характеристики, влияющие на уровень безопасности транспортного средства. Для автомобилей эконом-класса $k_1=0,506$, $k_2=0,169$, $k_3=0,323$; для автомобилей комфорт-класса $k_1=0,517$, $k_2=0,276$, $k_3=0,214$; для автомобилей бизнес-класса $k_1=0,514$, $k_2=0,295$, $k_3=0,191$.

8. С учетом установленной системы весовых коэффициентов предложен алгоритм выбора автомобилей-такси, который позволит снизить трудоемкость применения метода в условиях АТП.

9. Разработан метод обоснования рациональной структуры парка автомобилей-такси, основанный на определении пропорций между востребованными тарификационными группами АТС и последующем выборе рациональной модели автомобиля внутри каждой тарификационной группы.

10. Рассматриваемый в диссертационной работе метод обоснования требований к рациональной структуре парка автомобилей-такси удобен в применении на уровне специалистов транспортных компаний, а также отличается меньшим уровнем субъективизма, чем традиционно применяемые методы, так как весовые коэффициенты были установлены в ходе масштабной экспертной оценки с привлечением различных групп экспертов.

11. Использование метода является экономически обоснованным. Проведенный вычислительный эксперимент показал, что в 25% случаев выбранные разными методами автомобили совпали, в 65% случаев

разработанный в диссертационном исследовании метод обеспечивает повышение экономических показателей работы АТП.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выбор автомобилей, используемых для перевозки пассажиров, является важным этапом в организации транспортного процесса.

В рамках проведенного исследования был произведен анализ состояния автомобильного транспорта в Российской Федерации. Был отмечен тот факт, что большая часть автопарка устарела и нуждается в обновлении. При этом к автомобилям, используемым в таксомоторных перевозках, с каждым годом предъявляются все более строгие требования, что также обуславливает необходимость своевременной замены автомобилей с применением научно обоснованных методик.

В производственной практике принятие решений об использовании того или иного транспортного средства, как правило, осуществляется бездоказательно, на основании опыта и интуиции, что может негативно сказываться на показателях работы автотранспортного предприятия. При этом даже существующие методы выбора подвижного состава разрабатываются чаще всего для определенных типов грузовых автомобилей и совершенно не применимы для легковых автомобилей-такси, а также относительно сложны в применении и довольно громоздки, что затрудняет их использование специалистами АТП.

Предложенный в диссертационной работе метод охватывает 3 наиболее часто используемые в таксомоторных перевозках тарификационные группы и устанавливает особые весовые коэффициенты для каждой из них. Однако перспективным может являться развитие приведенного подхода на прочие востребованные тарификационные группы транспортных средств.

Также представляет интерес задача выявления и использования иных рычагов повышения конкурентоспособности служб такси, а также повышения безопасности перевозочного процесса.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ИДЕНТИФИКАТОРОВ

АТ – автомобильный транспорт
АТП – автотранспортное предприятие
АТС – автотранспортные средства
БДД – безопасность дорожного движения
ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения
ДТП – дорожно-транспортное происшествие
ДТТ – дорожно-транспортный травматизм
ИП – индивидуальный предприниматель
ЛПР – лицо, принимающее решения
МАИ – метод анализа иерархий
ММР – модифицированный метод ранжирования
ОБДД – обеспечение безопасности дорожного движения
ООН – Организация Объединенных Наций
ОПФ – основные производственные фонды
ОФ – основные фонды
ПРР – погрузочно-разгрузочные работы
ПС – подвижной состав
РФ – Российская Федерация
СНГ – Содружество Независимых Государств
США – Соединенные Штаты Америки
ТО – техническое обслуживание
ТО и Р – техническое обслуживание и ремонт
ТС – транспортное средство
ТЭА – техническая эксплуатация автомобилей
ТЭП - технико-эксплуатационные показатели
АЕВ – система экстренного торможения
EuroNCAP – Европейская программа оценки новых автомобилей
LCV – малотоннажных грузовой автомобиль

ЛИТЕРАТУРА

1. Абалонин, С.М. Организация и планирование автомобильных перевозок: учеб. пособие [Текст]/ С.М. Абалонин. - Саратов: СПИ, 1981. – 56 с.
2. Авдонькин, Ф.Н. Оптимизация процессов изменения технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации: учеб. пособие для ВУЗов [Текст]/Ф.Н. Авдонькин. - М.: Транспорт, 1993. - 350 с.
3. «АвтоВАЗ» лидирует по доле в парке отечественных авто. [Электронный ресурс]/Автостат инфо. 2016.
Режим доступа: <http://avtostat-info.com/News/2153>
4. Автомобилизация России: догнать и перегнать Ливию. [Электронный ресурс]/За рулем.рф. 2015. Режим доступа: <http://www.zr.ru/content/articles/752284-avtomobilizaciya-rossii-dognat-peregnat-liviyu/>
5. Автопарк России вырос на 1,7 процента. [Электронный ресурс]/Автостат инфо. 2016. Режим доступа: <http://avtostat-info.com/News/1956>.
6. Азгальдов, Г.Г. О квалиметрии: учебник. [Текст]/Г.Г. Азгальдов, Э.П. Райхман; под ред. д.э.н., проф. А.В. Гличева. - М.: Изд-во стандартов, 1973. - 172с.
7. Айвазян, С.А. Прикладная статистика. Исследование зависимостей: справочное изд. [Текст]/С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. - М.: Финансы и статистика, 1985. - 487 с.
8. Анализ сегмента такси на рынке городского пассажирского транспорта. [Электронный ресурс]/Аналитический центр при правительстве Российской Федерации. Режим доступа: <http://ac.gov.ru/files/content/8176/issledovanie-ac-taksi-pdf.pdf>
9. Андреева, О.Д. Технология бизнеса: маркетинг: учеб. пособие [Текст]/О.Д. Андреева. - М.: ИНФРА.М-НОРМА, 1997. - 224 с.
10. Андрейчиков, А.В. Применение метода анализа иерархий при проведении маркетинговых исследований (на примере рынка легковых автомобилей класса В). [Электронный ресурс]/А.В. Андрейчиков, М.В. Полозов, В.С. Ращевский// Известия ВУЗов. Машиностроение. № 3. 2006. с. 65-72. Режим

доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metoda-analiza-ierarhiy-pri-provedenii-marketingovyh-issledovaniy-na-primere-rynka-legkovykh-avtomobiley-klassa-v>

11. Аристов, С.А. Имитационное моделирование экономических процессов: учеб. Пособие[Текст]/С.А. Аристов. - Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та. 2004. – 121 с.
12. Афанасьев, Л.Л. Автомобильные перевозки: учеб. для ВУЗов [Текст]/Л.Л. Афанасьев, С.М. Цукерберг. - М.: Транспорт, 1973. – 320 с.
13. Афанасьев, Л.Л. Единая транспортная система и автомобильные перевозки: учеб. для ВУЗов; изд. 2-е перераб. и доп. [Текст]/Л.Л. Афанасьев, Н.Б. Островский, С.М. Цукерберг. - М.: Транспорт, 1984. – 333 с.
14. Бажинова, Т.А. Оценка качества технических решений в конструкции легковых автомобилей [Текст]/Т.А. Бажинова. – Харьков: Вестник ХНАДУ. 2011. №55. - с. 49-51.
15. Бенсон, Д. Транспорт и доставка грузов [Текст]/Д. Бенсон, Д. Уайтхед. Пер. с англ. к.т.н. В.В. Космина. - М.: Транспорт, 1990. - 279 с.
16. Билибина, Н.Ф. Расчет экономической эффективности внедрения новой техники на автомобильном транспорте[Текст]/Н.Ф. Билибина. - М.: Транспорт (НИИАТ), 1967. – 228 с.
17. Блюденев, А.Ф. Оценка эффективности машин по конечному результату [Текст]/ А.Ф. Блюденев. – М.: Наука, 1982. – 172 с.
18. Большаков, А.М. Повышение уровня обслуживания пассажиров автобусами на основе комплексной системы управления качеством: дис. канд. эк. н.[Текст]/А.М. Большаков. М.: НИИАТ, 1981. - 174 с.
19. Бородина, Ю.В. К вопросу о формировании парка подвижного состава[Текст]/ Ю.В. Бородина //Инновационные системы планирования и управления на транспорте и в машиностроении. Сборник трудов. – Санкт-Петербург, 2015. Том 5 – с. 12-13.

20. Бородина, Ю.В. Методика формирования рациональной структуры парка подвижного состава [Текст]/ Ю.В. Бородина, Т.А. Менухова// Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2018. Сб. тезисов/ Санкт-Петербургский горный университет. СПб, 2018. – с. 212.
21. Бородина, Ю.В. Формирование автопарка методами линейного программирования. Formation of a car fleet by means of the linear programming [Текст]/ Ю.В. Бородина// Applied and Fundamental Studies. Proceedings of the 8th International Academic Conference. - St. Louis, Missouri, USA, 2015. - с. 61-65.
22. Бородина, Ю.В. Повышение эффективности работы автопарка при помощи модифицированного метода ранжирования[Текст]/ Ю.В. Бородина //Естественные и технические науки №11 (89). М.: Спутник+ 2015. - с. 543-545.
23. Бородина, Ю.В. Формирование структуры таксомоторного парка[Текст]/ Ю.В. Бородина//Успехи современной науки и образования №5. Белгород Том 3. 2016. - с. 70 – 71.
24. Бородина, Ю.В. Применение модифицированного метода ранжирования для формирования таксомоторного парка[Текст]/ Ю.В. Бородина// Вопросы современной науки: проблемы, тенденции и перспективы. Сборник научных публикаций. – М.: Научный журнал «Chronos». 2016. с.40-43.
25. Бородина, Ю.В. Исследование модифицированного метода ранжирования для выбора подвижного состава[Текст]/ Ю.В. Бородина, А.В. Терентьев//Вестник гражданских инженеров №1 (54). СПб.: 2016. - с. 120 – 122.
26. Будрина, Е.В. Проблемы формирования и управления развитием регионального рынка транспортных услуг [Текст]/ Е.В. Будрина. СПб.: СПб. ГИЭУ, 2002. -276 с.
27. Бычков, В.П. Экономика автотранспортного предприятия: учебник [Текст]/ В.П. Бычков. М.: Инфра-М, 2006. - 381 с.
28. В «Автостате» рассказали о популярных автомобилях в такси [Электронный ресурс]/ Агентство корпоративных новостей. 2016. Режим доступа:

<http://www.corpomir.ru/23938-V-Avtostate-rasskazali-o-populyarnykh-avtomobilyakh-v-taksi.html>

29. Важутович, В.В. Принимаю решение[Текст]/ В.В. Важутович. М.: Политиздат, 1984.
30. Веденяпин, В.Г. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных [Текст]/ В.Г. Веденяпин. М.: Колос, 1973. - 199 с.
31. Великанов, Д.П. Выбор наиболее эффективных грузовых автомобилей для определенного вида перевозок [Текст]/ Д.П. Великанов. Автомобильный транспорт, 1977. с. 14-17.
32. Великанов, Д.П. Эффективность автомобиля [Текст]/ Д.П. Великанов. М.: Транспорт, 1969. – 226 с.
33. Витвицкий, Е. Е. Развозочно-сборные автотранспортные системы перевозки грузов: научное издание [Текст]/ Е. Е. Витвицкий. СибАДИ. — Омск: «Вариант-Сибирь», 2003. - 274 с.
34. Волков, И.К. Исследование операций [Текст]/ И.К. Волков, Е.А. Загоруйко. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 428 с.
35. Володин, А.Н. Технико-экономическая оценка эффективности машин многоцелевого назначения/А.Н. Володин. Грузовик, 1999. №7. с. 25-27.
36. Воркут, А.И. Грузовые автомобильные перевозки (основы теории транспортного процесса): Учеб. пособие для вузов [Текст]/ А.И. Воркут. Киев: Вища школа, 1979. - 392 с.
37. Геронимус, Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте: учебник [Текст]/Б.Л. Геронимус. М.: Транспорт, 1982. - 190 с.
38. Глава комитета по транспорту рассказал об изменениях, которые ожидают рынок такси в Петербурге. [Электронный ресурс]/ Официальный сайт администрации Санкт-Петербурга. 07.08.2015. Режим доступа: https://gov.spb.ru/gov/otrasl/c_transport/news/70514/

39. Гличев, А.В. Прикладные вопросы квалиметрии: учебник [Текст]/А.В. Гличев, Г.О. Рабинович, М.И. Примаков, М.М. Сеницын. – М.: Издательство стандартов, 1983, -136 с.
40. Глобальный план осуществления Десятилетия действий по обеспечению безопасности дорожного движения 2011-2020 гг. [Электронный ресурс]/ Всемирная организация здравоохранения. Режим доступа: http://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/russian.pdf
41. Глухарева, Т.А. Организация движения грузовых автомобилей в городах [Текст]/ Т.А. Глухарева, Р.В. Горбанев. М.: Транспорт, 1989. – 125 с.
42. Горев, А.Э. Грузовые автомобильные перевозки: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений [Текст]/ А.Э. Горев. М.: «Академия», 2004. – 288 с.
43. Горев, А.Э. Развитие городских транспортных систем крупных городов [Текст] / А.Э. Горев// Транспорт Российской Федерации. 2016. № 6 (67). С. 50-53.
44. ГОСТ 4.396-88 «Система показателей качества продукции. Автомобили легковые. Номенклатура показателей» [Электронный ресурс]/ Библиотека ГОСТов. 1989. Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/28/28697.shtml>
45. ГОСТ Р 51004-96 «Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества» [Электронный ресурс]/ Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. 01.01.1997. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200010825>
46. ГОСТ Р 51006-96 «Услуги транспортные. Термины и определения». [Электронный ресурс]/ Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. 01.01.1997. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200000872>
47. ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки». С изменениями. [Электронный ресурс]/ Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. 01.01.2002. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200017699>
48. ГОСТ Р 51825-2001 «Услуги пассажирского автомобильного транспорта. Общие требования» [Электронный ресурс]/ Электронный фонд правовой и

нормативно-технической документации. 01.07.2002. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-51825-2001>

49. Григорьев М.А., К вопросу технико-экономической эффективности двигателей и управления их качеством [Текст]/ М.А. Григорьев, В.А. Долецкий// Автомобильная промышленность, Маг 1976. №3. - с. 1-3.

50. Гудков, В.А. Пассажирские автомобильные перевозки: учебник для вузов [Текст]/ В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Вельможин, С.А. Ширяев. М.: Горячая линия - Телеком, 2004. - 448 с.

51. Десять стратегий обеспечения безопасности дорожного движения для детей [Электронный ресурс]/ Всемирная организация здравоохранения. 2015. 20 с. Режим доступа: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/162176/3/WHO_NMH_NVI_15.3_rus.pdf?ua=1

52. Динер, И.Я. Исследование операций [Текст]/ И.Я. Динер. Ленинград: ВМОЛУА, 1969. - 606 с.

53. Динер, И.Я. Районирование множества векторов состояния природы и задача выбора решения [Текст]/ В кн.: Исследование операций. М.: Наука, 1972. С. 43-62.

54. Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в мире [Электронный ресурс]/ Всемирная организация здравоохранения. 2013. 282 с. Режим доступа: http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/report/ru/

55. Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в мире [Электронный ресурс]/ Всемирная организация здравоохранения. 2015. 16 с. Режим доступа: http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/GSRRS2015_Summary_RU.pdf?ua=1

56. Дьячкова, О.М. Оптимизация структуры парка как одно из решений реформирования организационно-финансового механизма городского пассажирского транспорта. Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств [Текст]/ О.М. Дьячкова, П.П. Володькин // Материалы 4 МНТК, 41. Пенза: ПГУАС. 2006. С. 307-310.

57. Европейские факты и доклад о состоянии безопасности дорожного движения в мире [Электронный ресурс]/ Всемирная организация здравоохранения. 2013. 12 с. Режим доступа: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/192077/Road-Safety-Facts-Rus.pdf?ua=1
58. Емельянов, С.В. Многокритериальные методы принятия решений. [Текст]/ С.В. Емельянов, О.И. Ларичев. М.: Знание, 1985. - 32 с.
59. Жуков, А.И. Разработка методики формирования парка подвижного состава автобусного предприятия: автореферат диссертации кандидата наук, спец. 05.22.08 [Текст]/ А.И. Жуков. Москва. 2010. – 22 с.
60. Загорский, И.О. Эффективность организации регулярных перевозок пассажирским автомобильным транспортом [Текст]/ И.О. Загорский, П.П. Володькин. – Хабаровск: изд-во Тихоокеан. гос. ун-та. 2012. – 154 с.
61. Заруднев, Д.И. Методика выбора автотранспортных средств для перевозки грузов: диссертация кандидата наук, спец. 05.22.10 [Текст]/ Д.И. Заруднев. Омск. 2005. - 237 с.
62. Заруднев, Д.И. Обоснование применения различных автотранспортных средств в малой системе доставки грузов [Текст]/ Д.И. Заруднев, В.И. Николин. Омск: Сиб. гос. автомоб-дор. академия, 2000.- 26 с.
63. Зырянов, В.В. Повышение эффективности управления городским пассажирским транспортом Ростова-на-Дону [Текст]/ В.В. Зырянов, Е.Ю. Семчугова, А.А. Литвина // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2013. Т. 2. № 2 (71). С. 347-351.
64. Илдарханов, Р. Ф. Разработка методики оценки конкурентоспособности подвижного состава для международных автомобильных перевозок: диссертация кандидата технических наук спец. 05.22.10 [Текст]/ Р.Ф. Илдарханов. Набережные Челны. 2002. - 223 с.
65. Иномарки захватили российские дороги [Электронный ресурс]/За рулем.рф. 2015. Режим доступа: <http://www.zr.ru/content/articles/779343-inomarki-zaxvatili-rossijskie-dorogi/>

66. Исследование операций. Методологические аспекты. Сборник материалов симпозиума «Исследование операций и анализ развития науки». М.: Наука, 1972.
67. Как заработать на таксомоторных перевозках [Электронный ресурс]/ Пресс-центр маркетингового агентства ABARUS Market Research. 2006. Режим доступа:<http://www.abarus.ru/cnt/press/about/450>
68. Как таксопарк выполняет заказы «Яндекс.такси» [Электронный ресурс]/Городской интернет-сайт The Village. Режим доступа: <http://www.the-village.ru/village/business/how/179053-taksopark-yandeks-taksi>
69. Какорина, Е.П. Состояние дорожно-транспортного травматизма по данным официальной медицинской статистики. [Электронный ресурс]/ Е.П. Какорина, Т.М. Андреева, А.В. Поликарпов, Е.В. Огрызко// Проблемы современной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2015; 23(6). С. 18-24. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/sostoyanie-dorozhno-transportnogo-travmatizma-po-dannym-ofitsialnoy-meditsinskoj-statistiki>
70. Канторович, Л.В. Оптимальные решения в экономике [Текст]/ Л.В. Канторович, А.Б. Горстко. М.: Наука, 1972. - 231 с.
71. Кини, Р.Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения [Текст]/ Р.Л. Кинни, Х. Райфа. М.: Радио и связь, 1981. - 560 с.
72. Классы автомобилей [Электронный ресурс]/ Яндекс такси. 2016. Режим доступа: <https://driver.yandex/классы-автомобилей/>
73. Кожин, А.П. Математические методы в планировании и управлении грузовыми перевозками. [Текст]/ А.П. Кожин. М.: Высшая школа, 1979. – 304 с.
74. Количество автотранспортных средств и прицепов к ним, состоящих на учете [Электронный ресурс]/Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения за 2015 год. Госавтоинспекция. Режим доступа: <http://www.gibdd.ru/stat/2015/>
75. Концепция федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2013-2020 годах» (утв. Распоряжением Правительства РФ

от 27.10.12 №1995-р) [Электронный ресурс]/ Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ. Режим доступа:

<http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70149350/#21>

76. Комаров, Ю.Я. Классификация методов оценки пассивной безопасности легковых автомобилей [Текст]/ Ю.Я. Комаров, А.В. Лемешкин, Д.Д. Сильченков// Известия ВолгГТУ. Сер. Наземные транспортные системы. Вып. 9. – Волгоград, 2014. № 19 (146). с. 53-55.

77. Комаров, Ю.Я. Основные подходы к повышению скорости сообщения на общественном автомобильном транспорте в г. Волгограде [Текст]/ Ю.Я. Комаров, С.В. Колесников, С.В. Ганзин, Д.Ю. Комаров// Известия ВолгГТУ. Сер. Наземные транспортные системы. 2013. Т. 6. № 10 (113). С. 64-66.

78. Конвенция о дорожном движении (с изм. от 28.09.2004) (вместе с "Техническими условиями, касающимися автомобилей и прицепов") (Заключена в г. Вене 08.11.1968) (с изм. и доп. от 03.03.1992) [Электронный ресурс]/ КонсультантПлюс.2015.Режим доступа:

<http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=136493>

79. Коробов, В.Б. Сравнительный анализ методов определения весовых коэффициентов «влияющих факторов». [Текст]/ В.Б. Коробов//Социология: методология, методы, математические модели. – Научный журнал института социологии РАН. – 2005. - № 20.

80. Костин, И.М. Технико-экономическая оценка грузовых автомобилей при разработке [Текст]/ И.М. Костин, Х.А. Фасхиев. - Набережные Челны: Изд-во Камского политехнического института, 2002. №2. с. 2-10.

81. Крахмалева, А.В. Методика оценки качества автомобилей[Текст]/ А.В. Крахмалева, Х.А. Фасхиев// Маркетинг в России и за рубежом. №4. 2005. с. 86-100.

82. Кто рулит на российском рынке такси [Электронный ресурс]/rusbase. 2016. Режим доступа: <http://rusbase.com/story/taxi-market/>

83. Кузнецов, Д.О. Методы оценки качества автомобилей с точки зрения потребителей [Текст]/ О.Д. Кузнецов//Вестник ТГУ. №6 (74). 2009. с. 67-70.
84. Кузнецов, Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей [Текст]/ Е.С. Кузнецов. М.: Транспорт, 1990. - 272 с.
85. Лаврентьев, Е.В. Анализ проблем возраста и многомарочности в автотранспортных предприятиях [Текст]/ Е. В. Лаврентьев, Н. И. Веревкин // доклады 68-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов СПбГАСУ: – СПб, – 2011. – С.154-159
86. Лаврентьев, Е.В. Существующие методики расчета автотранспортных предприятий [Текст]/ Е. В. Лаврентьев, Н. И. Веревкин // 64-я международная конференция – Актуальные проблемы современного строительства: – СПб, – 2011. – с.122-124.
87. Ларичев, О.И. Теория и методы принятия решений [Текст]/ О.И. Ларичев. М.: Логос, 2000. - 296 с.
88. Лифшиц, А.Л. Моя работа на кафедре управления ВМА в 60-е годы XX века [Электронный ресурс]/ А.Л. Лифшиц // Центральный Военно-Морской Портал. Режим доступа: <http://flot.com/publications/books/shelf/livshitsaboutthisdepartment/>
89. Лукинский, В.С. Логистика автомобильного транспорта [Текст]/ В.С. Лукинский, В.И. Бережной, Е.В. Бережная и т.д. М.: Финансы и статистика, 2004. - 368 с.
90. Любимов, И.И. Методика формирования рациональной структуры подвижного состава автотранспортного предприятия. Диссертация канд. техн. наук. Спец. 05.22.10 [Текст]/ Оренбург: ОГУ, 2007. – 130 с.
91. Майборода, М.Е. Грузовые автомобильные перевозки: учебное пособие [Текст]/ М.Е. Майборода, В.В. Беднарский. Ростов н/Д: Феникс, 2008. 442 с.
92. Мандрица В.М. Номограммы для оперативного планирования и анализа работы автотранспортного предприятия [Текст]/М.: Транспорт, 1973. 72 с.

93. Методика определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. М.: Экономика, 1977. - 56 с.
94. Методика определения экономической эффективности от внедрения новой техники, изобретений и рационализаторских предложений на предприятиях Минавтотранса. М.: Минавтотранс РСФСР, 1978. - 75 с.
95. Москвичи нацелились на петербургское такси [Электронный ресурс]/ Пресс-центр маркетингового агентства ABARUS Market Research. 2006. Режим доступа:<http://www.abarus.ru/cnt/press/about/440>
96. Миргородский, М.А. Повышение эффективности перевозок грузов мелкими отправлениями, диссертация кандидата наук спец.: 05.22.10. [Текст]/ М.А. Миргородский. Орел. 2010. - 151 с.
97. Моржаретто, И.И., 117 всероссийских марок [Текст]/ И.И. Моржаретто, Е.В. Петрусевич// «За рулём», Nov 2006. с. 182-183.
98. Мячкова, С. В. Методика определения рациональной структуры парка АТП на основе комплексного показателя, диссертация кандидата наук, спец. 05.22.10 [Текст]/ С.В. Мячкова. Оренбург. 2012. - 169 с.
99. Мячкова, С.В. Эффективный подвижной состав - основа конкурентного преимущества: сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции «Эффективная логистика» [Текст]/ С.В. Мячкова. - Челябинск: ЮУрГУ, 2008. - С. 225-230.
100. Мячкова, С.В. Аудит автопарка как инструмент естественного отбора [Текст]/ С.В. Мячкова, Н.К. Горяев // Грузовое и пассажирское автохозяйство. - 2009,- №1. - С. 36-40.
101. Мячкова, С.В. Обоснование требований к рациональной структуре парка подвижного состава автотранспортного предприятия [Текст]/ С.В. Мячкова, Н.Н. Якунин // Транспорт Урала. - 2010. -№4 (27). - С.21-26.
102. Нагорный, Е.В. Теоретические основы для формирования парка подвижного состава транспортных объединений на конкурентных рынках городских

пассажирских перевозок [Текст]/ Е.В. Нагорный, В.Н. Мосьпан // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 12-й Международной научно-технической конференции. Т. 3. – Минск: БНТУ, 2014. – с. 248-250.

103. Названы самые популярные автомобили-такси в России [Электронный ресурс]/ в-деталях.рф. 2016. Режим доступа: <http://в-деталях.рф/названы-самые-популярные-автомобили/138737/>

104. Наумов, В.С. Формирование рациональной структуры автопарка в условиях случайных характеристик потока заявок на перевозку грузов. Диссертация кандидата наук, спец.: 05.22.01. [Текст]/ В.С. Наумов. Харьков. 2006. 179 с.

105. Николаев, В.И. Об одном методе определения объективной и субъективной ценности информации при управлении [Текст]/ В.И. Николаев, В.Н. Темнов. Автомат. и телемех., вып. 9. 1972. с. 132-138.

106. Николаев, В.И. Об одном методе формирования экспертной оценки [Текст]/ В.И. Николаев, В.Н. Темнов. Известия АН СССР. 1973. - №5. с. 23-26.

107. Николин, В.И. Научные основы совершенствования теории грузовых автомобильных перевозок: Дис. докт. техн. Наук [Текст]/ Москва, 2000. - 353с.

108. Николин, В. И. Основы теории автотранспортных систем (грузовые автомобильные перевозки) [Текст]/ Е. Е. Витвицкий, С. М. Мочалин, Н. И. Ланьков. Омск: «ОмГПУ», 1999. – 281 с.

109. Николин, В.И. Автотранспортный процесс и оптимизация его элементов [Текст]/ В.И. Николин-М.: «Транспорт», 1990. - 191 с.

110. Нуретдинов, Д.И. Как формировать эффективный грузовой автопарк [Электронный ресурс]/ Д.И. Нуретдинов. Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация: Онлайн-научно-технический журнал. 2004. Режим доступа:

<http://kpfu.ru/chelny/science/sets>

111. Нуретдинов, Д.И. Методика выбора типа подвижного состава для автотранспортного предприятия по технико-экономическим критериям.

Диссертация кандидата наук. [Текст]/ Д.И. Нуретдинов. Набережные Челны. 2004. - 172 с.

112. Обеспеченность легковыми автомобилями в России выше, чем в среднем по миру [Электронный ресурс]/ Автостат Инфо. 2015. Режим доступа: <https://www.autostat.ru/infographics/22658/>

113. Отраслевая нормаль «Классификация и система обозначения автомобильного подвижного состава, а также его агрегатов и узлов, выпускаемых специализированными предприятиями» ОН 025 270-66 от 01.08.1966 (с изменениями). [Электронный ресурс]/ Профессиональные справочные системы Техэксперт. 2017. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200069917>

114. Падение российского авторынка в мае ускорилось [Электронный ресурс]/ Ведомости. 2016. Режим доступа: <http://www.vedomosti.ru/auto/articles/2016/06/08/644684-padenie-rossiiskogo>

115. Паули, Н.В. Совершенствование методики выбора рациональной структуры парка грузовых автомобилей с учетом наработки. Диссертация кандидата наук. [Текст]/Н.В. Паули. Оренбург. 2013. - 146 с.

116. Пеньшин, Н.В. Конкурентоспособность услуг автомобильного транспорта в условиях пост-кризисной модернизации экономики России [Текст]/ Н.В. Пеньшин. – Тамбов: изд-во Тамб. гос. техн. ун-та. 2010. 156 с.

117. Пеньшин, Н.В. Оценка эффективности функционирования автомобильного транспорта [Текст]/ Н.В. Пеньшин// Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2008. – Т. 2, №1 (11). – с. 89-98.

118. Петров, А.И. Диалектика развития систем общественного транспорта и место легкого рельсового транспорта в многообразии форм транспортного обслуживания городского населения [Текст]/ А.И. Петров, Д.А. Брусянин, С.В. Вихарев// В сб. Инновационный транспорт - 2016: специализация железных дорог. Материалы Международной научно-технической конференции, посвященная 60-летию основания Уральского государственного университета путей сообщения. Ответственный за выпуск С.В. Бушуев. 2017. С. 325-343.

119. Петров, А.И. Ранжирование регионов Российской Федерации по характеристикам автотранспортной аварийности [Текст]/ А.И. Петров, В.И. Колесов// В сб. Проблемы функционирования систем транспорта. Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (с международным участием). 2014. С. 159-165.
120. Показатели состояния безопасности дорожного движения. [Электронный ресурс]/Официальный сайт Госавтоинспекции. Режим доступа: <http://stat.gibdd.ru/>
121. Понизовкин, А.Н. Краткий автомобильный справочник [Текст]/ А.Н.Понизовкин, Ю.М. Власко, М.Б. Ляликов и др. – М.: АО «Трансконсалтинг», НИИАТ, 1994. – 779 с.
122. Постников, В.М. Методы выбора весовых коэффициентов локальных критериев. [Электронный ресурс]/ В.М. Постников, С.Б. Спиридонов// Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. № 6. 2015. с. 267-287. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/metody-vybora-vesovyh-koeffitsientov-lokalnyh-kriteriev>
123. Потапов, Д.К. О методиках определения весовых коэффициентов в задаче оценки надежности коммерческих банков. [Электронный ресурс]/ «Социально-экономическое положение России в новых геополитических и финансово-экономических условиях: реалии и перспективы развития». Сборник научных статей. Спб.: Институт бизнеса и права. 2008. Выпуск 5. Режим доступа: <http://www.ibl.ru/konf/041208/60.pdf>
124. Правила перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом [Электронный ресурс]/ КонсультантПлюс. 14.02.2009. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_85364/515429bec93dd935981b1230045ff92ca92af7bf/#dst100029
125. Пресс-выпуск №2985 [Электронный ресурс]/ ВЦИОМ. 26.11.2015. Режим доступа: <https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=115483>

126. Прудовский, Б.Д. Количественные методы управления автомобильным транспортом [Текст]/ Б.Д. Прудовский. М.: Транспорт: НИИАТ, 1976. - 87 с.
127. Прудовский, Б.Д. Выбор типа автотранспортных средств для перевозки грузов и пассажиров [Текст]/ Б.Д. Прудовский, А.В. Терентьев. В кн.: Инновационные системы планирования и управления на транспорте и в машиностроении. Сборник трудов. Том 1. Санкт-Петербург. 2014. С. 67-70.
128. Прудовский, Б.Д. Управление технической эксплуатацией автомобилей по нормативным показателям[Текст]/ Б.Д. Прудовский, В.Б. Ухарский. М.: Транспорт. 1990. - 239 с.
129. Ракитин, В.А. Анализ методик формирования рациональной структуры парка грузовых автомобилей [Текст]/ В.А. Ракитин// Современные проблемы науки и образования. – 2015. - № 1-1. с. 149.
130. РД 3112199-1085-02 Временные нормы эксплуатационного пробега шин автотранспортных средств [Электронный ресурс]/ Помощь по ГОСТам. 2003. Режим доступа:<http://www.gosthelp.ru/text/RD3112199108502Vremennyen.html>
131. Решение Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 N 877 (ред. от 13.12.2016) "О принятии технического регламента Таможенного союза "О безопасности колесных транспортных средств" (вместе с "ТР ТС 018/2011. Технический регламент Таможенного союза.) [Электронный ресурс]/ Профессиональные справочные системы Техэксперт. 2017. Режим доступа:<http://docs.cntd.ru/document/902320285>
132. Российский авторынок в мае выпал из пятерки европейских лидеров [Электронный ресурс]/ Автостат инфо. 2016. Режим доступа: <https://www.autostat.ru/news/26233/>
133. Россия молодеет автопарком [Электронный ресурс]/ Газета.ru. 2015. Режим доступа: http://www.gazeta.ru/auto/2015/03/24_a_6612853.shtml
134. Роцин, А.И. Методические указания к лабораторным работам по дисциплинам «Пассажирские перевозки» и «Технологические процессы

автотранспортной отрасли» [Текст]/ А.И. Роцин, А.А. Пасынский, Ф.В. Акопов, А.И. Жуков. М.: МАДИ, 2010. - 50 с.

135. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. - М.: Высшая школа, 2001. - 400 с.

136. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. [Текст]/ Т. Саати. М.: Радио и связь, 1993. - 278 с.

137. Савенкова, Е.Н. К вопросу о возрастных особенностях детского автомобильного травматизма. [Текст]/ Е.Н. Савенкова, А.А. Ефимов, В.Н. Семижонова, А.С. Купрюшин// Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2014. - №3(31). – С. 127-134.

138. Савин, В.И. Перевозки грузов автомобильным транспортом: справочное пособие[Текст]/В.И. Савин. 2-е издание, перераб. и доп. – М.: Дело и Сервис, 2014. – 304 с.

139. Салмин, В.В. Формирование парка подвижного состава пассажирского автотранспортного предприятия. Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств [Текст]/ В.В. Салмин, М. М.Макаров, В.В.Трусов // Материалы 4 МНТК. 41. Пенза: ПГУАС. 2006. - с. 338-343.

140. Семерка лучших автомобилей для такси [Электронный ресурс]/ Рейтинги автомобилей и автотоваров. 2016. Режим доступа: <http://rating-avto.ru/cars/avtomobili-dlya-raboty-v-taksi.html>

141. Сидоров, Е.А. Экономическая и социальная эффективность использования автобусов большой вместимости при организации транспортного обслуживания населения в городах. Диссертация кандидата экономических наук [Текст]/ Москва. 1989. - 214 с.

142. Сколько зарабатывают в такси - часть вторая [Электронный ресурс]/ Общество Синих Ведёрок. 2015. Режим доступа: <http://ru-vederko.livejournal.com/1863361.html>

143. Сколько можно заработать в такси? [Электронный ресурс]/ Такси Москва. 2016. Режим доступа: <http://themoscowtaxi.ru/articles/skolko-mozhno-zarabotat-v-taxi>

144. Спирин, И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: учебн./ И. В. Спирин. – М.: Академия, 2014. – 400 с.
145. Структура парка легковых автомобилей в России в 2015 году [Электронный ресурс]/ Автостат. 2015. Режим доступа: <https://www.autostat.ru/infographics/20567/>
146. Такси в Москве [Электронный ресурс]/ Яндекс. 2013. Режим доступа: https://yandex.ru/company/researches/2013/ya_moscow_taxi_2013
147. Такси в Санкт-Петербурге [Электронный ресурс]/ Яндекс. 2015. Режим доступа: <https://yandex.ru/company/researches/2015/spb/taxi>
148. Таксисты назвали самые надежные автомобили [Электронный ресурс]/ DRIVE2. 2016. Режим доступа: <https://www.drive2.ru/b/288230376151938441/>
149. Терентьев, А.В. Математические методы в организации автотранспортного производства: учебное пособие [Текст]/ Терентьев А.В. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2010. – 130 с.
150. Терентьев, А.В. Материалы 2-ой международной научно-практической конференции. Инновационные системы планирования и управления на транспорте и в машиностроении [Текст]/ А.В. Терентьев, Б.Д. Прудовский/ Векторная оптимизация. СПб. Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». 2014. - с. 64-66.
151. Терентьев А.В. Методы определения множества Парето в некоторых задачах линейного программирования [Текст]/ А.В. Терентьев, Б.Д. Прудовский. Записки Горного института. Т. 211. СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015. 89-90 с.
152. Транспорт в январе-апреле 2016 года [Электронный ресурс]/ Федеральная служба государственной статистики. Оперативная информация.2016. Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/transprt/
153. Титов Е.Ф. О методах определения технического уровня АТС, их агрегатов и узлов [Текст]/ Е.Ф. Титов. Автомобильная промышленность, Jan 2000. - с. 27-29.

154. Туревский, И.С. Автомобильные перевозки. Учебное пособие [Текст]/ И.С. Туревский – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2009. 224 с.
155. Фасхиев, Х.А. Оценка экономической эффективности эксплуатации и производства грузовых автомобилей [Текст]/ Х.А. Фасхиев, А.В. Крахмалева// Автостандарт, Jan 2004. - с. 26-30.
156. Фасхиев, Х.А. Расчет производительности грузового автомобиля [Текст]/ Х.А. Фасхиев, Д.И. Нуретдинов// Грузовик, Feb 2004. - с. 20-22.
157. Фаткиева, Р.Р. Методы и алгоритмы прогнозирования поведения и оценки свойств информационной системы. Автореферат диссертации кандидата наук. 05.13.01. [Текст]/ Р.Р. Фаткиева. Спб.: 2004. 20 с.
158. Фатхутдинов, Р.А. Управление конкурентоспособностью организации: учебник [Текст]/ Р.А. Фатхутдинов. М.: «Эксмо», 2004. - 544 с.
159. Федеральный закон от 08.11.2007 №259-ФЗ (ред. 13.07.2015) «Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта» (с изм. и доп. вступ. В силу с 19.10.2015) [Электронный ресурс]/ КонсультантПлюс. 2015. Режим доступа:
<http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=178343>
160. Федоськина, Л.А. Оценка качества автомобилей с точки зрения потребителей: анализ подходов, применяемых в мировой практике [Электронный ресурс]/ Л.А. Федоськина// Экономический анализ: теория и практика. № 35 (386). 2014. - с. 42-51. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». Режим доступа: <https://m.cyberleninka.ru/article/v/otsenka-kachestva-avtomobiley-s-tochki-zreniya-potrebiteley-analiz-podhodov-primenyaemyh-v-mirovoy-praktike>
161. Ходош, М.С. Грузовые автомобильные перевозки: учебник [Текст]/ М.С. Ходош. 4-е, пере-раб. и доп.-е изд. М.: Транспорт, 1986. – 211 с.
162. Чеботаев, А.А. Выбор рациональных типов грузовых автомобилей: Учеб. пособие [Текст]/ А.А. Чеботаев. М.: МАДИ, 1978. – 72 с.
163. Чемпионы по шашечкам [Электронный ресурс]/ Коммерсант. 21.12.2015. Режим доступа: <http://www.kommersant.ru/doc/2866675>

164. Чижонок, В.Д. Выбор автотранспортных средств для перевозки грузов: Учеб. пособие [Текст]/ В.Д. Чижонок. Гомель: БелГУТ, 2002. - 53 с.
165. Чудаков, Е.А. Избранные труды. Т 1. Теория автомобиля [Текст]/ Е.А. Чудаков. М.: Изд-во АН СССР, 1961. - 463 с.
166. Чудаков, Е.А. Будущее автомобильной промышленности в СССР[Текст]/ Е.А. Чудаков. За рулем. № 1. 1928. с. 3-8.
167. Шафиркин, Б.И. Повышение эффективности грузовых перевозок: учебник [Текст]/ Б.И. Шафиркин. М.: Транспорт, 1978. – 191 с.
168. Шведов, Г.В. Разработка методики многокритериального выбора параметров глубоких вводов в системах электроснабжения городов с учётом неопределённости развития электрических нагрузок. Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук [Текст]/ Г.В. Шведов. М. 2005. - 206 с.
169. Шеннон, Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука [Текст]/ Р. Шеннон. М.: Мир, 1978. – 420 с.
170. Шинный супермаркет [Электронный ресурс]/ Шинный супермаркет. 2016. Режим доступа: <http://99t.ru/search/tyres/>
171. Эдельман, В.И. Надежность технических систем: экономическая оценка [Текст]/ В.И. Эдельман. М.: Экономика, 1988. - 151 с.
172. Юдин, Д.Б. Вычислительные методы теории принятия решений: учебник [Текст]/ Д.Б. Юдин. М.: Наука, 1989. – 320 с.
173. Якунин, Н.Н. Методика определения рациональной структуры парка легковых автомобилей автотранспортного предприятия [Текст]/ Н.Н. Якунин, Д.А. Дрючин, С.Н. Якунин// Вестник ОГУ 12.2005. Приложение «Прогрессивные технологии в транспортных системах». с. 134-137.
174. Якунин, Н.Н. Оптимизация структуры парка легковых автомобилей на основе анализа эксплуатационных затрат. Сб. трудов по материалам 64-ой научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ (ГТУ) [Текст]/ Н.Н. Якунин, Д.А. Дрючин, С.Н. Якунин, А.В. Артамкин. М.: 2006. - с. 243-249.

175. Якунин, Н. Н. Совершенствование организации перевозок пассажиров легковыми такси [Электронный ресурс] / Якунин Н. Н., Котов В. В. // Вестник Оренбургского государственного университета, 2011. - № 10, октябрь. - с. 6-12. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
- Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-organizatsii-perevozk-passazhirov-legkovymi-taksi>
176. Briccarello, Severino / Veicoli commerciali leggeri: tecnica e mercato // *Trasp. ind.* .-1990 .-36, N 377-378. -С. 74-79, 7.
177. Haddon J. W. The changing approach to the epidemiology, prevention and amelioration of trauma: the transition to approaches etiologically rather than descriptively. *America J. of Public Health.* 1968; 58:1431-1438.
178. Harrington, E.C.J. The Desibiliti Function-Industry Qualiti Control. 21, № 10.-P., 1965. 494-498 с.
179. Leary, T.J. The cost benefit analysis: it can be a misleading tool for transportation planners // *Transp. Planning and Technology.* 1979. -Vol. 6.-N4.-P. 189-193.
180. Peterson, H. Cost-effective transport choices for wholesaledistributors using transport probability analysis // *J. Market, Channels.* 1993. - N1. - P. 127-143.
181. Proper shipping saves time, money. *Oil and Gas J.*, 1976, 20/1X, vol. 74, 38, p. 165, 168, 173-174, 176.
182. Prudovskij, B.D. Kurzanalyse der vorhandenen Methoden der Fuhrparkwahl. *Scientific Reportson Resource Issues [Текст]*/ B.D. Prudovskij, A.V. Terent'ev, J.V. Borodina. Volume 1, 2014 г. – с.427-430.
183. Savage L.J. The theory of statistical decision // *J. Amer. Sttist. Assoc.*, Vol. 46, No. 1, 1951. pp. 55-67.
184. Vega-Redondo, F. *Economics and the Theory of Games.* Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А – Акт о внедрении результатов исследования (справочное)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной
деятельности Санкт-
Петербургского горного
университета, профессор
В.А. Цоенст



16/09/2016 года

АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы

Результаты диссертационной работы Бородиной Юлии Всеволодовны на соискание ученой степени кандидата технических наук (специальность 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта) на тему «Метод обоснования требований к рациональной структуре парка автомобилей-такси в крупных городах» используются в учебном процессе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Санкт-Петербургский горный университет» при проведении учебных занятий по дисциплинам «Пассажирские транспортные системы» (6 часов), «Городской транспортный комплекс» (4 часа) при подготовке студентов по направлению 23.03.01 «Технология транспортных процессов» по профилю подготовки «Организация перевозок и управление на автомобильном транспорте».

Декан электромеханического
факультета Санкт-Петербургского
горного университета, д.т.н., профессор



В.В. Максаров

Заместитель заведующего кафедрой
транспортно-технологических
процессов и машин Санкт-Петербургского
горного университета, к.т.н.



Т.А. Менухова

Приложение Б – Акт о внедрении результатов исследования
(справочное)

Общество с ограниченной ответственностью

«Логистик.северо-запад»

ИНН 7804516670 КПП 780401001 ОГРН 1137847372255

ОКАТО 40273561000 ОКПО 58343512

Р/сч. 40702810590170000437 в ДО «Октябрьский» ОАО «Банк «Санкт-Петербург»

К/сч. 30101810900000000790 БИК 044030790

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ООО «Логистик.северо-запад»
Ревзин Максим Викторович

«05» сентября 2016 года

Акт

о внедрении результатов диссертационного исследования

Настоящим подтверждается, что результаты диссертационной работы Бородиной Юлии Всеволодовны на тему «Метод обоснования требований к рациональной структуре парка автомобилей-такси в крупных городах» включены в план по совершенствованию работы компании ООО «Логистик.северо-запад» на 2017 год и будут использованы для формирования рациональной структуры парка автомобилей.

Члены комиссии:

Исполнительный директор

Герасев А.В.

Начальник логистического отдела

Андресевич А.Е.

195220, г. Санкт-Петербург, Ул. Бутлерова дом.8 пом. 8-Н

Приложение В – Акт о внедрении результатов исследования
(справочное)

ООО «НОРДБУС»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «НОРДБУС»

Фадеева Е.А.

«4» сентября 2016 года

АКТ

о внедрении результатов научно-исследовательской работы

Выдан Бородиной Юлии Всеволодовне для предоставления в диссертационный совет.

Свидетельствует о том, что результаты диссертационного исследования «Метод обоснования требований к рациональной структуре парка автомобилей-такси в крупных городах» внедрены в практическую деятельность и используются при формировании парка автомобилей компании ООО «НОРДБУС».

Члены комиссии:

Дмитриев М.Р.

[Подпись]

Салымова И.В.

[Подпись]



Приложение Г – Анкета, используемая при проведении экспертной оценки для
определения веса частных показателей

(справочное)

ОПРОСНЫЙ ЛИСТ

ФИО _____ Организация _____
Должность _____

Расположите показатели, по которым может осуществляться выбор автомобиля-такси, в ранжированный ряд с учетом их предполагаемого влияния. Показатель, который Вы считаете ведущим, расположите на первое место, остальным присвойте ранги в порядке убывания.

Оценивание проводится для автомобилей, обслуживающих 3 тарифа: «Эконом», «Комфорт» и «Бизнес». Ранги необходимо выставлять в пределах каждого класса отдельно.

В анкете представлено 3 блока, включающих некоторое количество показателей. Ранжирование проводится отдельно для каждого из блоков.

Блок №1

№	Показатель качества автомобиля-такси	Ранг		
		Эконом	Комфорт	Бизнес
1	Стоимость автомобиля, руб.			
2	Затраты на ТО, руб./км			
3	Стоимость полисов ОСАГО и КАСКО, руб.			
4	Расход топлива, л/100 км			

Блок №2

№	Показатель качества автомобиля-такси	Ранг		
		Эконом	Комфорт	Бизнес
1	Объем багажника, л			
2	Комфорт пассажирских мест, балл			
3	Акустический комфорт, балл			
4	Плавность хода, балл			

Блок №3

№	Показатель качества автомобиля-такси	Ранг		
		Эконом	Комфорт	Бизнес
1	Наличие систем активной безопасности			
2	Уровень пассивной безопасности			
3	Мощность двигателя, кВт			
4	Время разгона до 100 км/ч, сек.			
5	Минимальный радиус поворота, м			

Пример заполнения анкеты приведен ниже.

№	Показатель качества автомобиля-такси	Ранг		
		Эконом	Комфорт	Бизнес
1	Стоимость автомобиля, руб.	2	2	1
2	Затраты на ТО, руб./км	3	4	3
3	Стоимость полисов ОСАГО и КАСКО, руб.	4	3	2
4	Расход топлива, л/100 км	1	1	4

Приложение Д – Коэффициенты значимости частных показателей для
автомобилей комфорт-класса в группе ученых
(справочное)

Обозначения		Показатели	Эксперты					Вес
			1	2	3	4	5	
k_1	k_{11}	Мощность двигателя	4	4	4	3	3	0,134
	k_{12}	Время разгона до 100 км\ч	5	3	3	4	4	0,126
	k_{13}	Min радиус поворота	3	5	5	5	5	0,102
	k_{14}	Наличие систем активной безопасности	2	2	1	1	2	0,297
	k_{15}	Уровень пассивной безопасности	1	1	2	2	1	0,341
k_2	k_{21}	Объем багажника	4	3	4	3	3	0,15
	k_{22}	Комфорт пассажирских мет	1	1	1	2	1	0,427
	k_{23}	Акустический комфорт	3	4	3	4	4	0,141
	k_{24}	Плавность хода	2	2	2	1	2	0,281
k_3	k_{31}	Стоимость автомобиля	1	2	1	2	1	0,382
	k_{32}	Затраты на ТО	3	4	3	3	3	0,164
	k_{33}	Стоимость КАСКО	4	3	4	4	4	0,136
	k_{34}	Расход топлива	2	1	2	1	2	0,318

Приложение Е – Коэффициенты значимости частных показателей для
автомобилей бизнес-класса в группе ученых
(справочное)

Обозначения		Показатели	Эксперты					Вес
			1	2	3	4	5	
k_1	k_{11}	Мощность двигателя	4	4	4	4	4	0,119
	k_{12}	Время разгона до 100 км\ч	5	5	3	3	3	0,134
	k_{13}	Мин радиус поворота	3	3	5	5	5	0,107
	k_{14}	Наличие систем активной безопасности	2	1	1	2	2	0,288
	k_{15}	Уровень пассивной безопасности	1	2	2	1	1	0,352
k_2	k_{21}	Объем багажника	4	3	4	4	4	0,137
	k_{22}	Комфорт пассажирских мест	2	2	1	2	1	0,323
	k_{23}	Акустический комфорт	3	4	3	3	3	0,163
	k_{24}	Плавность хода	1	1	2	1	2	0,377
k_3	k_{31}	Стоимость автомобиля	1	1	1	1	1	0,491
	k_{32}	Затраты на ТО	4	3	4	4	4	0,129
	k_{33}	Стоимость КАСКО	3	2	2	2	3	0,206
	k_{34}	Расход топлива	2	4	3	3	2	0,175

Приложение Ж – Коэффициенты значимости частных показателей для
автомобилей эконом-класса в группе клиентов
(справочное)

Обозначения		Показатели	Эксперты							Вес
			1	2	3	4	5	6	7	
k_1	k_{11}	Мощность двигателя	3	4	4	5	3	3	4	0,126
	k_{12}	Время разгона до 100 км\ч	4	5	5	4	4	4	5	0,105
	k_{13}	Min радиус поворота	5	3	3	3	5	5	3	0,124
	k_{14}	Наличие систем активной безопасности	1	1	2	1	1	2	1	0,372
	k_{15}	Уровень пассивной безопасности	2	2	1	2	2	1	2	0,272
k_2	k_{21}	Объем багажника	1	2	2	2	3	1	2	0,279
	k_{22}	Комфорт пассажирских мест	2	1	1	1	1	2	1	0,41
	k_{23}	Акустический комфорт	4	4	4	4	4	4	4	0,13
	k_{24}	Плавность хода	3	3	3	3	2	3	3	0,181
k_3	k_{31}	Стоимость автомобиля	2	2	1	1	1	2	1	0,374
	k_{32}	Затраты на ТО	3	3	3	3	3	4	3	0,167
	k_{33}	Стоимость КАСКО	4	4	4	4	4	3	4	0,134
	k_{34}	Расход топлива	1	1	2	2	2	1	2	0,325

Приложение И – Коэффициенты значимости частных показателей для
автомобилей комфорт-класса в группе клиентов
(справочное)

Обозначения		Показатели	Эксперты							Вес
			1	2	3	4	5	6	7	
k_1	k_{11}	Мощность двигателя	3	4	4	2	3	1	4	0,16
	k_{12}	Время разгона до 100 км\ч	4	5	5	5	5	5	5	0,098
	k_{13}	Min радиус поворота	5	2	3	4	4	4	3	0,131
	k_{14}	Наличие систем активной безопасности	1	1	1	2	1	2	1	0,372
	k_{15}	Уровень пассивной безопасности	2	2	2	1	2	3	2	0,238
k_2	k_{21}	Объем багажника	2	4	2	2	4	2	2	0,197
	k_{22}	Комфорт пассажирских мест	1	1	1	1	1	1	1	0,493
	k_{23}	Акустический комфорт	4	3	4	4	3	4	4	0,131
	k_{24}	Плавность хода	3	2	3	3	2	3	3	0,179
k_3	k_{31}	Стоимость автомобиля	1	2	1	1	1	2	1	0,405
	k_{32}	Затраты на ТО	3	3	3	3	3	3	3	0,171
	k_{33}	Стоимость КАСКО	4	4	4	4	4	4	4	0,128
	k_{34}	Расход топлива	2	1	2	2	2	1	2	0,295

Приложение К – Коэффициенты значимости частных показателей для
автомобилей бизнес-класса в группе клиентов
(справочное)

Обозначения	Показатели	Эксперты							Вес	
		1	2	3	4	5	6	7		
k_1	k_{11}	Мощность двигателя	3	4	3	5	5	3	4	0,116
	k_{12}	Время разгона до 100 км\ч	4	3	4	3	4	4	3	0,125
	k_{13}	Min радиус поворота	5	5	5	4	3	5	5	0,095
	k_{14}	Наличие систем активной безопасности	1	1	1	1	1	1	1	0,443
	k_{15}	Уровень пассивной безопасности	2	2	2	2	2	2	2	0,221
k_2	k_{21}	Объем багажника	4	4	4	4	4	4	4	0,127
	k_{22}	Комфорт пассажирских мест	1	2	1	1	1	1	1	0,448
	k_{23}	Акустический комфорт	3	3	3	2	3	2	3	0,186
	k_{24}	Плавность хода	2	1	2	3	2	3	2	0,238
k_3	k_{31}	Стоимость автомобиля	1	1	1	1	1	1	1	0,49
	k_{32}	Затраты на ТО	4	3	2	3	2	3	4	0,163
	k_{33}	Стоимость КАСКО	2	2	3	2	3	2	2	0,216
	k_{34}	Расход топлива	3	4	4	4	4	4	3	0,131

Приложение Л – Коэффициенты значимости частных показателей для
автомобилей эконом-класса в группе сотрудников АТП
(справочное)

Обозначения		Показатели	Эксперты									Вес
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
k_1	k_{11}	Мощность двигателя	1	4	4	3	4	1	4	3	4	0,156
	k_{12}	Время разгона до 100 км\ч	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,1
	k_{13}	Min радиус поворота	4	3	3	4	3	4	3	4	3	0,146
	k_{14}	Наличие систем активной безопасности	2	2	1	2	1	2	2	2	1	0,302
	k_{15}	Уровень пассивной безопасности	3	1	2	1	2	3	1	1	2	0,296
k_2	k_{21}	Объем багажника	1	2	1	2	1	1	3	1	2	0,346
	k_{22}	Комфорт пассажирских мест	2	1	2	1	2	2	1	2	1	0,339
	k_{23}	Акустический комфорт	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0,133
	k_{24}	Плавность хода	3	3	3	3	3	3	2	3	3	0,183
k_3	k_{31}	Стоимость автомобиля	2	2	2	1	2	2	2	2	1	0,284
	k_{32}	Затраты на ТО	3	3	3	3	3	3	3	4	3	0,164
	k_{33}	Стоимость КАСКО	4	4	4	4	4	4	4	3	4	0,131
	k_{34}	Расход топлива	1	1	1	2	1	1	1	1	2	0,422

Приложение М – Коэффициенты значимости частных показателей для
автомобилей комфорт-класса в группе сотрудников АТП
(справочное)

Обозначения		Показатели	Эксперты									Вес
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
k_1	k_{11}	Мощность двигателя	3	3	4	4	3	3	3	3	3	0,145
	k_{12}	Время разгона до 100 км\ч	4	5	5	5	4	5	5	4	4	0,102
	k_{13}	Мин радиус поворота	5	4	3	3	5	4	4	5	5	0,11
	k_{14}	Наличие систем активной безопасности	1	2	2	1	1	1	1	1	1	0,385
	k_{15}	Уровень пассивной безопасности	2	1	1	2	2	2	2	2	2	0,259
k_2	k_{21}	Объем багажника	3	4	3	4	2	3	4	4	4	0,149
	k_{22}	Комфорт пассажирских мет	1	1	2	1	1	1	1	2	1	0,428
	k_{23}	Акустический комфорт	4	3	4	3	4	4	3	3	3	0,15
	k_{24}	Плавность хода	2	2	1	2	3	2	2	1	2	0,273
k_3	k_{31}	Стоимость автомобиля	2	1	2	1	2	2	2	1	2	0,304
	k_{32}	Затраты на ТО	3	3	3	4	3	3	3	3	3	0,167
	k_{33}	Стоимость КАСКО	4	4	4	3	4	4	4	4	4	0,132
	k_{34}	Расход топлива	1	2	1	2	1	1	1	2	1	0,397

Приложение Н – Коэффициенты значимости частных показателей для
автомобилей бизнес-класса в группе сотрудников АТП
(справочное)

Обозначения		Показатели	Эксперты									Вес
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
k_1	k_{11}	Мощность двигателя	3	4	4	3	3	4	4	3	3	0,138
	k_{12}	Время разгона до 100 км\ч	4	3	3	4	4	3	3	4	4	0,134
	k_{13}	Min радиус поворота	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,095
	k_{14}	Наличие систем активной безопасности	2	1	2	2	1	2	1	2	1	0,305
	k_{15}	Уровень пассивной безопасности	1	2	1	1	2	1	2	1	2	0,329
k_2	k_{21}	Объем багажника	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0,141
	k_{22}	Комфорт пассажирских мет	1	3	3	2	2	2	1	1	1	0,315
	k_{23}	Акустический комфорт	2	2	2	3	3	3	2	2	2	0,238
	k_{24}	Плавность хода	3	1	1	1	1	1	3	3	3	0,307
k_3	k_{31}	Стоимость автомобиля	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,489
	k_{32}	Затраты на ТО	3	3	2	4	3	3	4	4	2	0,157
	k_{33}	Стоимость КАСКО	2	2	3	2	2	2	2	2	3	0,221
	k_{34}	Расход топлива	4	4	4	3	4	4	3	3	4	0,133

Приложение О – Анкета, используемая при проведении экспертной оценки для
определения веса комплексных показателей
(справочное)

ОПРОСНЫЙ ЛИСТ

ФИО _____ Организация _____

Должность _____

Ниже Вам предлагается оценить значение 3 комплексных показателей, по которым может осуществляться выбор автомобилей-такси.

При этом как k_1 обозначен комплексный показатель безопасности. Показатель k_2 представляет собой совокупность факторов, характеризующих привлекательность автомобиля для клиентов таксомоторных служб. Показатель k_3 включает составляющие, оказывающие влияние на экономичность эксплуатации автомобиля.

Таким образом:

а) k_1 (техническая составляющая), которая включает:

- 1) наличие систем активной безопасности, балл;
- 2) уровень пассивной безопасности, балл;
- 3) мощность двигателя, кВт;
- 4) время разгона до 100 км/ч, сек.;
- 5) минимальный радиус поворота, м;

б) k_2 (составляющая комфорта), которая включает:

- 1) объем багажника, л;
- 2) комфорт пассажирских мест, балл;
- 3) акустический комфорт, балл;
- 4) плавность хода, балл;

в) k_3 (экономическая составляющая), которая включает:

- 1) стоимость автомобиля, руб.;
- 2) затраты на ТО, руб./км;
- 3) стоимость полисов ОСАГО и КАСКО, руб.;
- 4) расход топлива, л/100 км.

1) Расположите комплексные показатели, по которым может осуществляться выбор автомобилей-такси классов обслуживания «Эконом», «Комфорт» и «Бизнес», в ранжированный ряд с учетом их предполагаемого влияния. Показатель, который Вы считаете ведущим, расположите на первое место, остальным присвойте ранги в порядке убывания (1...4).

№	Показатель	Ранг		
		Эконом	Комфорт	Бизнес
1	k_1 (техническая составляющая)			
2	k_2 (составляющая комфорта)			
3	k_3 (экономическая составляющая)			

Пример заполнения анкеты представлен ниже.

№	Показатель	Ранг		
		Эконом	Комфорт	Бизнес
1	k_1 (техническая составляющая)	1	2	3
2	k_2 (составляющая комфорта)	3	3	1
3	k_3 (экономическая составляющая)	2	1	2

2) Расставьте весовые коэффициенты γ_i , которые, по Вашему мнению, должны быть присвоены комплексным показателям, по которым может осуществляться выбор автомобилей-такси классов обслуживания «эконом»,

«комфорт» и «бизнес», исходя из условия $\sum_{i=1}^n \gamma_i = 1$.

№	Показатель	Вес γ_i		
		Эконом	Комфорт	Бизнес
1	k_1 (техническая составляющая)			
2	k_2 (составляющая комфорта)			
3	k_3 (экономическая составляющая)			

Ниже представлен пример заполнения анкеты. Обратите внимание, что суммы веса по столбцам равны единице.

№	Показатель	Вес γ_i		
		Эконом	Комфорт	Бизнес
1	k_1 (техническая составляющая)	0,55	0,45	0,2
2	k_2 (составляющая комфорта)	0,35	0,25	0,6
3	k_3 (экономическая составляющая)	0,1	0,3	0,2

3) Сопоставьте комплексные показатели, по которым может осуществляться выбор автомобилей-такси классов обслуживания «эконом», «комфорт» и «бизнес»

Сравнивая показатели, поставьте в соответствующей ячейке число от 1 до 9 или обратное значение ($1/3$, $1/7$, $1/9$ и т.д.). Пример заполнения приведен ниже.

Показатели	k_1	k_2	k_3
k_1	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$
k_2	3	1	3
k_3	2	$\frac{1}{3}$	1

Шкала отношений, на основании которой необходимо расставить баллы в соответствии со степенью предпочтения одного сравниваемого показателя перед другим, представлена ниже.

Интенсивность относительной важности	Суждение	Пояснение
1	Равная важность	Равный вклад показателей в цель
3	Умеренное превосходство	Существуют соображения в пользу легкого превосходства одного показателя над другим
5	Существенное превосходство	Существуют надежные данные или логические суждения, на основании которых можно показать предпочтительность одного из показателей
7	Значительное превосходство	Одному показателю дается настолько сильное превосходство, что оно становится практически значительным
9	Очень сильное превосходство	Превосходство одного показателя над другим очевидно
2, 4, 6, 8	Промежуточные решения	Применяются в компромиссном случае

Матрица сравнений для тарифа «Эконом»

Показатели	k_1	k_2	k_3
k_1			
k_2			
k_3			

Матрица сравнений для тарифа «Комфорт»

Показатели	k_1	k_2	k_3
k_1			
k_2			
k_3			

Матрица сравнений для тарифа «Бизнес»

Показатели	k_1	k_2	k_3
k_1			
k_2			
k_3			