

На правах рукописи



ВЕРЕМЕЕНКО ЕЛЕНА ГЕННАДЬЕВНА

**ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО
ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗЕРНОВОГО ТЕРМИНАЛА ПОРТА**

05.22.08 – Управление процессами перевозок

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Орёл – 2017

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Донской государственный технический университет» (ФГБОУ ВО ДГТУ).

Научный руководитель: **Зырянов Владимир Васильевич**
доктор технических наук, профессор, зав.
кафедрой «Организация перевозок и
дорожного движения»

Официальные оппоненты: **Курганов Валерий Максимович**
доктор технических наук, профессор кафедры
«Математика, статистика и информатика в
экономике», ФГБОУ ВО «Тверской
государственный университет», г. Тверь

Есин Константин Сергеевич
к.т.н., ст. преподаватель кафедры «Сервис и
ремонт машин», ФГБОУ ВО «Орловский
государственный университет имени И.С.
Тургенева», г. Орёл

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный
технический университет», г. Волгоград

Защита диссертации состоится **«18» апреля 2017 года в 13:00 часов** на заседании объединенного диссертационного совета Д 999.111.03 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук на базе ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет» по адресу: г. Орел, ул. **Московская, д. 77., ауд. 426.**

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном сайте (<http://oreluniver.ru>) ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» по адресу: 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, д. 29, ауд. 340.

Автореферат разослан «02» марта 2017 г. Объявление о защите диссертации и автореферат диссертации размещены в сети Интернет на официальном сайте ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» (<http://oreluniver.ru>) и на официальном сайте Министерства образования и науки Российской Федерации (www.vak.ed.gov.ru).

Отзывы на автореферат, заверенные печатью организации, направлять в диссертационный совет по адресу: 302026, г. Орел, ул. Комсомольская, д. 95.

Телефон для справок +79155080508

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 999.111.03



Катунин А.А.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Привязка терминальных комплексов к крупным городам накладывает жесткие территориальные ограничения. В связи с этим значительно возрастает роль автомобильного транспорта как наиболее гибкого и адаптивного звена при организации смешанного сообщения.

Для Ростовской области особенно остро стоит проблема взаимодействия автомобильного транспорта и порта при организации сезонных перевозок зерновых культур, так как область занимает второе место в России среди крупнейших регионов экспорта зерна. Основная часть данного типа груза вывозится водным транспортом, через зерновые терминалы порта.

Доставка зерна в порт, в подавляющем большинстве случаев, производится автомобильным транспортом. Именно на данном этапе возникает серьезная проблема для транспортной системы города Ростова-на-Дону. Перевозка зерновых культур носит сезонный характер. Что означает единовременное прибытие большого количества автомобилей-зерновозов в порт с целью выгрузки. В связи с этим возникают задержки обслуживания заявок и, как следствие, очереди из грузовых автомобилей, протяженностью несколько километров. Продолжительность ожидания начала обслуживания в некоторых случаях достигает 7-10 суток.

Возникновение подобных очередей влечет за собой ряд негативных последствий для всего региона. Грузовые автомобили перекрывают одну из полос движения, возникают стихийные несанкционированные стоянки на территории города и федеральных трассах. Нельзя не учитывать также ухудшение экологической обстановки, снижение пропускной способности автомобильных дорог и создание аварийных ситуаций. Транспортные компании, с целью покрытия убытков, загружают подвижной состав сверх установленных нормативов. Это пагубно сказывается на дорожном покрытии, особенно учитывая тот факт, что перевозка зерновых производится в наиболее жаркое время года.

Необходимость принятия адекватных мер возникла уже достаточно давно. Но, на сегодняшний день, решение проблемы, которое способно было бы удовлетворить органы власти, владельцев элеваторов и водителей зерновозов не найдено.

Предпринимаемые ранее попытки нормализовать ситуацию непосредственно в пункте перегрузки зерновых культур с автомобильного транспорта на водный не принесли желаемых результатов. Актуальной

задачей является разработка системы, позволяющей оказывать управляющее воздействие на автомобильные перевозки зерна на протяжении всей логистической цепи движения грузопотока, с момента его зарождения.

Степень разработанности темы. Вопросы организации грузовых автомобильных перевозок рассмотрены в работах А.В. Вельможина, Е.Е. Витвицкого, А.Э. Горева, В.А. Гудкова, В.В. Зырянова, В.А. Корчагина, В.Г. Кочерги, В.М. Курганова, О.Н. Ларина В.С. Лукинського, Л.Б. Миротина, С.А. Ширяева.

Проблема взаимодействия различных видов транспорта с использованием логистических принципов и информационных систем отражена в работах А.С. Балалаева, В.А. Голенкова, С.В. Жанказиева, Е.И. Зайцева В.Я. Негрей, А.Н. Новикова, Н.В. Правдина, С.М. Резера, В.И. Сергеева, Э.А. Мамаева С.В. Милославской.

Соответствие темы диссертации требованиям паспорта специальности. Диссертационная работа выполнена в соответствии с паспортом специальности 05.22.08 «Управление процессами перевозок», п. 2 «Технология транспортных процессов», п.7 «Системы автоматизации и телемеханики, предназначенные для управления перевозочным процессом, методы их построения и испытания».

Цель диссертационной работы – повышение уровня автотранспортного обслуживания зернового терминала порта путем разработки системы интегрированного управления автомобильными перевозками зерновых культур на протяжении всей логистической цепи движения грузопотока.

Для достижения указанной цели были поставлены и решены следующие задачи:

1. Выявление и погашение проблемных аспектов, возникающих на протяжении всей цепи движения груза при организации автомобильно-морского сообщения, с учетом интересов каждого из участников.

2. Разработка адаптивной имитационной модели, позволяющей прогнозировать время обработки автомобильного транспорта на каждом пункте обслуживания внутри зернового терминала и вырабатывать адекватные рекомендации по управлению подачей транспортных средств.

3. Анализ выходных данных имитационного моделирования при различных режимах функционирования терминала и выявление параметров, оказывающих наибольшее влияние на продолжительность ожидания автомобилями начала обслуживания.

4. Разработка алгоритма, позволяющего оптимизировать основные показатели обслуживания автомобильного транспорта на терминале, а также

учитывать технологические и экономические аспекты для всех участников грузодвижения.

5. Разработка системы управления автомобильным транспортом на протяжении всей логистической цепи движения грузопотока, способствующей повышению уровня автотранспортного обслуживания терминала.

Объект диссертационного исследования – зерновые терминалы.

Предмет исследования – обслуживание зерновых терминалов автомобильным транспортом.

Научная новизна:

1. Исследована работа терминальных комплексов и установлены вероятностные законы распределения, параметры которых определены для конкретных ситуаций, позволяющие описать продолжительность операций обработки автомобильного транспорта.

2. Выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на продолжительность ожидания автомобилями начала обслуживания.

3. Разработана адаптивная имитационная модель обслуживания автомобильного транспорта на терминале, позволяющая учитывать влияние системы управления и алгоритма распределения автомобилей к поста́м обслуживания на суммарное время ожидания, а также вырабатывать адекватные рекомендации по организации обработки автотранспорта в оперативном режиме.

Практическая ценность:

1. Предложена система интегрированного управления автомобильными перевозками на протяжении всей логистической цепи движения грузопотока.

2. Усовершенствована методика повышения уровня автотранспортного обслуживания терминала, позволяющая сократить время обработки автомобиля без организации дополнительных постов обслуживания.

3. Разработан алгоритм управления автомобильными перевозками зерновых культур, позволяющий с одной стороны уменьшить очереди грузовых автомобилей, прибывших на терминал (за счет временного и территориального перераспределения), а с другой стороны увеличить производительность и уровень логистического сервиса самого терминального комплекса (количество обработанных ТС в сутки).

Методология и методы исследования. Решение поставленных в диссертационном исследовании задач производилось посредством применения теоретических и экспериментальных методов, математического моделирования (в частности имитационного), теории вероятностей и математической статистики, логистических принципов организации

перевозок грузов автомобильным транспортом, теории случайных процессов и случайных функций.

Положения, выносимые на защиту:

1. Типы вероятностных законов распределения, позволяющие описать продолжительность операций обработки автомобильного транспорта.

2. Факторы, оказывающие наибольшее влияние на продолжительность ожидания автомобилями начала обслуживания.

3. Адаптивная имитационная модель обслуживания автомобильного транспорта на терминале, позволяющая учитывать влияние системы управления и алгоритма распределения автомобилей к постам обслуживания на суммарное время ожидания, а также вырабатывать адекватные рекомендации по организации обработки автотранспорта в оперативном режиме.

4. Алгоритм управления автомобильными перевозками зерновых культур, позволяющий с одной стороны уменьшить очереди грузовых автомобилей, прибывших на терминал, а с другой стороны увеличить производительность и уровень логистического сервиса самого терминального комплекса.

5. Система интегрированного управления автомобильными перевозками на протяжении всей логистической цепи движения грузопотока.

Апробация работы. Основные результаты диссертационного исследования докладывались автором и обсуждались на международной научно-практической конференции «Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе» (г. Пермь, 2012 г.), на всероссийской научно-практической конференции ФГБОУ ВПО РГУПС «Транспорт – 2012» (г. Ростов-на-Дону), на ежегодной международной научно-практической конференции «Строительство-2011», «Строительство-2012», «Строительство-2013», «Строительство-2014», «Строительство-2015» (г. Ростов-на-Дону), на заседаниях международного проекта Европейской Комиссии ТЕМПУС «Экологическое образование для Беларуси, России и Украины» в Петербургском государственном университете путей сообщения Императора Александра I (г. Санкт-Петербург, 2015 г.) и в Жилинском университете (г. Жилина, Словакия, 2016 г.), на двенадцатой международной научно-практической конференции «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах» (г. Санкт-Петербург, 2016).

Научно-методические положения диссертации используются в учебном процессе Донского государственного технического университета при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Технология транспортных процессов».

Достоверность результатов, полученных в ходе диссертационного исследования, подтверждается применением научно-обоснованного подхода, сопоставлением статистических наблюдений с выходными параметрами адаптивной имитационной модели, а также верификацией экспериментальных данных с применением статистических критериев.

Публикации. Научные результаты и теоретические положения диссертации представлены в 20 печатных работах, из них 9 статей размещены в изданиях, утвержденных ВАК Минобрнауки РФ для кандидатских диссертаций. Получено два авторских свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа включает в себя введение, четыре главы основного текста, заключение и библиографический список из 183 наименований, в том числе 36 источников на иностранном языке. Основной текст размещен на 151 странице и включает в себя 19 таблиц и 41 рисунок.

2. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность выбранной темы диссертационного исследования, сформулированы объект, предмет, цель и задачи работы, указаны методы исследования, обозначена научная новизна, и положения, выносимые на защиту данной работы.

В первой главе произведен анализ основных показателей работы автомобильного и морского транспорта в Российской Федерации за период с 2010 по 2015 гг., приведены перспективы и тенденции развития рынка грузовых перевозок на ближайшие несколько лет.

Среди грузов, перевозимых автомобильным транспортом в порт, в рамках диссертационного исследования выделены зерновые культуры. Это связано со стратегической важностью данного типа груза, так как Ростовская область занимает одно из ведущих место в России по производству и экспорту зерна. Порты области входят в состав Азово-Черноморского бассейна и завершают международный транспортный коридор «Север-Юг». В 2015 г общий объем экспорта зерновых культур через порты Ростова-на-Дону, Азова, Таганрога составил порядка 8,5 млн. т. Если учитывать тот факт, что, в подавляющем большинстве случаев, зерно в порт попадает с использованием грузовых автомобилей, то можно сказать, что процесс перевозок предполагает более 150 тыс. ездов транспортных средств ежегодно.

Зерно для экспорта в Ростовскую область поступает не только с территории самой области, но и из других регионов РФ. Более подробно они представлены на рисунке 1 (данные по итогам 2015 года).

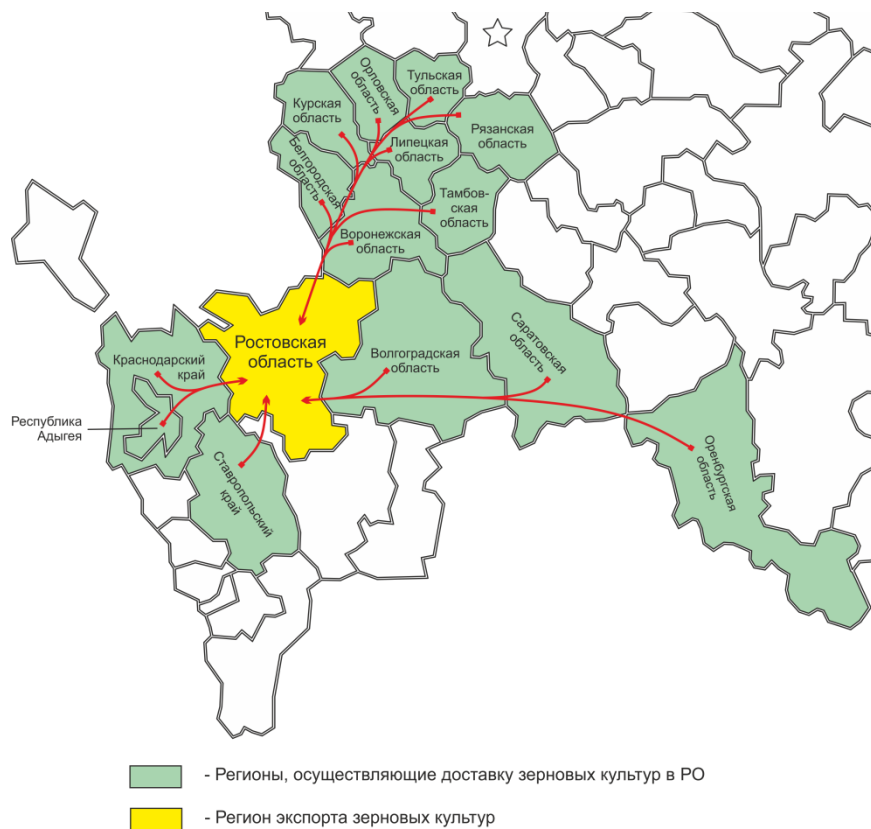


Рисунок 1 – Доставка зерна из регионов РФ в Ростовскую область

На основе произведенного анализа выявлены основные проблемы, возникающие на стыке взаимодействия автомобильного транспорта и зернового терминала порта.

Наиболее существенная из них: одновременное прибытие на зерновой терминал большего количества грузовых автомобилей, чем он в состоянии обслужить и, как следствие этого, возникновение очередей транспортных средств протяженностью несколько километров. Продолжительность ожидания разгрузки в некоторых случаях достигает 7 – 10 суток. Сложившаяся ситуация создает серьезные проблемы для автомобильного транспорта, порта и всего региона в целом (рисунок 2).

Произведен сравнительный анализ уровня механизации зерновых терминалов Ростовской области. Данные собраны в период с июня по октябрь 2015 г. со следующих зерновых терминалов: ООО ПКФ «Братья» (г. Ростов-на-Дону); ООО «БУНГЕ СНГ» (Bunge) (г. Ростов-на-Дону); ООО МЗК-Ростов (г. Ростов-на-Дону); ООО «Промэкспедиция» (г. Азов); ООО «Азовский Зерновой Терминал» (г. Азов).



Рисунок 2 – Негативный эффект от простоев ГА в ожидании обслуживания

На перечисленных терминалах рассмотрено количество пунктов обслуживания автомобилей внутри терминала при выполнении следующих операций: экспресс-анализ зерна, разгрузка, весовой контроль. Кроме того проанализировано среднее время обработки автомобиля, а также минимальное и максимальное время ожидания начала обслуживания. Выявлены закономерности между количеством пунктов обслуживания автомобилей на терминале и продолжительностью ожидания начала обслуживания. Уставлена среднестатистическая продолжительность выполнения каждой из операций по обработке автомобильного транспорта на зерновом терминале. Наиболее проблемными факторами, согласно проведенным исследованиям, являются низкий уровень механизации и количество пунктов обслуживания ТС.

Во второй главе произведен анализ существующих методик и инструментов, позволяющих повысить уровень автотранспортного обслуживания порта. Для этого рассмотрены информационные технологии, способствующие автоматизации обработки автомобильного транспорта в порту, а также инновационные разработки, применяемые в работе крупнейших портовых терминалов мира: Сингапур, Роттердам (Нидерланды), Нью-Йорк (США), Шанхай (Китай) и Лос-Анджелес (США).

После анализа существующих инструментов повышения эффективности автотранспортного обслуживания терминала и специфики работы зерновых терминалов Ростовской области, предложена методика управления автомобильными перевозками зерновых культур на протяжении всей логистической цепи движения грузопотока по следующей схеме:

1. *Организация предварительной регистрации заявок на обслуживание в он-лайн режиме.* Удаленная регистрация транспортных средств производится заранее (с использованием глобальной сети Интернет), а физическое прибытие на терминал осуществляется к назначенному времени.

2. *Организация предварительной стоянки для автомобильного транспорта, ожидающего обработки.* Внедрение данного мероприятия позволит избежать большого скопления грузовых автомобилей вблизи крупных терминалов. А также решить ряд проблем: освободить проезжую часть, исключить вероятность возникновения стихийных стоянок, улучшить экологическую ситуацию. Кроме того стоянка позволяет создать резерв транспортных средств для минимизации простоев оборудования терминала.

3. *Внедрение на терминале RFID-системы* (технология радиочастотной идентификация). Возможности: проведение автоматической идентификации грузов и транспортных средств, прибывающих на терминал, а также возможность отслеживать перемещение транспорта по территории терминала и продолжительность выполняемых операций.

4. *При внедрении в работу технологии RFID требуется разработка системы управления передвижением автомобильного транспорта внутри территории терминала.* Это позволит получать информацию о прибытии автомобилей на каждый пункт обслуживания, вырабатывать рекомендации по передвижению вновь прибывшего автомобиля, оценивать продолжительность каждой операции, прогнозировать эти параметры на следующие сутки.

В третьей главе диссертационного исследования произведена адаптация мероприятий и формирование алгоритмов, с учетом специфики работы зерновых терминалов Ростовской области. В рамках главы реализованы следующие шаги:

1. Построена адаптивная имитационная модель обслуживания грузового автомобильного транспорта «Зерновой терминал». Моделирование произведено на основе экспериментальных данных, полученных в результате анализа работы зерновых терминалов Ростовской области.

В результате применения методов теории случайных процессов и корреляционного анализа статистических исследований было установлено, что прибытие автомобилей на зерновой терминал носит случайный характер и описывается законом Пуассона.

Колебания продолжительности операций по обработке автомобильного транспорта (регистрация на КПП, экспресс-анализ, взвешивание, разгрузка) описываются нормальным законом распределения, с параметрами \bar{t}_0 – математическое ожидание и σ_0 – среднее квадратичное отклонение.

Рассмотрим алгоритм обработки грузового автомобиля на терминале и количество пунктов обслуживания. По прибытии на зерновой терминал порта грузовой автомобиль регистрируется в контрольно-пропускном пункте (КПП). В базу данных вносятся сведения об автомобиле, водителе, грузе. Затем зерновоз следует в пункт экспресс-анализа, где осуществляется забор пробы зерна для определения класса, к которому относится образец. После этого производится взвешивание автомобиля с грузом, затем разгрузка и взвешивание транспортного средства уже без груза. Далее автомобиль регистрируется на КПП при выезде и покидает территорию порта.

На рассматриваемом в диссертационном исследовании терминале по одному пункту обслуживания автомобильного транспорта для каждой из операций, кроме разгрузки. Данная операция осуществляется на четырех пунктах: два для выгрузки пшеницы, один пункт выгрузки ячменя, один пункт выгрузки подсолнечника.

Алгоритм работы адаптивной имитационной модели «Зерновой терминал», с учетом всех перечисленных выше условий, представлен на рисунке 3.

Определение времени обработки одного автомобиля, в рамках имитационной модели, осуществляется по формуле:

$$t_{обрTC_i} = t_{np_{i-1}} + \left(-\frac{60}{\lambda_a} * \ln R_i \right) + t_{ож_рег_i} + \left(\overline{t_{рег}} + R_s * \sigma_{рег} \right) + t_{перем} + t_{ож_ЭА_i} + \left(\overline{t_{ЭА}} + R_s * \sigma_{ЭА} \right) + t_{перем} + t_{ож_взв.с.зр_i} + \left(\overline{t_{взв.с.зр}} + R_s * \sigma_{взв.с.зр} \right) + t_{перем} + t_{ож_раз_i} + \left(\overline{t_{раз}} + R_s * \sigma_{раз} \right) + t_{перем} + t_{ож_взв.без.зр_i} + \left(\overline{t_{взв.без.зр}} + R_s * \sigma_{взв.без.зр} \right) + t_{перем} + t_{ож_КПП_i} + \left(\overline{t_{КПП}} + R_s * \sigma_{КПП} \right)$$

где $t_{обрTC_i}$ – время обработки i -го автомобиля на зерновом терминале;

R_i – случайное равномерно распределенное число, $R_i \in [0;1]$.

$t_{np_{i-1}}$ – время прибытия предыдущего ТС;

λ_a – интенсивность прибытия ТС;

$t_{ож_рег_i}, t_{ож_ЭА_i}, t_{ож_взв.с.зр_i}, t_{ож_раз_i}, t_{ож_взв.без.зр_i}, t_{ож_КПП_i}$ – время ожидания начала обслуживания i -го автомобиля на пунктах регистрации, экспресс-анализа, взвешивания до разгрузки, разгрузки, взвешивания после разгрузки, КПП на выезде соответственно;

$\overline{t_{рег}}, \overline{t_{ЭА}}, \overline{t_{взв.с.зр}}, \overline{t_{раз}}, \overline{t_{взв.без.зр}}, \overline{t_{КПП}}$ – математическое ожидание времени обслуживания автомобиля на пунктах регистрации, экспресс-анализа, взвешивания до разгрузки, разгрузки, взвешивания после разгрузки, КПП на выезде соответственно;

$\sigma_{рег}, \sigma_{ЭА}, \sigma_{взв.с.гр}, \sigma_{раз}, \sigma_{взв.без.гр}, \sigma_{КПП}$ – среднее квадратичное отклонение продолжительности обслуживания автомобиля на пунктах регистрации, экспресс-анализа, взвешивания до разгрузки, разгрузки, взвешивания после разгрузки, КПП на выезде соответственно;

$t_{перем}$ – время перемещения ТС между пунктами, включая продолжительность маневрирования.

$$R_s = \left(\sum_{i=1}^{12} R_i - 6 \right)$$

Значение R_s позволяет заменить собой табулированные значения нормального нормированного отклонения.

Для сокращения времени простоя автомобилей в ожидании обработки внутри зерновых терминалов были проанализированы три альтернативных режима обслуживания автомобильного транспорта:

1) Режим работы терминала, при котором отсутствует управленческое воздействие (случайный выбор пунктов обслуживания);

2) Режим работы, при котором автомобили поочередно направляются к пунктам обслуживания – поочередный выбор.

3) Режим работы терминала, при котором реализуется автоматизированное управление автомобильным транспортом в реальном времени.

Алгоритм реализации режима случайного выбора пунктов обслуживания предполагает генерацию случайного равномерно распределенного числа от 0 до 1 (R_i). В имитационной модели реализован следующий принцип выполнения процедуры «Разгрузка» при типе груза «пшеница»:

$R_i \in [0; 0,5) \Rightarrow$ автомобиль отправляется к пункту № 1;

$R_i \in [0,5; 1] \Rightarrow$ автомобиль отправляется к пункту № 2.

Поочередный режим: выбора первого либо второго пункта разгрузки пшеницы будет обусловлен тем, какой из пунктов осуществлял обработку предыдущего автомобиля. Если предыдущее ТС обслуживалось на пункте № 1, то текущее автоматически отправляется к пункту разгрузки № 2, и наоборот.

В случае реализации на терминале режима автоматизированного управления автомобильным транспортом в реальном времени, выбор пункта обслуживания осуществляется в соответствии с алгоритмом, представленным на рисунке 4.

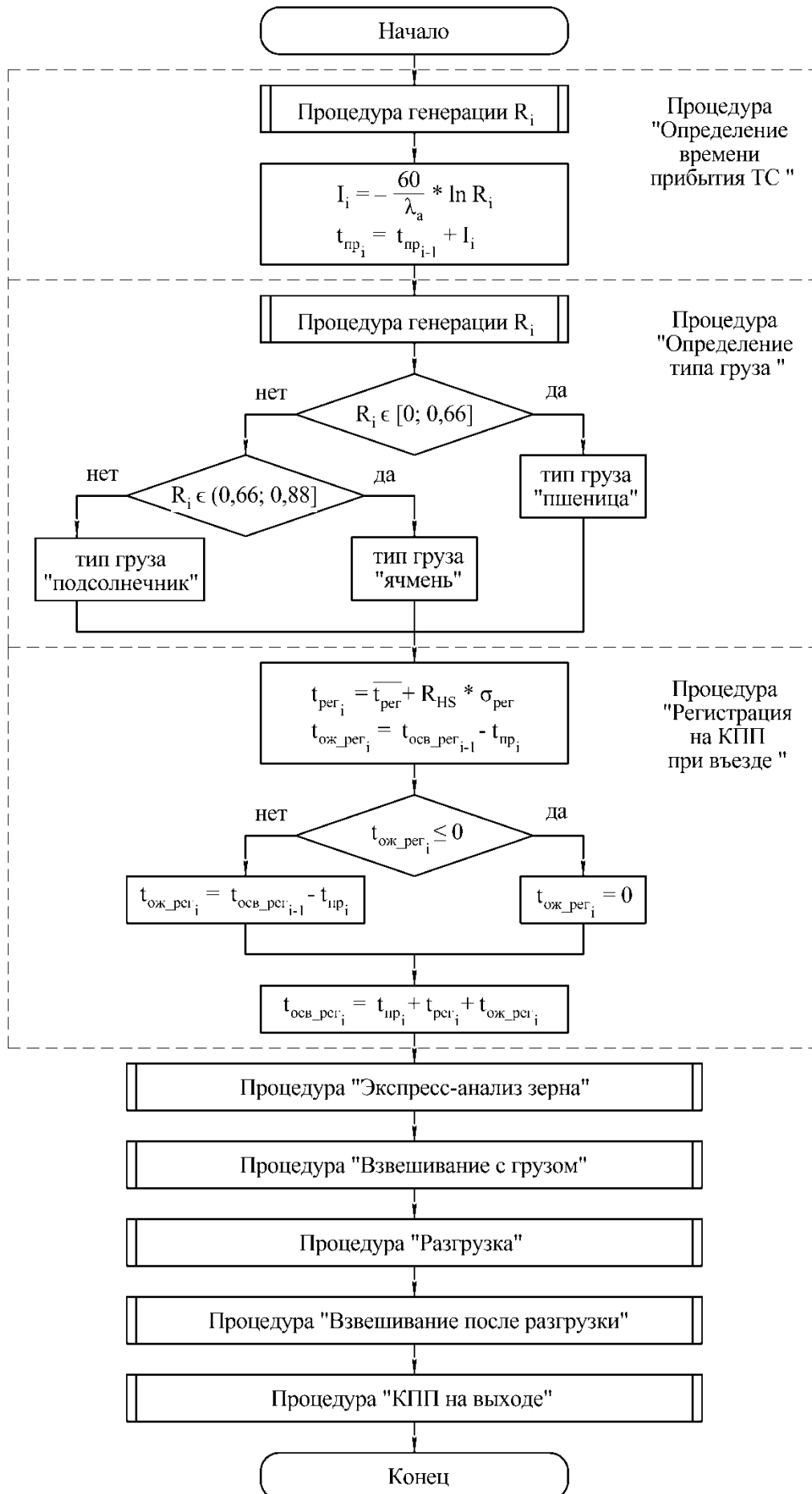


Рисунок 3 – Алгоритм работы имитационной модели «Зерновой терминал»

2. Адаптировано применение RFID-системы при организации обслуживания ТС в рамках модели «Зерновой терминал». В диссертационном исследовании разработан алгоритм управления грузовым автомобильным транспортом на терминале с использованием RFID-системы (рисунок 5). В момент прибытия автомобиля на каждый из пунктов обработки, ридер, установленный на пункте, считывает информацию с активной RFID-метки, располагающейся на каждом ТС. Запись о времени прибытия автомобиля, продолжительности его обработки и моменте освобождения пункта заносится в систему управления.

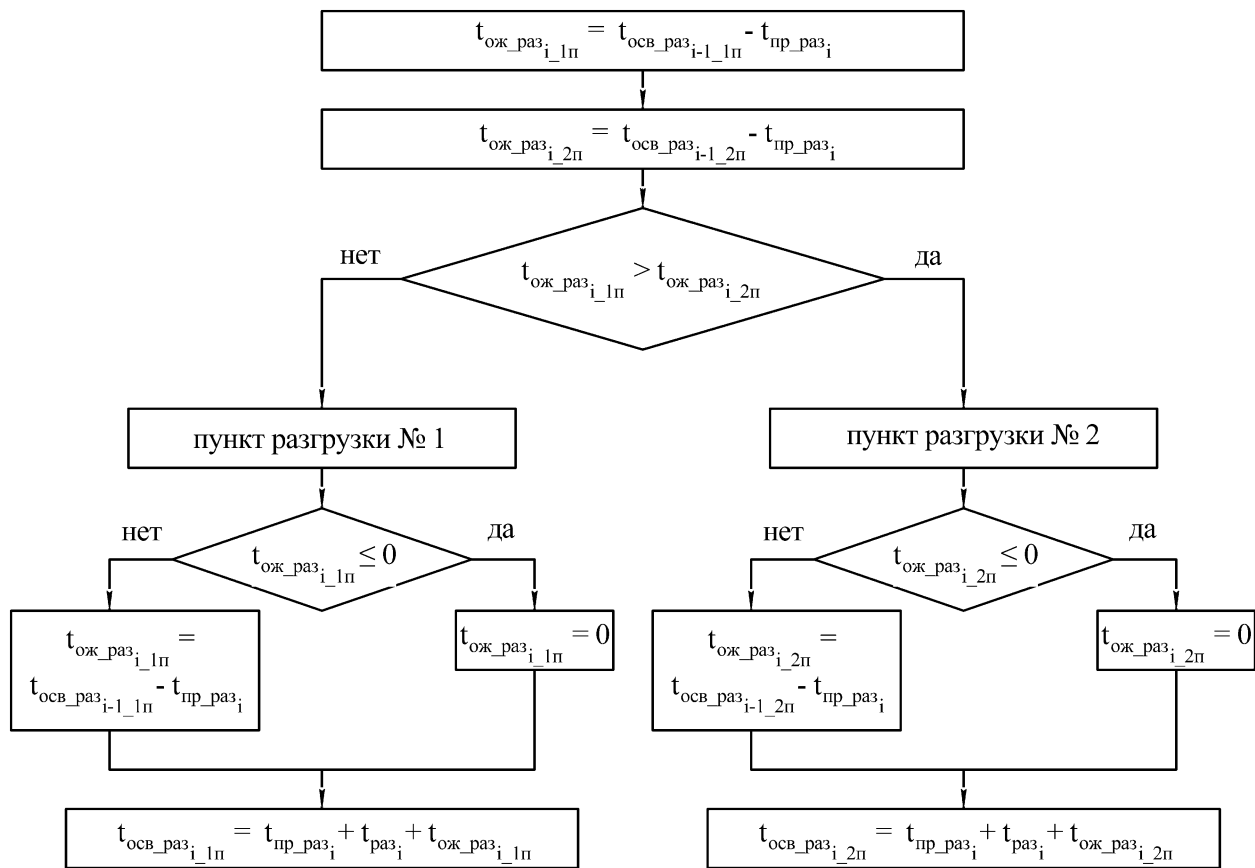


Рисунок 4 – Процедура выбора пункта разгрузки при режиме автоматизированного управления автотранспортом в реальном времени

В дальнейшем происходит анализ данных, полученных в результате обработки предыдущих ТС. На их основе и происходит выработка рекомендаций для водителя и предварительный расчет времени выполнения операций по обработке прибывающих автомобилей. Работа данной системы реализована автором в модуле программы «Моделирование системы управления автомобильным транспортом на зерновом терминале».

3. Разработан программный комплекс «Система предварительной онлайн регистрации автомобилей на терминале». Написан на языке С++ и реализован в среде программирования С++ Builder 2009.

Данный программный продукт выполняет одновременно несколько функций:

- реализует алгоритм имитационной модели «Зерновой терминал»;
- выполняет функции электронной очереди с возможностью удаленной регистрации заявки на обслуживание, используя глобальную сеть Интернет;
- является Системой Управления терминалом при внедрении в его работу RFID-технологий.

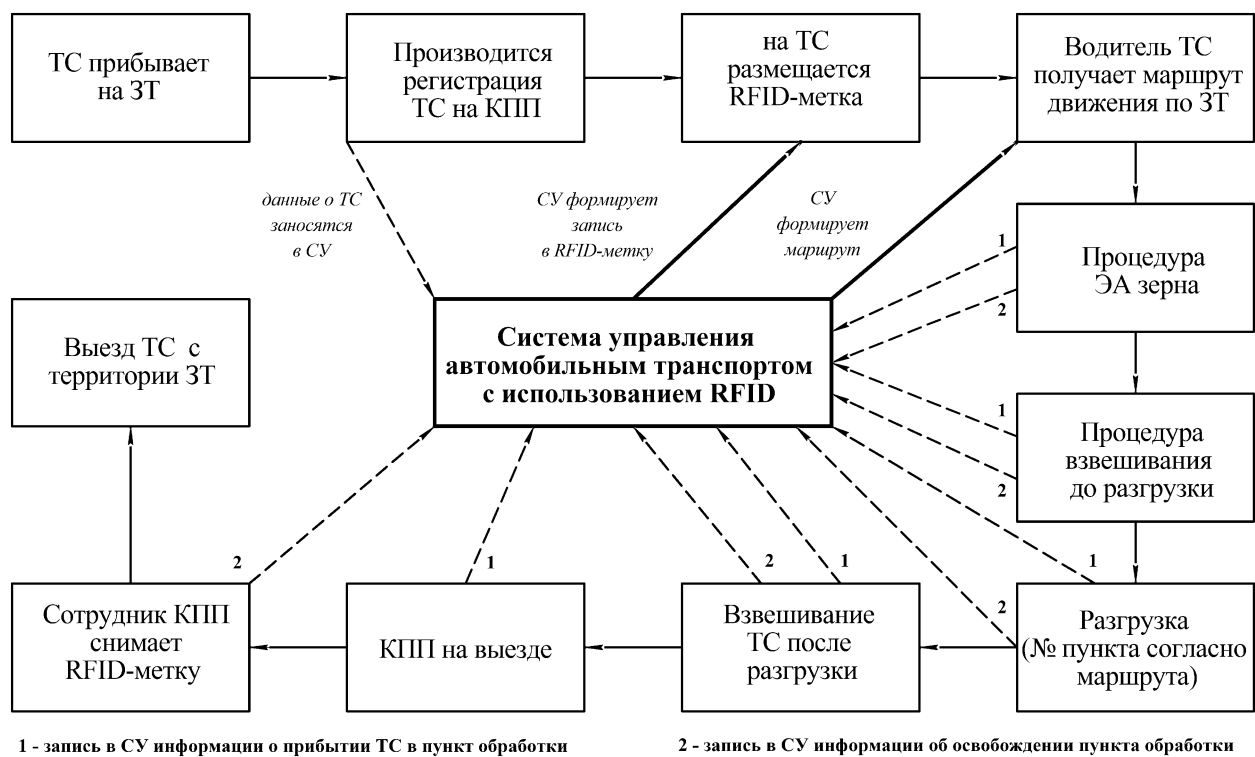


Рисунок 5 – Алгоритм обработки транспортных средств на терминале с использованием RFID-системы

Именно данный инструмент позволяет реализовать управленческое воздействие на автомобильный транспорт на протяжении всей логистической цепи движения грузопотока (с момента его зарождения).

Данная программа предполагает имитационное моделирование работы зернового терминала, формирование базы данных с информацией о ТС и грузах, учет времени выполнения операций обработки ТС. После внедрения программного комплекса ожидается сокращение времени обработки на КПП за счет предварительной регистрации.

Уникальные возможности программы:

- оперативное управление автомобильными перевозками зерновых культур на протяжении всей цепи движения груза;
- расчет ожидаемой продолжительности операций на следующие сутки по итогам предыдущих;
- определение оптимального интервала прибытия ТС на терминал, учитывающего время ожидания автомобилями обслуживания, количество завершивших обслуживание автомобилей, затраты автомобильного транспорта, возникающие при длительном ожидании и потери порта (при недостаточной загрузке оборудования).
- оперативное реагирование при возникновении изменений во внешней и внутренней среде терминала.

4. Предложена организация предварительной стоянки автомобилей, ожидающих обработки на терминале. Рассмотрен эффект от этого мероприятия.

В четвертой главе произведена оценка каждого из мероприятий, входящих в состав метода повышения уровня автотранспортного обслуживания зернового терминала порта.

Произведен анализ выходных данных работы адаптивной имитационной модели «Зерновой терминал» при различных режимах функционирования. В результате установлено, что наименьшее суммарное время ожидания автомобилями обработки демонстрирует режим работы терминала, при котором реализуется автоматизированное управление автомобильным транспортом в реальном времени. Итоговое сокращение времени ожидания в сутки составляет 1 125 мин по сравнению с режимом случайного выбора пунктов обслуживания и 154 мин по сравнению с поочередным режимом.

В качестве показателя, оказывающего наибольшее влияние на продолжительность ожидания автомобилями начала обслуживания выявлен интервал прибытия ТС на терминал.

В качестве меры, позволяющей перейти от случайного прибытия автомобилей на терминал к прогнозируемому, автором предлагается внедрение алгоритма, согласно которому система предварительной регистрации определяет фиксированный оптимальный интервал прибытия.

Установлена корреляционная зависимость между интервалом прибытия ТС и средним временем ожидания одним автомобилем начала обслуживания. Увеличение интервала прибытия автомобилей на терминал позволят сократить среднее время ожидания одним ТС обработки с 789 мин. (при $I_i = 5$ мин.) до 1 минуты (при $I_i = 20$ мин.). Однако, в это же время,

происходит и уменьшение среднесуточного количества обслуженных автомобилей со 131 автомобиля при $I_i = 5$ мин. до 68 ТС при $I_i = 20$ мин.

Обоснована необходимость определения оптимального интервала прибытия автомобилей на терминал, путем сравнения зависимостей суммарного ожидания обслуживания и количества обработанных ТС от интервала прибытия (рисунок 6), а также путем сопоставления затрат автомобильного транспорта и потерь порта (рисунок 7).

На рисунке 6 пунктирной линией показано изменение времени ожидания обработки за сутки в зависимости от интервала прибытия автомобилей (AD), сплошная линия отображает влияние интервала прибытия на изменение количества обслуженных ТС (BF).

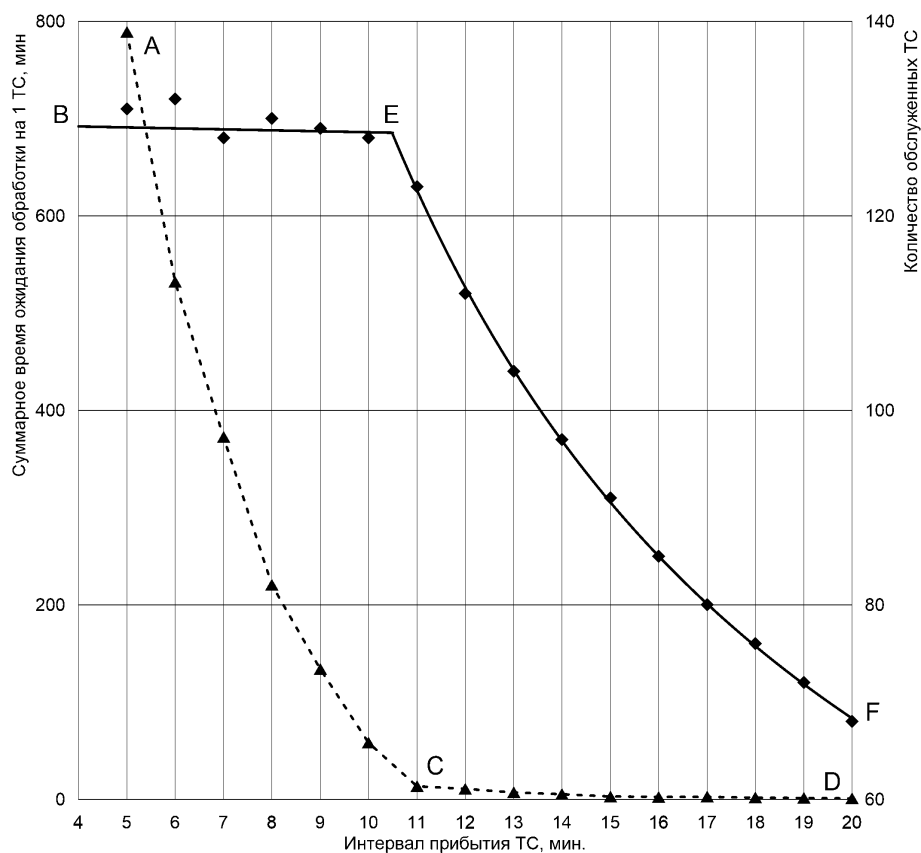


Рисунок 6 – Влияние интервала прибытия автомобилей на суммарное время ожидания обслуживания и количество обработанных ТС

Графики AD и BF построены по значениям, полученным путем прогона имитационной модели «Зерновой терминал» по каждому из интервалов прибытия (I_i). Далее проведена аппроксимация. Выявлены функциональные зависимости, описывающие графики.

График AD разделен на два участка:

- 1) AC – описывается функцией полинома четвертой степени

$$y = 4671,1 - 1523,25 * x + 212,64 * x^2 - 14,68 * x^3 + 0,4 * x^4.$$

2) CD – описывается линейной функцией

$$y = -1,3 * x + 25,1.$$

График BF также делится на два участка:

1) BE – описывается линейной функцией

$$y = -0,1 * x + 129,6.$$

2) EF – описывается функцией

$$\ln y = -0,98 * \ln x + 7,156.$$

На рисунке 7 пунктирная линия отображает изменение уровня затрат автомобильного транспорта в зависимости от интервала прибытия. Сплошной линией нанесены потери порта от неполного использования производственных мощностей.

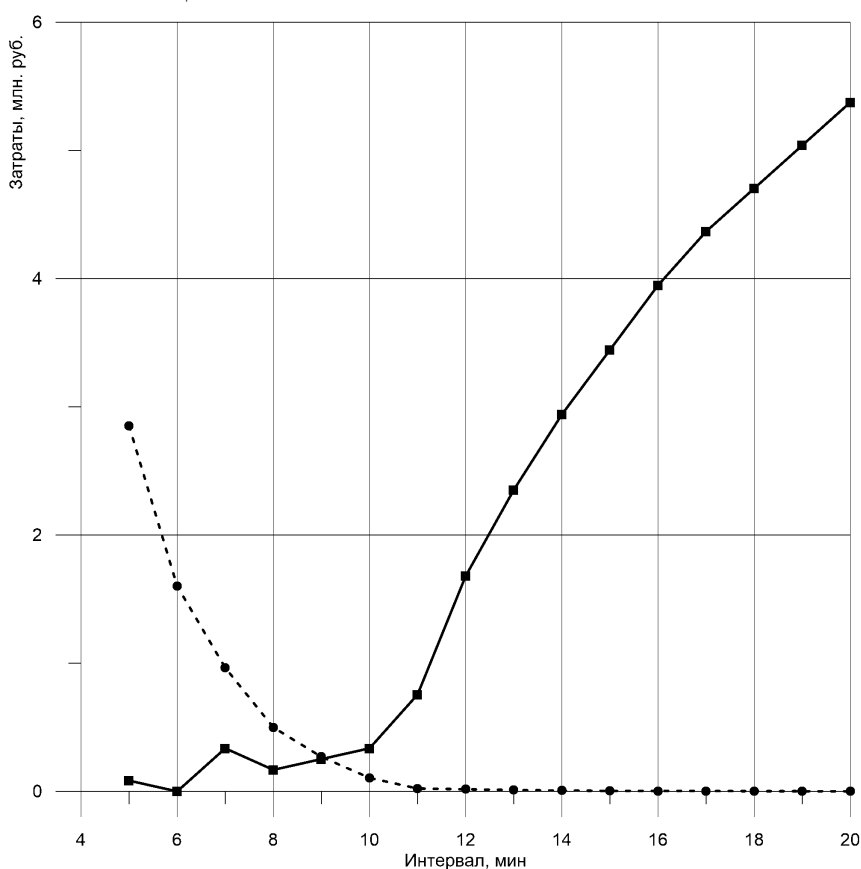


Рисунок 7 – Влияние интервала прибытия ТС на затраты автомобильного транспорта и потери порта.

Для рассматриваемых условий рекомендован оптимальный интервал равный 10 мин., так как он позволяет наиболее полно учитывать экономические интересы участников и территориальные интересы порта и региона в целом. При внедрении описанной методики система оперативного управления сама будет рассчитывать оптимальный интервал для каждой конкретной ситуации.

В рамках диссертационного исследования было установлено, что ожидать максимальный эффект от внедрения рассмотренных мероприятий и методик можно только в том случае, если мы говорим о комплексной реализации всех предложений. Так как они тесно связаны между собой, и в ряде случаев, зависят друг от друга. Исключение из предлагаемой методики любого из мероприятий приведет к некорректной работе всей системы в целом. Это говорит о том, что в данной системе наблюдается синергетический эффект: эффективность деятельности возрастает в результате интеграции отдельных мероприятий в единую систему. Синергетический эффект проявляется также и в том, что система способна к саморегуляции: оперативной переналадке элементов в случае возникновения изменений во внешней либо внутренней среде.

Основные показатели работы зернового терминала до и после внедрения методики повышения уровня автотранспортного обслуживания терминала, посредством управления автомобильным транспортом на протяжении всей логистической цепи движения грузопотока представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение основных характеристик работы зернового терминала

№ п/п	Показатель	Результат работы терминала до внедрения методики	Результат работы терминала после внедрения методики
1	Количество заявок ТС на обслуживание в сутки	111	145
2	Количество обслуженных ТС, в сутки	95	128
3	Среднее время обслуживания одного ТС (без учета времени ожидания), мин.	95	80
4	Уровень автотранспортного обслуживания, %	72	97

Выявлены положительные стороны внедрения предлагаемых мероприятий для каждого из рассматриваемых контрагентов:

– для руководства зернового терминала порта: повышение прибыли порта за счет увеличения количества обслуженных заявок на 33 автомобиля в сутки, повышение уровня автотранспортного обслуживания на 25%;

– для владельцев автомобильного транспорта: уменьшение продолжительности самого обслуживания (на 15 мин.) и ожидания его начала;

– для руководства региона: сокращение очередей грузовых автомобилей вблизи терминалов, перенос дислокации ТС в специально оборудованное место, и, как следствие, улучшение экологической обстановки в регионе и ситуации на УДС в целом.

По результатам произведенных в диссертационном исследовании расчетов установлено: обслуживание одного грузового автомобиля приносит терминалу прибыль в размере 89 220 руб. Внедрение методики позволяет увеличить количество обслуженных автомобилей на 33 ТС в сутки.

Расчетная прибыль зернового терминала, в результате внедрения предложенных мероприятий может увеличиться на 264,9 млн. руб./год, ожидаемый экономический эффект составил 243,4 млн. руб./год, предполагаемый срок окупаемости нововведений – менее двух месяцев.

Анализ произведенных исследований позволяет сделать вывод о необходимости, эффективности и экономической целесообразности реализации методики интегрированного управления автомобильными перевозками зерновых культур на протяжении всей логистической цепи движения грузопотока.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

В рамках диссертационной работы исследованы проблемные аспекты организации смешанного автомобильно-морского сообщения. Разработана научно обоснованная технология повышения уровня автотранспортного обслуживания зернового терминала порта путем интегрированного управления автомобильными перевозками зерновых культур на протяжении всей логистической цепи движения грузопотока. Научные и практические результаты:

1. Исследована работа терминальных комплексов и установлено, что прибытие автомобилей на терминал носит случайный характер и описывается законом Пуассона (с интенсивностью прибытия автомобилей λ_a), а колебания продолжительности операций по обработке автомобильного транспорта описываются нормальным законом распределения (с параметрами \bar{t}_0 – математическое ожидание и σ_0 – среднее квадратичное отклонение).

2. Выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на продолжительность ожидания автомобилями начала обслуживания: это интервал прибытия автомобилей на терминал (I) и продолжительность проведения экспресс-анализа зерна ($t_{ЭА}$).

3. Разработана адаптивная имитационная модель обслуживания автомобильного транспорта на терминале, позволяющая учитывать влияние

системы управления и алгоритма распределения автомобилей к постам обслуживания на суммарное время ожидания, а также вырабатывать адекватные рекомендации по организации обработки автотранспорта в оперативном режиме.

4. Усовершенствована методика повышения уровня автотранспортного обслуживания терминала, позволяющая сократить время обработки транспортных средств (с 95 мин. до 80 мин.) без организации дополнительных постов обслуживания.

5. Разработан алгоритм управления автомобильными перевозками зерновых культур, позволяющий с одной стороны уменьшить очереди грузовых автомобилей, прибывших на терминал (за счет временного и территориального перераспределения), а с другой стороны увеличить производительность самого терминала (количество обслуженных заявок увеличилось с 95 до 128 в сутки).

6. Предложена система интегрированного управления автомобильными перевозками зерновых культур на протяжении всей логистической цепи движения груза.

7. Реализация методики интегрированного управления автомобильными перевозками на протяжении всей логистической цепи движения грузопотока позволяет добиться следующих результатов:

- увеличение количества обслуженных автомобилей на 35 % в сутки;
- сокращение среднего времени обслуживания одного автомобиля на 16 %;
- планируемое повышение уровня автотранспортного обслуживания (η) на 25%;
- увеличение расчетной прибыли зернового терминала на 264,9 млн. руб./год, при ожидаемом экономическом эффекте равном 243,4 млн. руб./год и предполагаемом сроке окупаемости 1,1 месяца.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

В изданиях из «Перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук»:

1. Зырянов В.В., Веремеенко Е.Г. Развитие рынка автомобильных перевозок в России // «Инженерный вестник Дона», 2012, Т. 23 №4 (часть 2).

– Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1297> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

2. Веремеенко Е.Г., Веремеенко А.А. Проблемы взаимодействия порта и автомобильного транспорта // «Инженерный вестник Дона», 2013, Т. 25 №2. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1692> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

3. Веремеенко Е.Г. Применение инновационных технологий в работе крупнейших портов мира // «Научное обозрение», 2013, №9 С. 365-367.

4. Веремеенко Е.Г. Применение системы радиочастотной идентификации (RFID) для автоматизации работы автомобильного транспорта в порту // «Инженерный вестник Дона» 2013. Т. 27. № 4. С. 237-240. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2116> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

5. Веремеенко Е.Г. Применение задач маршрутизации для управления автомобильным транспортом // «Научное обозрение» 2014 – № 9-3. С. 1035-1037.

6. Веремеенко Е.Г. Маршрутизация при реальной транспортной нагрузке // «Научное обозрение» 2014. № 10-2. С. 576-578.

7. Веремеенко Е.Г. Установка интерактивного дорожного указателя для уменьшения очередей грузовых автомобилей в порт города Ростова-на-Дону // «Научное обозрение» 2014. № 10-3. С. 811-814.

8. Веремеенко Е.Г. Повышение эффективности взаимодействия автомобильного транспорта и грузового терминала // «Научное обозрение». 2014. № 11-3. С. 931-933.

9. Веремеенко Е.Г., Журбенко И.Н. Сравнительный анализ основных показателей работы зерновых терминалов Южного федерального округа // «Инженерный вестник Дона» Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2015/3419> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

10. Веремеенко Е.Г. Разработка адаптивной имитационной модели обслуживания автомобильного транспорта на зерновом терминале // «Мир транспорта и технологических машин», 2016. № 4 (55). С. 90-96.

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ

11. Зырянов В.В., Веремеенко Е.Г. «Управление товарно-материальными запасами» / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014662065, заявка № 2014619619 от 25.09.2014 г., регистрация 21.11.2014 г.

12. Веремеенко Е.Г. «Моделирование системы управления автомобильным транспортом на зерновом терминале» / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016614049 , заявка № 2016611334 от 20.02.2016 г., регистрация 13.04.2016 г.

В журналах, включенных в международную реферативную базу данных Скопус (Scopus)

13. Elena Veremeenko, Viacheslav Fialkin Characteristics of Traffic Flow Management in Multimodal Transport Hub (by the Example of the Seaport) // Transportation Research Procedia № 20 (2017) P. 205 – 211.

В прочих изданиях

14. Веремеенко Е.Г. Анализ моделей управления запасами [Текст] // «Строительство-2011»: материалы Международной научно-практической конференции (Ростов-на-Дону), 2011 – С.68-70.

15. Веремеенко Е.Г. Методы организации работы автомобильного транспорта в портах [Текст] // «Строительство-2012»: материалы Международной научно-практической конференции (Ростов-на-Дону), 2012 – С.63-65.

16. Веремеенко Е.Г. Моделирование системы управления запасами на транспорте [Текст] // «Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе»: материалы Международной научно-практической конференции (Пермь), 2012 – С.101-106.

17. Веремеенко Е.Г. Организация работы автомобильного транспорта в порту с использованием информационных технологий [Текст] // «Транспорт-2012»: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Ростов-на-Дону), 2012 – С.63-65.

18. Веремеенко Е. Г. Функционирование автомобильного транспорта в порту [Текст] // «Строительство-2013»: материалы Международной научно-практической конференции (Ростов-на-Дону), 2013 – С. 13 - 15.

19. Веремеенко Е.Г. Проблемы маршрутизации в условиях реальной транспортной нагрузки [Текст] // «Строительство-2014»: материалы Международной научно-практической конференции (Ростов-на-Дону), 2014 – С. 65-66.

20. Веремеенко Е.Г. Вопросы моделирования терминально-логистических комплексов [Текст] // «Строительство и архитектура - 2015»: материалы Международной научно-практической конференции ФГБОУ ВПО

"Ростовский государственный строительный университет", Союз строителей южного федерального округа, Ассоциация строителей Дона. 2015. С. 15-18.

21. Веремеенко Е.Г. Моделирование системы управления автомобильным транспортом при его прибытии на зерновой терминал // «Вестник Донецкая академия автомобильного транспорта» 2015 г. № 1. С. 11-17.

22. Веремеенко Е.Г., Фиалкин В.В. Специфика технологий управления транспортными потоками в мультимодальном транспортном узле (на примере морского порта) // «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах» материалы двенадцатой международной научно-практической конференции (г. Санкт-Петербург), 2016 С. 848-855.