

На правах рукописи



ШТЕПА АЛЕКСЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ

**Управление процессами принятия решений в организационных системах
автотранспортных предприятий на основе аппарата стохастического
моделирования**

Специальность 2.3.4. Управление в организационных системах

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Воронеж 2024

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

- Научный руководитель:** **Белокуров Владимир Петрович,**
доктор технических наук, профессор
- Официальные оппоненты:** **Россихина Лариса Витальевна,**
доктор технических наук, доцент, ФКОУ ВО «Воронежский институт Федеральной службы исполнения наказаний», профессор кафедры «Информационной безопасности телекоммуникационных систем»
Авдеева Зинаида Константиновна,
кандидат технических наук, ФГБУН «Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова» Российской академии наук, ученый секретарь, старший научный сотрудник
- Ведущая организация:** Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта (НИИАТ)» (г. Москва)

Защита состоится «07» июня 2024 г. в 12⁰⁰ на заседании диссертационного совета 24.2.286.04, созданного на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», по адресу: г. Воронеж, Московский проспект, 14, ауд. 216.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» и на сайте <https://cchgeu.ru/>

Автореферат разослан «08» апреля 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.286.04
кандидат технических наук, доцент



Константин Юрьевич Гусев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В современных условиях развития Российской Федерации актуальной становится задача устойчивого и эффективного управления социально-экономическими процессами различных отраслей, в частности, крупнейшей системообразующей отрасли – транспортной. Обусловлено это непрерывными изменениями внешних факторов, их многокритериальностью и объемом. Недостаточность учета многопараметрических факторов влияния на устойчивость и эффективность работы автотранспортных предприятий зачастую приводит к неверному «диагнозу» ситуации, неэффективным или неправильным решениям, и в целом к неэффективному управлению. В связи с этим возникает необходимость актуализации вопросов оперативного и адекватного реагирования на социально-экономические изменения с помощью инструментов математической формализации (методик, моделей и алгоритмов).

Диссертационная работа посвящена изучению процесса управления в организационной системе автотранспортных предприятий, основной вид деятельности которых связан с городскими пассажирскими перевозками, осуществляемыми пассажирскими автотранспортными предприятиями (ПАТП), на основе аппарата стохастического моделирования. В качестве организационной системы ПАТП принята целостная совокупность соединенных между собой информационными связями элементов объекта и органа управления, которая отражает строение самой системы управления. Содержательной частью системы являются функции управления, а также вертикально-горизонтальное соотношение уровней управления, количество и взаимосвязь структурных служб (подразделений) ПАТП в пределах каждого уровня. При этом все составляющие данных служб объединены единством связей, совместным использованием ресурсов и наличием единого управляющего центра. С этих позиций функционирование организационной системы ПАТП основано на объединении и взаимодействии управляющего центра и служб, реализующих его устойчивую и безубыточную работу.

Теоретико-прикладной и методологической базой для исследования послужили работы отечественных и зарубежных ученых, в частности, Новикова Д.А., Буркова В.Н., Кульба В.В., Чхартишвили А.Г., Галяева А.А., Цыганова В.В., Редкозубова С.А., Пашенко А.Ф., Вересникова Г.С., Бурковского В.Л., Баркалова С.А., Громова Ю.Ю., Россихиной Л.В., Авдеевой З.К., Ивахненко А.Г. и др. Их вклад заключается в разработке инструментов для решения различных задач, которые позволяют описывать, анализировать, прогнозировать и оптимизировать системы и процессы при принятии управленческих решений. В области развития и распространения системного анализа при исследовании различных систем управления, экономико-математических моделей и теории оптимизации экономических систем вклад внесли Бир Э.С., Оптнер С.Л., Форрестер Д.Р., Холл А.Д., Хойслер И., Янг С. Солоу Р.М., Самуэльсон П.Э., Хикс Д.Р., Леонтьев В.В., Канторович Л.В., Немчинов В.С., Новожилов В.В. и др.

Существующие теоретико-прикладные исследования в области устойчивого

и эффективного функционирования отдельных служб ПАТП имеют многовариантное рассмотрение. Однако, повышение эффективности устойчивого функционирования ПАТП в целом, с учетом всей его организационной системы, не в полной мере отвечают вызовам современности, и, до настоящего времени, недостаточно проработаны в вопросах оперативного принятия аргументированных управленческих решений, что явилось основанием для дальнейшего исследования.

Тематика работы соответствует паспорту научной специальности 2.3.4. Управление в организационных системах, в пунктах: п. 3. Разработка методов и алгоритмов решения задач управления в организационных системах; п. 5. Разработка методов получения данных и идентификации моделей, прогнозирования и управления организационными системами на основе ретроспективной, текущей и экспертной информации; п. 9. Разработка методов и алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в организационных системах. И соответствует одному из основных научных направлений ФГБОУ ВО «ВГЛУ им. Г.Ф. Морозова» «Технологии информационных, управляющих, навигационных систем (ГРНТИ 28.15.23; 68.47.85) и «Решение задач управления в частных производных. Исследование задач оптимального управления» (ГРНТИ 27.31; 27.37).

Объектом исследования являются процессы управления в рамках организационных систем ПАТП.

Предметом исследования являются математические модели и алгоритмы, обеспечивающие процессы поддержки принятия управленческих решений на ПАТП.

Целью исследования является повышение эффективности процессов принятия управленческих решений в рамках организационной системы автотранспортного предприятия, осуществляющего свою деятельность в области городского пассажирского транспорта общего пользования, на основе аппарата стохастического моделирования.

Основными **задачами** работы при этом являются:

- определить особенности функционирования организационной системы автотранспортного предприятия и сформировать базу отчетно-статистических, информационных и внутрипроизводственных данных;
- разработать методику идентификации моделей процессов систем автотранспортного предприятия в условиях стохастичности влияющих факторов на основе анализа современных информационных технологий управления и поддержки принятия управленческих решений;
- разработать эффективный алгоритм идентификации прогностических моделей процессов систем автотранспортного предприятия;
- разработать алгоритм поддержки принятия управленческих решений в системе автотранспортного предприятия с учетом организационно-производственных особенностей его функционирования;
- провести эксперимент структурной идентификации прогностических моделей основных процессов ПАТП, обеспечивающих устойчивость его системы,

для поддержки принятия эффективных управленческих решений. На основании полученных прогностических моделей рассмотреть различные направления развития системы автотранспортного предприятия с целью устойчивого функционирования и создания предпосылок для его дальнейшего развития.

Методы исследования. Теоретической и методологической основой диссертационной работы явились методы теории системного анализа, теории вероятности и стохастического моделирования.

Научная новизна. В работе получены результаты, характеризующиеся научной новизной:

- предложена методика идентификации моделей процессов систем автотранспортных предприятий, отличающаяся поиском решений как в классе дифференциальных, так и в классе полиномиальных уравнений;

- предложен модифицированный алгоритм идентификации прогностических моделей для задач управления, отличающийся ранжированием переменных с последовательным увеличением сложности структуры модели процессов систем автотранспортных предприятий;

- предложен алгоритм поддержки принятия управленческих решений, отличающийся учетом организационно-производственных особенностей систем автотранспортных предприятий.

Теоретическая значимость работы заключается в развитии средств управления на основе аппарата стохастического моделирования поддержки принятия эффективных управленческих решений в организационной системе ПАТП. Теоретические результаты могут быть использованы в проектных и исследовательских организациях, занимающихся разработкой средств управления и принятий решений в организационных системах.

Практическая значимость. Результаты работы имеют прикладной характер и доведены до практического использования. Практическим результатом работы является разработка средств поддержки принятия управленческих решений в системе ПАТП, внедрение их в учебный процесс и производственную деятельность, а также рассмотрение и рекомендация к внедрению постоянной Комиссией по развитию транспорта и объектов транспортной инфраструктуры при Воронежской городской Думе.

Положения, выносимые на защиту. На защиту выносятся следующие положения диссертационной работы, обладающие научной новизной:

- методика идентификации моделей процессов систем автотранспортных предприятий, на базе применения стохастического подхода,

- модифицированный алгоритм идентификации прогностических моделей для задач управления;

- алгоритм поддержки принятия управленческих решений с учетом организационно-производственных особенностей систем автотранспортных предприятий.

Внедрение результатов работы. Результаты работы внедрены в практику перехода к современным информационным технологиям поддержки принятия управленческих решений на воронежском автотранспортном предприятии ООО

ТК «Автолайн+», основной вид деятельности которого по Общероссийскому классификатору видов экономической деятельности 49.3 – Деятельность прочего сухопутного пассажирского транспорта, а также рассмотрены и рекомендованы к внедрению постоянной Комиссией по развитию транспорта и объектов транспортной инфраструктуры при Воронежской городской Думе. Результаты работы также внедрены в учебный процесс на кафедре организации перевозок и безопасности движения автомобильного факультета ФГБОУ ВО «ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова» в рамках ряда учебных дисциплин по направлениям подготовки 23.03.01 – Технология транспортных процессов и 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

Апробация работы. Основные положения докладывались и обсуждались на Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса» (г. Орел, 2011 г.); Форуме «Безопасность, дорога, дети: практика, опыт, перспективы и технологии» (г. Новочеркасск, 2015 г.); Международных научно-технических конференциях «Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики» (г. Воронеж, 2017, 2020 гг.); XIV Национальной научно-практической конференции с международным участием «Организация и безопасность дорожного движения» (г. Тюмень, 2020 г.); VI Международной научно-практической конференции «Информационные технологии и инновации на транспорте» (г. Орел, 2020 г.); конференции «Автомобильные перевозки и транспортная логистика: теория и практика» (г. Омск, 2020 г.); Научных конференциях и семинарах преподавателей и студентов кафедры организации перевозок и безопасности движения ФГБОУ ВО «ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова» (2017-2023 гг.).

Публикации. Результаты диссертационной работы отражены в 14 печатных изданиях, в том числе 3 в журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ, 1 работа – в издании, индексируемом в Scopus.

Объем и структура работы. Работа изложена на 149 страницах машинописного текста формата А4, содержит 24 таблицы, 38 рисунков и 4 приложения. По структуре работа содержит: Введение; Основную часть, включающую в себя 4 главы; Заключение; Список литературы; Приложения.

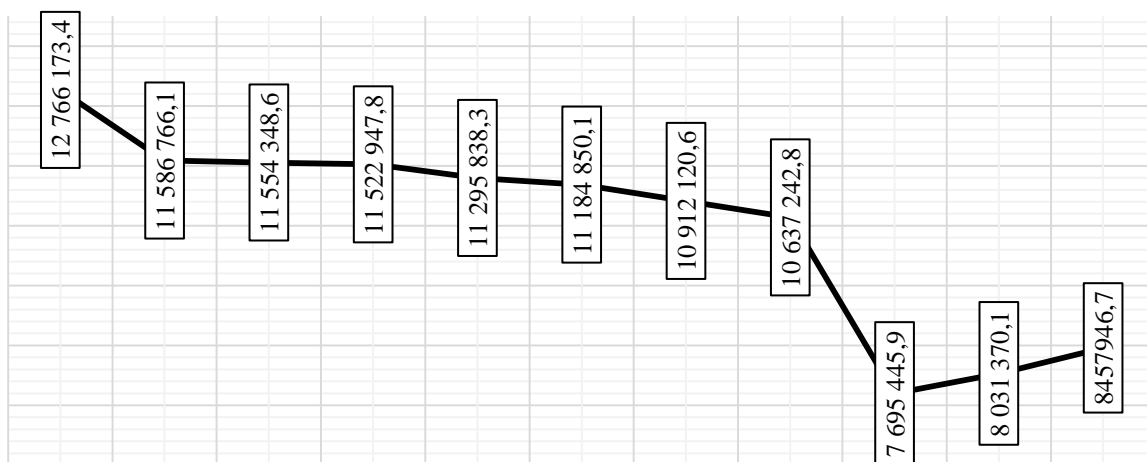
ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении диссертационной работы обоснована актуальность темы исследования, проанализированы степень ее разработанности и основания для исследования, сформулированы цели и задачи работы, дано описание соответствия паспорту научной специальности, рассмотрены теоретическая и практическая значимости, а также методология и методы исследования. Представлена научная новизна и положения, выносимые на защиту. Приведены сведения о степени достоверности и об апробации результатов их внедрения.

В первой главе представлены теоретико-практические основания к совершенствованию эффективных решений в организации и управлении ПАТП. Выявлено, что функционирование всех отраслей городского хозяйства в большей степени невозможно без рациональной и надежной работы городского

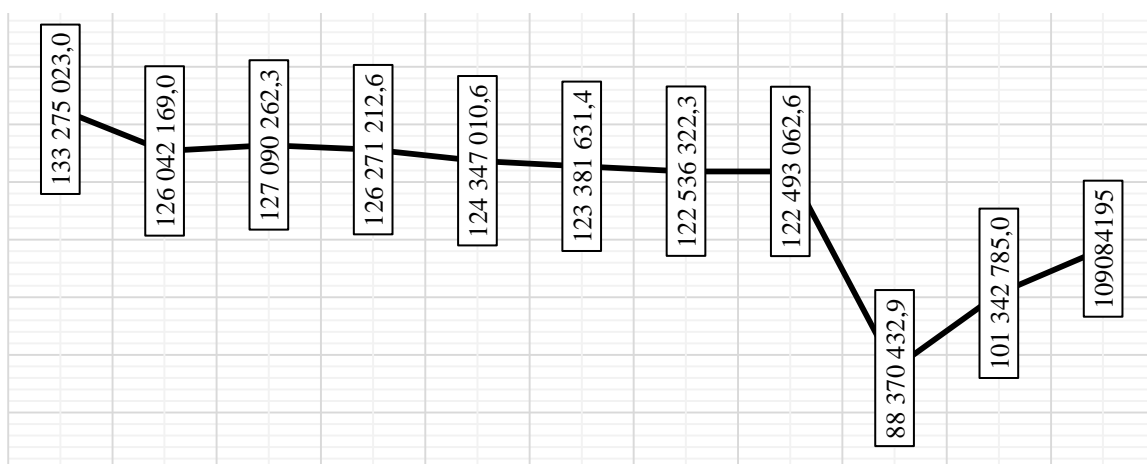
пассажирами общего пользования, так как он является частью производственной, социальной и экономической систем, а ПАТП выполняют значимую социально-экономическую роль – хозяйственные операции, относящиеся к экономическим системам. Поэтому, планирование, организация и управление системой ПАТП для стабильного функционирования и развития является одной из актуальных проблем в теории и практике, и оценивается влиянием на экономику в целом.

При исследовании выявлено воздействие внешних факторов на организацию пассажирских транспортных услуг. Динамика снижения перевозок пассажиров (рис. 1) и пассажирооборота (рис. 2) автобусами общего пользования зависит от многих факторов – экономические, социальные и политические, а на фоне положительной тенденции роста парка легковых автомобилей (рис. 3) можно говорить о снижении объемов перевозок общественным транспортом и других отрицательных последствий при данной динамике.



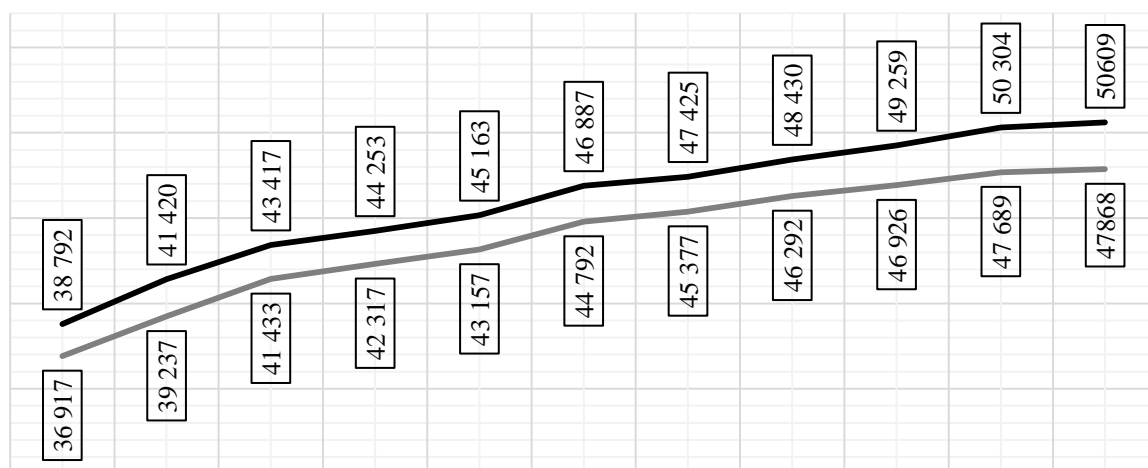
2012 г. 2013 г. 2014 г. 2015 г. 2016 г. 2017 г. 2018 г. 2019 г. 2020 г. 2021 г. 2022 г.
 — Перевозки пассажиров автобусами общего пользования в Российской Федерации, тыс. чел.

Рисунок 1 – Перевозки пассажиров автобусами общего пользования



2012 г. 2013 г. 2014 г. 2015 г. 2016 г. 2017 г. 2018 г. 2019 г. 2020 г. 2021 г. 2022 г.
 — Пассажирооборот автобусов общего пользования в Российской Федерации, тыс. пасс.-км.

Рисунок 2 – Пассажирооборот



2012 г. 2013 г. 2014 г. 2015 г. 2016 г. 2017 г. 2018 г. 2019 г. 2020 г. 2021 г. 2022 г.
 — Всего легковых автомобилей в Российской Федерации, тыс. ед.

— Количество легковых автомобилей в собственности граждан Российской Федерации, тыс. ед.

Рисунок 3 – Парк легковых автомобилей

Функциональное значение пассажирских автотранспортных перевозок было рассмотрено на примере городского округа город Воронеж. Существующее долевое соотношение в сфере городского пассажирского транспорта общего пользования муниципального и частных ПАТП имеет динамику увеличения доли муниципального перевозчика, за счет его поддержки городским бюджетом, а также региональными и федеральными программами, которые покрывают потерю доходов от оказания транспортных услуг. С другой стороны, остаются частные ПАТП, которые в существующих условиях функционирования транспортного рынка вынуждены искать совершенно новые пути для своего стабильного функционирования и эффективного развития. Выходом из существующего положения для всех ПАТП являются совершенно новые подходы к управлению и решению вопросов в системе ПАТП.

При рассмотрении вопроса о организационно-управленческом этапе развития ПАТП отражено, что в системе ПАТП, можно выделить три блока управления (эксплуатационный, технический и экономический) и пять основных служб (организация перевозок, безопасности движения, техническая, экономическая и кадровая). В основных службах можно выделить подсистемы технологии как основного, так и вспомогательного производства, материально-технического обеспечения и другие. Основной целью функциональных подсистем ПАТП является рационализация, организации и управления для достижения эффективности и качества.

Поскольку оптимизация планирования, организация и управление ПАТП представляет собой информационный процесс, то в системе информационных связей с органом планирования объект планирования представлен в связи с окружающей средой. Следовательно, сущность оптимизации планирования, организации и управления – это целостная совокупность элементов объекта и

органа планирования, организации и управления, соединенных между собой информационными связями.

Организованная структура планирования, организации и управления ПАТП основана на организационной системе. Создание организационной системы возможно с помощью информационных моделей и рациональных управленческих структур. Организационные и информационные структуры тесно взаимосвязаны, поскольку в каждой из них объектами управления и обмена информацией являются планировочные и управленческие органы. Организационная система, прежде всего, отражает управленческие процессы, в то время как информационная структура показывает производственное развитие и новые управленческие функции, и задачи, появляющиеся в процессе этого развития. Иногда вновь возникающие функции и задачи могут вступать в противоречие с действующей структурой по причине закрепленных сформированных связей. В таком случае возможно усовершенствование организационной системы за счет оптимизации информационных структур планирования, организации и управления.

Таким образом, процесс планирования, организации и управления пассажирскими перевозками неизбежно подразумевает своевременное принятие эффективных управленческих решений в зависимости от социально-экономических факторов. От эффективности принятых управленческих решений при оптимизации планирования, организации и управления перевозками пассажиров зависит итог работы ПАТП (прибыль, убыток, банкротство и др.).

Стабильное функционирование и создание предпосылок для развития ПАТП необходимо осуществлять с использованием системы управления, разработанной на основе аппарата стохастического моделирования при управлении процессами принятия решений в организационной системе. Данная организационная система должна базироваться на научно-обоснованных и аргументированных методиках, а также на экономико-математических моделях. Подобный алгоритм работы позволит обеспечить обоснованность принимаемых управленческих решений в области оказания пассажирских автотранспортных услуг.

Вторая глава посвящена анализу характеристики процессов в системе автотранспортного предприятия. При рассмотрении характеристики функционирования и развития транспортных услуг описаны направления развития методов, применительно к городскому пассажирскому транспорту общего пользования, а именно разработка организационных структур и методов управления единой транспортной системы в целом; совершенствование методов оценки социально-экономической эффективности мероприятий пассажирских перевозок; взаимоувязка методов планирования и хозяйственного механизма, включая систему экономических показателей; повышение адекватности формализованного описания транспортных процессов, более широкое использование многокритериальных и других человеко-машинных процедур при подготовке и принятии перспективных и оперативных решений при оказании транспортных услуг на городских автотранспортных перевозках.

В виду того, что выбор организационной структуры ПАТП зависит от различных факторов (например, размера и др.), а социально-экономическая система при этом сложная и многогранная, то существует прямая взаимосвязь с деятельностью ПАТП, так как все методы взаимосвязаны и непосредственно влияют на его деятельность и способствуют определению наиболее оптимальной его структуры и методики организации работы, а также позволяют более точно оценить внутривыпускные ресурсы, необходимые для выполнения поставленных задач. Рассматривая конкретные условия системы функционирования и развития ПАТП, при подготовке соответствующих аргументированных управленческих решений, использованы: сбор и дальнейший анализ ретроспективной и достоверной информации, рассмотрение вопроса ее дальнейшего пополнения и актуализации; количественный и качественный анализ основных структурных элементов, построение моделей; проведение эксперимента по полученным моделям, при необходимости корректировка, подготовка рекомендаций к принятию управленческого решения.

Используя результаты эксперимента на основе исходной информации, лицо, принимающее решение определит эффективные направления «узких мест» и сформулирует аргументированные предложения по рациональным путям их устранения. Таким образом, осуществляется синтез «субъективного» и «объективного» знаний и интуиций лица, принимающего решение, его участие в анализе и принятии управленческих решений в организационной системе ПАТП.

При рассмотрении совокупности элементов общественного транспорта и их особенности описана функция пассажирских услуг и представлены зависимости влияния уровня качества пассажирского сервиса на убыточность (или прибыльность) функционирования устойчивой совокупности элементов на ПАТП и выручки от реализации транспортной услуги от уровня качества пассажирских транспортных услуг, а также определен оптимальный уровень устойчивого функционирования.

При рассмотрении вопроса финансовой деятельности автотранспортного предприятия, как результата его эффективности, проведен подробный анализ структуры имущества и источников их формирования, анализ финансовой устойчивости и ликвидности, анализ платежеспособности.

В третьей главе представлено математическое обеспечение интеллектуальной помощи при выборе организационно-управленческих решений в системе автотранспортных предприятий. Для предприятия гибкий подход к системе управления и ситуационной адаптивности к условиям внешней среды реализуются в виде сокращения прямых и косвенных издержек (снижение пробега автотранспорта, оптимизация маршрутов и т.д.) и увеличения выручки от реализации транспортной услуги (рост пассажиропотока при снижении затрат на его обеспечение). Эти задачи решаемы при системном подходе к функционированию ПАТП и моделировании экономических процессов как отдельных подсистем, так и его системы в целом.

Комплексный подход к изучению макро- и микроэкономических процессов развития общества обусловлен неразрывностью их осуществления. Рассматривая

организационную систему ПАТП, можно выделить входные параметры $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, в качестве которых могут выступать как макро- (например, курсы валют, стоимость топлива и др.), так и микроэкономические характеристики его системы (например, численность сотрудников, средний размер заработной платы и др.) и выходные параметры $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)^T$ – показатель изучаемого процесса (например, выручки от реализации транспортной услуги или затрат, включаемых в себестоимость перевозок) (рис. 4).

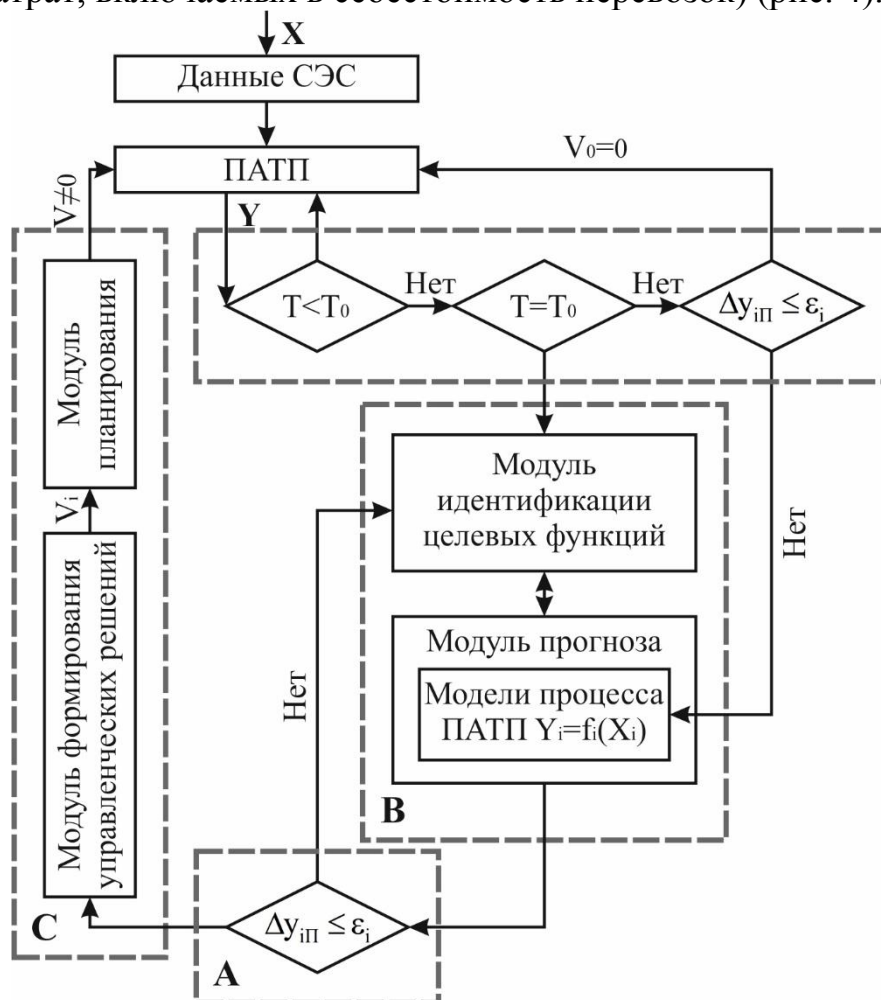


Рисунок 4 – Структурно-функциональная схема управления процессами в организационной системе автотранспортного предприятия

В подмножестве X реализация управленческого решения возможна путем выделения параметров системы x_i (управленческих параметров). В случае их неэффективности они могут быть заменены. Временной период T_0 (подсистема «А») характеризует минимальное необходимое время мониторинга изучаемого процесса, необходимое для идентификации модели процесса. Оно определяется исходя из природы процесса, вида класса моделей и используемых критериев выбора модели процесса. При достижении времени T_0 проводятся исследования по структурной идентификации изучаемого процесса системы ПАТП, результатом которых является получение модели изучаемого процесса y_i . С помощью модели y_i делают эпигнозный прогноз на заданный период (подсистема

«В»). Успех проведения исследований по структурной идентификации изучаемого процесса определяет не превышение значений максимальной погрешности ε_i модели $\Delta y_{\text{ип}}$. В случае успеха ($\Delta y_{\text{ип}} \leq \varepsilon_i$) модель используется для оптимизации изучаемого процесса, и результаты оптимизации передаются в модуль формирования и принятия управленческого решения V_i . Выбранные управленческие решения V_i используются для планирования устойчивого развития ПАТП (подсистема «С»). В ходе дальнейшего экономического развития системы ПАТП в результате принятых управленческих решений возможно изменение исходной модели изучаемого процесса, которое контролируется по полученной на стадии идентификации модели погрешности эпигнозного прогноза $\Delta y_{\text{ип}} \leq \varepsilon_i$. В случае если $\Delta y_{\text{иф}} > \varepsilon_i$, то производится структурная идентификация целевой функции (подсистема «В»). Таким образом, устойчивое функционирование и эффективное развитие системы ПАТП достигается посредством эффективных управленческих решений при использовании инструментов математической формализации.

При рассмотрении методики математического моделирования процессов системы предприятия, отмечено, что детерминированный подход при моделировании транспортной логистики позволяет решить задачи не только устойчивого функционирования, но и эффективного развития ПАТП, однако при этом необходимо дробить задачу на ряд локальных подзадач, характеризующих отдельные социально-экономические процессы его системы. Учитывая факт того, что детерминированный подход нельзя использовать при учете самоорганизации системы под влиянием управленческих решений, необходимо использовать вероятностно-адаптивный подход, в котором реализуются все те же самые возможности, которые обеспечивают детерминистский подход, но при этом идентифицируются прогностические модели, что позволяет снизить влияние внешних параметров на систему ПАТП. Поэтому, принимая во внимание неопределенность развития социально-экономических процессов в системе ПАТП и низкую информационную обеспеченность ее системы мониторингом следует применять динамические прогностические модели, которые основаны на теории самоорганизации и вероятностно-адаптивном подходе. Озвученные задачи могут быть эффективно решены с помощью теории самоорганизации и, в частности, метода группового учета аргументов (МГУА), в основе которого лежит:

1. Внешнее дополнение – использование внешних критериев для определения оптимальной модели изучаемого процесса. Внешний критерий использует данные, отличные от тех, что были использованы для определения модели.

2. Свобода выбора решений – выбор оптимальной модели из нескольких лучших вариантов, что предполагает использование для построения модели большого числа параметров системы ПАТП.

Учитывая влияние как макро-, так и микроэкономических факторов на систему ПАТП в условиях функционирования современной экономики, предлагается использовать дифференциальный класс моделей для реализации прогнозирования его экономической деятельности

$$\frac{\partial Y}{\partial t} = \sum_{i=1}^n a_i d_i + \sum_{j=n+1}^{2n} a_j d_{j-n}^2 + \sum_{k=2n+1}^{2n + \frac{n!}{2!(n-2)!}} a_k \sum_{m=1}^{n-1} \sum_{p=m+1}^n d_m d_p + a_0, \quad (1)$$

где Y – исследуемый параметр системы ПАТП (обычно Y – выручки от реализации транспортной услуги); n – число независимых переменных, взятых для проведения эксперимента по идентификации социально-экономических процессов; $d = \partial x_i^{t-z} / \partial t$ (x_1, x_2, \dots – параметры системы ПАТП; t – время; z – период запаздывания ($z = 0, 1, 2$)); $a_i, a_j, a_k, \dots, a_n$ – коэффициенты при параметрах системы ПАТП; a_0 – свободный член, показывающий неучтенные параметры.

Внутренние процессы системы ПАТП, как правило, уникальны для каждой отдельной системы, например, стоимость проезда, топлива и др. Это позволяет использовать для их идентификации полиномиальные уравнения

$$w_e = \sum_{i=1}^n a_i w_i + \sum_{j=n+1}^{2n} a_j w_{j-n}^2 + \sum_{k=2n+1}^{2n + \frac{n!}{2!(n-2)!}} a_k \sum_{m=1}^{n-1} \sum_{p=m+1}^n w_m w_p + a_0, \quad (2)$$

где n – число независимых внутренних параметров (S) изучаемой экономической системы.

Модели макро- и микроэкономических процессов развития системы ПАТП могут быть описаны

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial Y}{\partial t} = \sum_{i=1}^n a_i d_i + \sum_{j=n+1}^{2n} a_j d_{j-n}^2 + \sum_{k=2n+1}^{2n + \frac{n!}{2!(n-2)!}} a_k \sum_{m=1}^{n-1} \sum_{p=m+1}^n d_m d_p + a_0 \\ w_1 = \sum_{i=1}^n a_i w_i + \sum_{j=n+1}^{2n} a_j w_{j-n}^2 + \sum_{k=2n+1}^{2n + \frac{n!}{2!(n-2)!}} a_k \sum_{m=1}^{n-1} \sum_{p=m+1}^n w_m w_p + a_0, \\ \dots \\ w_e = \sum_{i=1}^n a_i w_i + \sum_{j=n+1}^{2n} a_j w_{j-n}^2 + \sum_{k=2n+1}^{2n + \frac{n!}{2!(n-2)!}} a_k \sum_{m=1}^{n-1} \sum_{p=m+1}^n w_m w_p + a_0 \end{array} \right. \quad (3)$$

где w_1, \dots, w_e – системообразующие параметры системы ПАТП.

Рассмотренные особенности управления системой ПАТП, а также современные технологии обеспечения принятия управленческих решений на базе теории самоорганизации позволили разработать методику получения моделей процессов системы, которая реализована в виде алгоритма (рис. 5).

Для реализации основных положений методики математического моделирования процессов системы ПАТП выбран комбинаторный алгоритм метода группового учета аргументов, который позволяет обеспечивать получение прогностических моделей путем решения обратнo-индукционных задач. Необходимым условием для решения обратнo-индукционных задач является наличие выборки фактических данных мониторинга социально-экономических параметров муниципального и внутрипроизводственного уровней. Для генерации моделей различных структур в выбранном классе (1) строятся конечные разности

$$(Y^{t+1} - Y^t) = a_1^*(x_1^t - x_1^{t-1}) + a_2^*(x_2^t - x_2^{t-1}) + \dots + a_n^*(x_n^t - x_n^{t-1}) + a_0^*, \quad (4)$$

или

$$Y^{t+1} = Y^t + a_1^*(x_1^t - x_1^{t-1}) + a_2^*(x_2^t - x_2^{t-1}) + \dots + a_n^*(x_n^t - x_n^{t-1}) + a_0^*, \quad (5)$$

Выражение (4) используется для формирования массива переменных, причем каждая отдельная разность вида $(x_1^t - x_1^{t-1})$ становится отдельной переменной. Выражение (5) используется для решения прямой задачи – прогноза.



Рисунок 5 – Методика структурной идентификации моделей процессов системы автотранспортного предприятия

Согласно второму принципу теории самоорганизации в исследованиях по структурной идентификации моделей процессов системы ПАТП следует допустить максимальное число параметров, независимость которых априори неизвестны. Сокращение числа параметров изучаемой системы ПАТП без ущерба для процесса идентификации модели позволяет осуществить алгоритм ранжирования переменных ($RANG_i$).

Для реализации возможностей МГУА с обеспечением нахождения оптимальной модели изучаемого процесса предлагается модифицированный алгоритм ранжирования переменных (рис. 6), предусматривающий перебор

наборов независимых параметров ($KOL_{пар}$) процессов системы ПАТП от минимального (MIN) до максимального (MAX) значения ($MAX = 23 \div 25$), что обеспечивает более острое определение структуры модели.

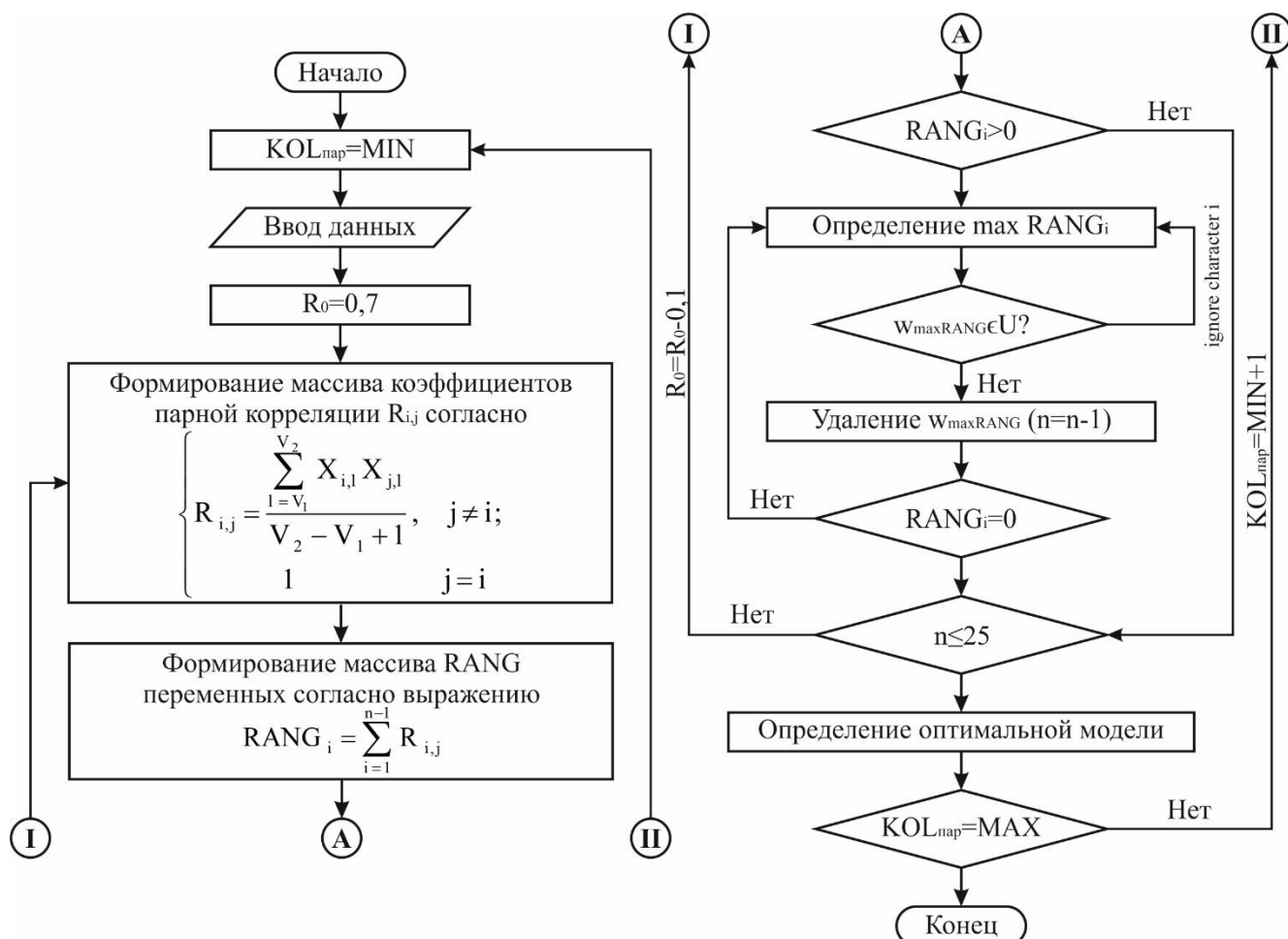


Рисунок 6 – Модифицированный алгоритм ранжирования переменных

Определение независимых параметров позволяет перейти к реализации комбинаторного алгоритма МГУА. Реализация комбинаторного алгоритма МГУА заключается в переборе моделей исходя из выбранного класса моделей S . Количество частных моделей определяется по формуле $2^n - 1$, где n – количество независимых параметров. Коэффициенты частной модели $a_1^*, a_2^*, \dots, a_n^*$ находятся по методу наименьших квадратов.

Оценка частной модели проводится в пространстве критерия минимума смещения ($KR_{см}$), критерия сходимости ($KR_{сх}$), критерия точности эпигнозного прогноза ($KR_{эп}$). В заключении модель проверяется по критерию непротиворечивости изучаемого процесса ($KR_{нп}$).

В целом алгоритм структурной идентификации прогностических моделей процессов системы ПАТП (рис. 7).

Предложенный вероятностно-адаптивный способ моделирования процессов системы функционирования ПАТП позволил произвести эксперимент по

идентификации целевых функций системы и получить прогностические модели, описанные в 4 главе.

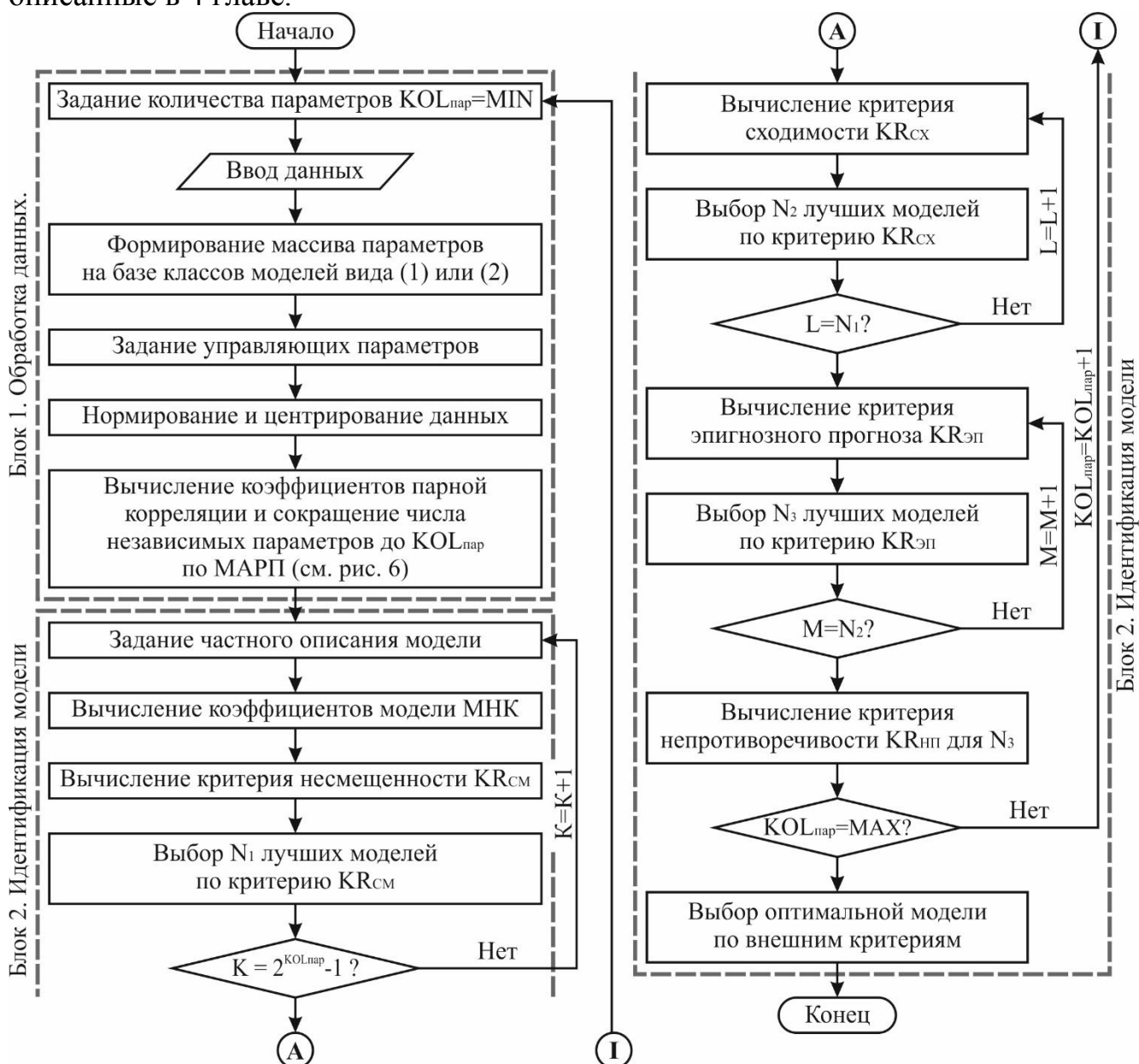


Рисунок 7 – Алгоритм структурной идентификации моделей процессов системы автотранспортного предприятия

В четвертой главе рассмотрены информационные технологии поддержки организационно-управленческих решений на базе вероятностно-адаптивного моделирования процессов систем автотранспортных предприятий. Для идентификации целевых функций процессов системы ПАТП на базе предложенной методики и алгоритма идентификации использовался прототипированный программный комплекс EKONOM_IDEN 4.0 (рис. 8). Прогностические модели процессов системы ПАТП используются для получения «веера» прогнозов – базового, оптимистического и пессимистического развития производства. «Веер» прогнозов реализуется на базе MS Excel, что позволяет выработать эффективное управленческое решение.

Для эксперимента по идентификации целевых функций системы ПАТП ООО ТК «Автолайн+» создана база данных из 22 параметров муниципальной

принадлежности и 29 параметров внутрипроизводственной деятельности.

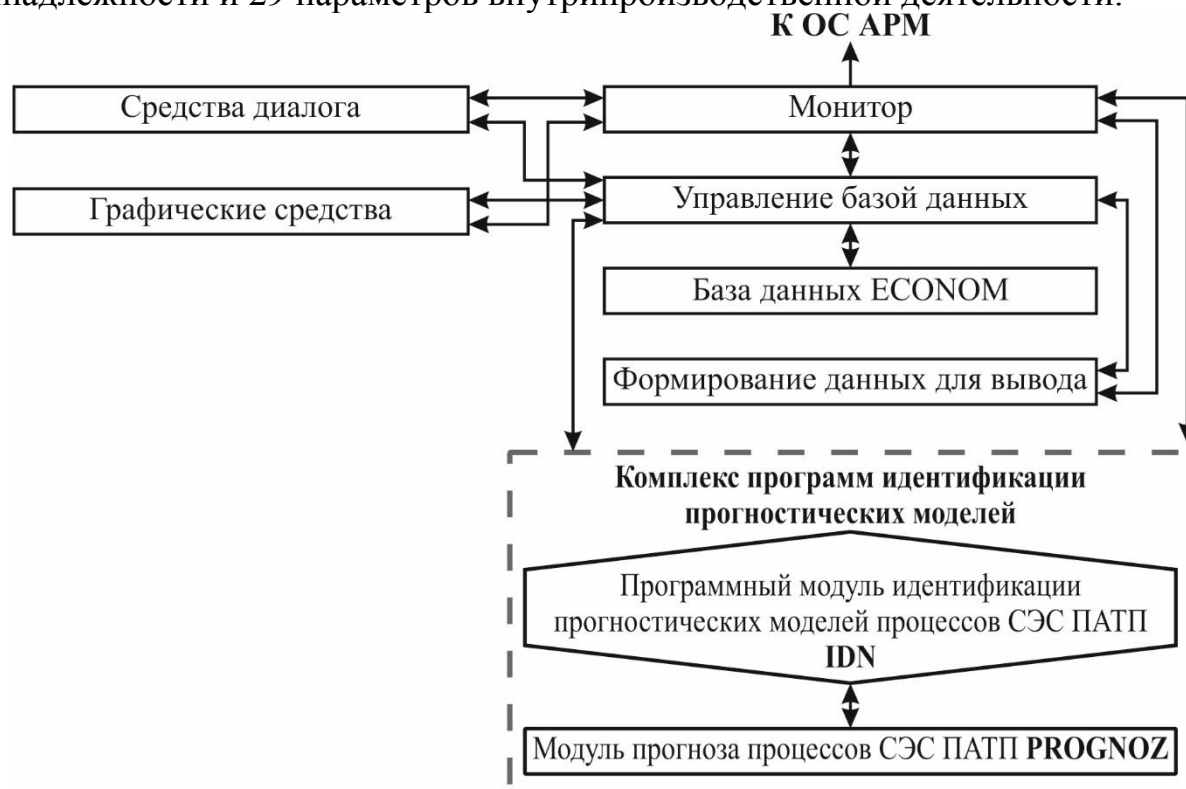


Рисунок 8 – Структура прототипированного программного комплекса

Таким образом, к эксперименту по идентификации целевых функций системы автотранспортного предприятия допущен 51 параметр, а с учетом того, что один из параметров выступал в качестве искомой функции, то число параметров составило 50 и мощность класса (1) составила 11325 параметров. Длина выборки наблюдений составила 7 лет. Шаг наблюдений – 1 квартал.

Для эффективного управления производством в системе ПАТП ООО ТК «Автолайн+» были выбраны процессы формирования доходности от вида деятельности («Выручка») и с («Себестоимость»).

С учетом базисного класса (1) модель «Выручка» определена в виде

$$\begin{aligned}
 y^{t+1} = & y^t + 0,0232 \cdot (x_1^t - x_1^{t-1}) + 2653998,7 \cdot (x_4^{t-1} - x_4^{t-2}) - \\
 & - 9,359 \cdot (x_{14}^t - x_{14}^{t-1}) - 2,8192 \cdot (x_{27}^t - x_{27}^{t-1}) + \\
 & + 176,88 \cdot (x_9^t - x_9^{t-1}) \cdot (x_{20}^t - x_{20}^{t-1}) - 0,1885 \cdot (x_{27}^t - x_{27}^{t-1}) \cdot \\
 & \cdot (x_{36}^{t-1} - x_{36}^{t-2}) + 0,0208 \cdot (x_{27}^t - x_{27}^{t-1}) \cdot (x_{38}^t - x_{38}^{t-1}) + 344,14,
 \end{aligned} \tag{6}$$

где y – целевая функция «Выручка»; x_1 – себестоимость продаж; x_4 – цена на газомоторное топливо; x_9 – тариф на пассажирские перевозки; x_{14} – влажность воздуха; x_{20} – пассажирские перевозки организациями автомобильного пассажирского транспорта; x_{27} – нераспределенная прибыль (непокрытый убыток); x_{36} – текущий налог на прибыль; x_{38} – количество сотрудников предприятия.

Эксперимент по идентификации целевой функции «Себестоимость»

проводился с 26 параметрами системы ПАТП.

С учетом базисного класса (2) модель «Себестоимость» определена в виде

$$y^t = 34,4 \cdot x_{26}^t + 243885946,6 \cdot x_4^t \cdot x_4^t + \\ + 9,1405 \cdot x_{15}^t \cdot x_{17}^{t-1} + 8,8941 \cdot x_{17}^{t-1} \cdot x_{18}^{t-2} - 207663, \quad (7)$$

где y – целевая функция «Себестоимость»; x_{15} – количество рабочих дней; x_{17} – индексы потребительских цен на товары и услуги; x_{18} – индекс потребительских цен на услуги пассажирского транспорта; x_{26} – протяженность маршрутной сети, обслуживаемом предприятием.

В связи с тем, что получение моделей происходит для целей прогноза развития процессов в системе ПАТП, то погрешность модели определяется по эпигнозному критерию: для модели «Выручка» – 0,322%; для модели «Себестоимость» – 3,857%). Так как в целом величина погрешности прогноза мала, то модели (6) и (7) допустимо использовать для поддержки принятия управленческих решений в системе ПАТП.

Данные, полученные в результате проведения эксперимента по структурной идентификации внутрипроизводственных параметров системы ПАТП, позволяют получить веер прогнозов процесса формирования доходности от вида деятельности и стоимостной оценки текущих затрат, при различных значениях формирующих их факторов. Данный подход позволяет быстро провести анализ текущего состояния ПАТП, рассмотреть социально-экономические воздействия на внутрипроизводственную деятельность при различных вариантах управленческих решений.

В случае оперативных организационно-управленческих решений при регулировании внутрихозяйственной деятельности как минимум по показателям стоимости газомоторного топлива, изменение тарифа на пассажирские перевозки, изменение пассажирских перевозок организациями автомобильного пассажирского транспорта результаты прогноза показали положительную динамику, а экономический эффект составил – 13198,22 тыс. руб. (рис. 9)

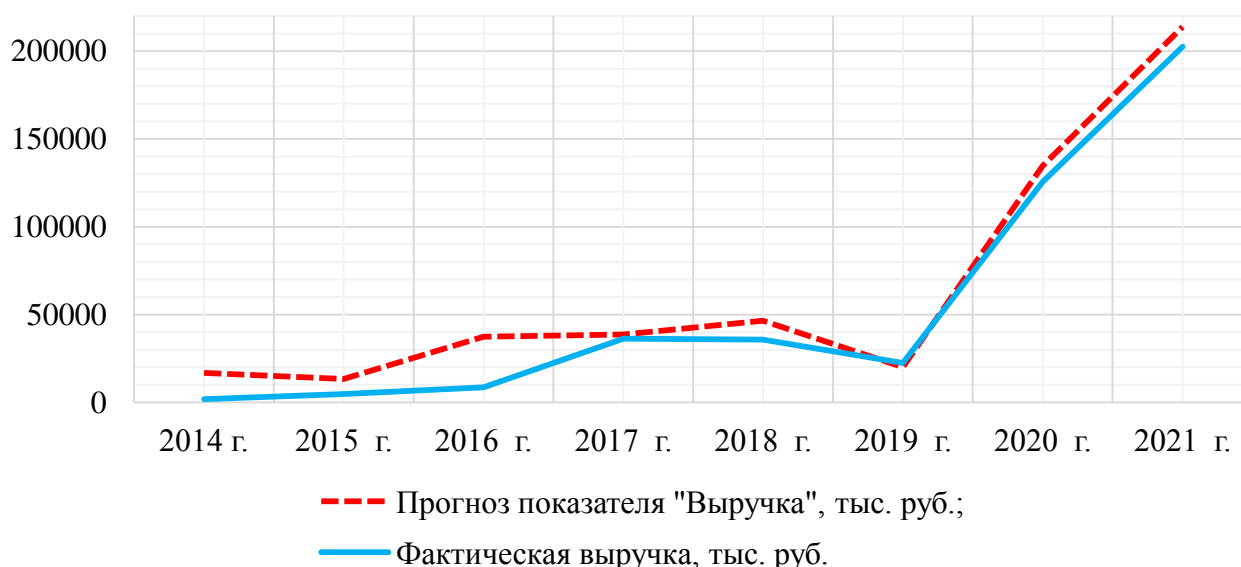


Рисунок 9 – Показатели прогноза и фактические значения

Рост доходности от вида деятельности достигнут решением задач увеличения рынка пассажирских перевозок в рамках не только основного вида деятельности, но и на договорной основе, обоснованием повышения тарифа на услугу вследствие оптимизации затрат, включаемых в стоимостную оценку текущих затрат и др.

В приложении приведены данные о внедрении научных и практических результатов исследования (акты внедрения), отчетно-статистические и информационные данные Федеральной службы государственной статистики и бюджетных учреждений («Центр организации дорожного движения» и «Единый оператор городских пассажирских перевозок» городского округа город Воронеж), а также отчетно-информационные данные финансовой деятельности ПАТП и данные внутрипроизводственной и муниципальной принадлежности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований достигнута важная научно-практическая цель – создан «инструмент» для поддержки принятия ситуационных управленческих решений в основе которого лежит структурная идентификация социально-экономических процессов в транспортной системе, для обеспечения устойчивого функционирования и создания предпосылок для развития ПАТП. При этом решены следующие задачи:

1. определены особенности функционирования организационной системы автотранспортного предприятия и сформирована база отчетно-статистических, информационных и внутрипроизводственных данных;

2. разработана методика идентификации моделей процессов систем автотранспортного предприятия в условиях стохастичности влияющих факторов на основе анализа современных информационных технологий управления и поддержки принятия управленческих решений;

3. разработан эффективный алгоритм идентификации прогностических моделей процессов систем автотранспортного предприятия;

4. разработан алгоритм поддержки принятия управленческих решений в системе автотранспортного предприятия с учетом организационно-производственных особенностей его функционирования;

5. проведен эксперимент структурной идентификации прогностических моделей основных процессов ПАТП, обеспечивающих устойчивость его системы, для поддержки принятия эффективных управленческих решений. На основании полученных прогностических моделей рассмотрены различные направления развития системы автотранспортного предприятия с целью устойчивого функционирования и создания предпосылок для его дальнейшего развития.

Внедрение результатов исследования в систему управления автотранспортным предприятием позволило повысить его устойчивое функционирование и на первоначальном этапе дало положительный экономический эффект – увеличение фактической выручки от реализации транспортной услуги. Вследствие этого, произошло не только повышение

устойчивого функционирования системы ПАТП, но и появились возможности для его дальнейшего эффективного развития.

Учитывая факт, что предложенная методика и алгоритмы построены на общепринятых научных основах, они не могут быть привязаны только к одной предметной организационной системе. Исследования возможно продолжить, а их результаты использовать для управления процессами принятия решений в организационных системах иных от транспорта хозяйствующих субъектов частной и муниципальной форм организации, в частности, медицинские, образовательные, финансовые, организационно-управленческие предприятия или управления.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях из перечня рецензируемых научных журналов для опубликования основных научных результатов диссертаций (ВАК):

1. Штепа, А. А. Алгоритм идентификации моделей процессов пассажирского автотранспортного предприятия на базе стохастического подхода / А. А. Штепа, В. П. Белокуров, В. С. Стародубцев // Вестник Воронежского института ФСИИ России. – 2023. – № 4. – С. 149-153.

2. Штепа, А. А. Оптимизация управления пассажирскими перевозками в период неустойчивого сезонного пассажиропотока / А. А. Штепа, В. П. Белокуров, Р. А. Кораблев, Э. Н. Бусарин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2023. – Т. 11. – № 2(41). – С. 5-6. – DOI 10.26102/2310-6018/2023.41.2.010.

3. Белокуров, В. П. Модели многокритериального поэтапного выбора в информационных транспортных системах / В. П. Белокуров, С. В. Белокуров, А. А. Штепа // Бюллетень транспортной информации. – 2009. – № 9(171). – С. 33-36.

Публикации в изданиях, индексируемых международными системами цитирования (Scopus):

4. Belokurov V. P., Belokurov S. V., Korablev R. A. and Shtepa A. A. Models of expert assessments and their study in problems of choice and decision-making in management of motor transport processes // Journal of Physics: Conference Series. – Tomsk, 2018. – P. 032132. – DOI 10.1088/1742-6596/1015/3/032132.

Публикации в других изданиях:

5. Беяева, Я. А. Роль и задачи повышения эффективности управления автотранспортными предприятиями / Я. А. Беяева, И. М. Гасанов, В. П. Белокуров, А. А. Штепа // Технология транспортных процессов: состояние, проблемы, перспективы. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2023. – С. 50-56.

6. Штепа, А. А. Математическое обеспечение интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в социально-экономических системах пассажирских автотранспортных предприятий / А. А. Штепа // Вестник МАДИ. – 2020. – № 4(63). – С. 99-104.

7. Штепа, А. А. Управление транспортно-производственными процессами в условиях непланового перераспределения ресурсов / А. А. Штепа, В. П.

Белокуров, В. Г. Горбунов // Мир транспорта и технологических машин. – 2020. – № 4(71). – С. 83-91.

8. Белокуров, С. В. Оценка оптимального механизма выбора в задачах управления технологией транспортных процессов / С. В. Белокуров, В. П. Белокуров, А. А. Штепа, Р. А. Кораблев, Э. Н. Бусарин // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. – Воронеж: Научно-исследовательские публикации, 2020. – С. 604-611.

9. Стародубцев, В. С. Вероятностно-адаптивное моделирование социально-экономических систем пассажирских автотранспортных предприятий / В. С. Стародубцев, А. А. Штепа, В. П. Белокуров // Мир транспорта и технологических машин. – 2020. – № 2(69). – С. 116-123.

10. Штепа, А. А. Моделирование социально-экономических систем пассажирских автотранспортных предприятий / А. А. Штепа, В. Г. Горбунов // Организация и безопасность дорожного движения. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2020. – С. 497-501.

11. Штепа, А. А. Принятие эффективных управленческих решений для реализации системного подхода при мониторинге функционирования пассажирских автотранспортных предприятий / А. А. Штепа, В. П. Белокуров // Информационные технологии и инновации на транспорте. – Орел: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, 2020. – С. 68-75.

12. Штепа, А. А. Структурная идентификация моделей процессов системы пассажирского автотранспортного предприятия / А. А. Штепа, В. П. Белокуров // Автомобильные перевозки и транспортная логистика: теория и практика. – Омск : Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, 2020. – С. 121-124.

13. Белокуров, В. П. Управление социально-экономической эффективностью организации пассажирских перевозок / В. П. Белокуров, Г. А. Денисов, А. Ю. Артемов, А. А. Штепа // Безопасность, дорога, дети: практика, опыт, перспективы и технологии. – Новочеркасск: Лик, 2015. – С. 171-175.

14. Белокуров, В. П. Модели прогнозирования спроса на пассажирские перевозки / В. П. Белокуров, Н. И. Бойко, В. А. Мотузка, Д. А. Мотузка, А. А. Штепа // Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса. – Орел: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс», 2011. – С. 20-23.

Подписано в печать «29» марта 2024 г. Формат 60×84/16.

Усл. печ. л. 1,3. Тираж 100 экз. Заказ № _____

Отпечатано с готового оригинал-макета

в типографии ФГБОУ ВО «ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова»

394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8.