

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
Кафедра автоматизации и компьютерных систем

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка динамической структуры данных и интерфейсов комплексной информационной системы контроля пассажироперевозок

УДК 004.42

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ4Г	Цыбин Дмитрий Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой	Фадеев А.С.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. мен.	Конотопский В.Ю.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Антоневич О.А.	К.б.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. АИКС	Фадеев А.С.	К.Т.Н.		

Томск – 2016 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Общепрофессиональные компетенции	
P1	Воспринимать и самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.
P2	Владеть и применять методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе в глобальных компьютерных сетях.
P3	Демонстрировать культуру мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных, анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.
P4	Анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании со способностью и готовностью к саморегулированию дальнейшего образования и профессиональной мобильности. Владеть, по крайней мере, одним из иностранных языков на уровне социального и профессионального общения, применять специальную лексику и профессиональную терминологию языка.
Профессиональные компетенции	
P5	Выполнять инновационные инженерные проекты по разработке аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения с использованием современных методов проектирования, систем автоматизированного проектирования, передового опыта разработки конкурентно способных изделий.
P6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области проектирования аппаратных и программных средств автоматизированных систем с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта. Критически оценивать полученные данные и делать выводы.
P7	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и эксплуатации аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения
Общекультурные компетенции	
P8	Использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских, проектных работ и профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, в управлении коллективом.
P9	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, активно владеть иностранным языком, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
P10	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. Проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>	
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, способность к педагогической деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Кибернетики
Направление подготовки (специальность) Информатика и Вычислительная Техника
Кафедра АиКС

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Фадеев А.С.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ4Г	Цыбин Дмитрий Владимирович

Тема работы:

Разработка динамической структуры данных и интерфейсов комплексной информационной системы контроля пассажироперевозок

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Нормативные акты и техническая литература, базы данных учреждения, инструментальные средства для разработки. Объектом изучения является автоматизированная информационная система контроля работы пассажирского транспорта. Предметом изучения являются технологии формирования динамических структур данных и интерфейсов. Целью работы является применение изученных технологий для модернизации информационной системы.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение данных транспортной системы города Томска 2. Исследование способов, параметров и критериев контроля пассажирского транспорта 3. Исследование технологий и методов формирования динамических структур данных и интерфейсов 4. Проектирование методов автоматизации неоднородных проверок 5. Проектирование структуры базы данных 6. Автоматизация синхронизации баз данных транспортной системы 7. Проектирование динамических интерфейсов 8. Разработка web-службы обработки данных контроля 9. Разработка стационарного приложения (администрирование, планирование и редактирование проверок, создание отчётов) 10. Разработка мобильного приложения (выполнение проверок) 11. Определение экономической эффективности 12. Определение социальной значимости
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Слайд 1 – Транспортная система города Томска</p> <p>Слайд 2 – Контроль пассажирского транспорта</p> <p>Слайд 3 – Формирование динамических структур данных и интерфейсов</p> <p>Слайд 4 – Автоматизация неоднородных проверок</p> <p>Слайд 5 – База данных проверок</p> <p>Слайд 6 – Синхронизация данных</p> <p>Слайд 7 – Динамические интерфейсы</p> <p>Слайд 8 – Структура информационной системы</p> <p>Слайд 9 – Стационарное приложение</p> <p>Слайд 10 – мобильное приложение</p> <p>Слайд 11 - Финансовый менеджмент</p> <p>Слайд 12 - Социальная ответственность</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Раздел 3</p>	<p>Главный специалист отдела проектирования и эксплуатации МБУ «Центр организации и контроля пассажироперевозок» Погребной Вадим Юрьевич</p>
<p>Раздел 4</p>	<p>Доцент каф. Менеджмента, к.э.н. Конотопский В.Ю.</p>
<p>Раздел 5</p>	<p>Доцент кафедры ЭБЖ, к.б.н. Антонец О.А.</p>

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:
Изучение проблем контроля пассажирского транспорта – на английском
Проектирование методов автоматизации проведения неоднородных проверок пассажироперевозок – на русском
Комплексная информационная система контроля пассажироперевозок с проведением неоднородных проверок – на русском
Финансовый менеджмент – на русском
Социальная ответственность – на русском

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой	Фадеев Александр Сергеевич	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ4Г	Цыбин Дмитрий Владимирович		

РЕФЕРАТ

ВКР состоит из 114 страницы, 35 иллюстраций, 13 таблиц, _ использованных источников, 7 приложений.

Перечень ключевых слов: ГОРОД ТОМСК, ПАССАЖИРОПЕРЕВОЗКИ, ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ, СЛУЖЕБНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ, СТРУКТУРА ДАННЫХ, ДИНАМИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС.

Объектом исследования ВКР является контроль пассажирских перевозок. Предметом исследования является информационная система контроля пассажирских перевозок с динамическим интерфейсом и структурой данных.

Целью ВКР является повышение качества и оперативности контроля пассажирских перевозок.

В процессе исследования проводился обзор средств контроля пассажирских перевозок и разработки динамических интерфейсов и структур данных.

В результате исследования была разработана информационная система контроля пассажирских перевозок.

Основные технологические и технико-эксплуатационные характеристики заключаются в возможности выполнения произвольных типов проверок при построении динамических интерфейсов.

Информационная система введена в эксплуатацию в МБУ «Центр организации и контроля пассажироперевозок».

Область применения: организация и контроль пассажирских перевозок в городе Томске.

Работа имеет высокую социальную значимость и актуальность для организаций-перевозчиков, администрации и населения Города Томска.

В будущем планируется реализация новых видов отчётов.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Проверка: любая проверка, выполняемая контролером с целью контроля работы пассажирского транспорта. Заключается в записи различных параметров и критериев работы пассажирского транспорта контролером, таких как государственный номер автобуса, номер маршрута, наполненность, оснащенность, превышение скорости, факт остановки, интервалы движения и т.д.

Тип проверки: разновидность проверок, проводимых контролером, в зависимости от которого изменяются параметры и критерии проверки. Например, проверка соблюдения схемы движения по маршруту, проверка соблюдения расписания, проверка (учет) пассажиропотока и т.д.

Запись: совокупность значений параметров и критериев отдельного элемента определенной проверки, заполняемых контролером при ее выполнении.

Критерий: одна из характеристик, контролируемых в течение проверки объектов, по которой непосредственно производится контроль и которая может быть в дальнейшем оценена при генерировании отчетов.

Параметр: одна из характеристик, контролируемых в течение проверки объектов, по которой можно описать и однозначно идентифицировать объект контроля.

Связь: соответствие между двумя параметрами, определяющие корректность выбранного значения одного параметра относительно выбранного значения другого.

Транспортное средство (ТС): устройство, предназначенное или используемое для перевозки (транспортировки) людей или грузов.

Система управления базами данных(СУБД) : совокупность программных и лингвистических средств общего или специального назначения, обеспечивающих управление созданием и использованием баз данных.

База данных(БД): представленная в объективной форме совокупность самостоятельных материалов, систематизированных таким образом, чтобы эти материалы могли быть найдены и обработаны с помощью ЭВМ.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1.	ИЗУЧЕНИЕ ПРОБЛЕМ КОНТРОЛЯ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ...	11
1.1.	Мониторинг нарушений движения пассажирского транспорта города ...	12
1.2.	Исследование напряжённости пассажиропотоков на остановках города	13
1.3.	Исследование способов, параметров и критериев контроля пассажирского транспорта	15
1.3.1.	История развития контроля пассажирского транспорта	18
1.3.2.	Моделирование ограничений в диспетчерском контроле	19
1.3.3.	Моделирование на основе эмпирических данных.	22
2.	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ	27
2.1.	Организация и планирование работ	27
2.1.1.	Продолжительность этапов работ	28
2.1.2.	Расчет накопления готовности проекта.....	34
2.2.	Расчет сметы затрат на выполнение проекта	35
2.2.1.	Расчет заработной платы.....	35
2.2.2.	Расчет затрат на социальный налог	36
2.2.3.	Расчет затрат на электроэнергию	37
2.2.4.	Расчет амортизационных расходов.....	38
2.2.5.	Расчет прочих расходов	38
2.2.6.	Расчет общей себестоимости разработки.....	38
2.2.7.	Расчет прибыли	39
2.2.8.	Расчет НДС	39
2.2.9.	Цена разработки НИР	40
2.3.	Оценка экономической эффективности проекта	40
2.3.1.	Оценка научно-технического уровня НИР	40
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	42
	CONCLUSION	43

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день в городе Томске существует ряд проблем с деятельностью пассажирского транспорта. Автобусы проезжают остановки, на которых обязаны останавливаться, а в часы, когда спрос невысок, работают с большими интервалами и прекращают работу раньше утверждённого графиком времени. Не всегда на транспортных средствах соблюдаются требования к экипировке.

Мониторинг нарушений подобного и иного рода связанного с маршрутным транспортом проводит Муниципальное бюджетное учреждение Города Томска «Центр организации и контроля пассажироперевозок». Контролёры этой организации проводят специальные выездные проверки различного типа, находясь на остановках города, либо в транспортном средстве, фиксируя различные параметры движения транспорта в зависимости от типа выполняемой проверки, поставленной задачи и цели проверки. По окончании проверки, полученная информация обрабатывается, и в ходе анализа имеющихся данных выявляются нарушители. По окончании проверки в ходе анализа имеющихся данных выявляются нарушения, и формируется отчет, предоставляемый администрации города Томска.

Осуществляющие контроль специалисты работают с информационной системой, запрограммированной под определённые типы проверок. Для выполнения проверок других типов, либо для изменения параметров существующих типов проверок необходимо производить изменения в программном коде. Частая модификация типов проверок требует большого количества времени и ресурсов. Для решения проблемы необходимо доработать систему организации передачи и хранения данных. Модифицированная структура данных должна позволять хранить проверки различного типа с различным количеством параметров.

На предприятии уже были произведены первые попытки автоматизировать контроль. Однако по прошествии времени, появилась необходимость решения более сложных задач, требующих вмешательства в структуру приложения.

1. Изучение проблем контроля пассажирского транспорта

В настоящее время в городе Томске имеется ряд проблем, связанных с работой пассажирского транспорта. Множество из них связано с неэффективной деятельностью перевозчиков и отсутствием рычагов воздействия на них. Повышение уровня контроля работы общественного транспорта, в том числе с применением современных устройств и программных средств способствует повышению качества оказываемых услуг.

1.1. Мониторинг нарушений движения пассажирского транспорта города

Одной из проблем является своевольный выход нелегальных перевозчиков маршрутного транспорта на улицы города. Такие действия являются незаконными и приводят к сбою работы графиков выхода транспортных средств, что в свою очередь, приводит к общему ухудшению работы общественного транспорта.

Автобусы проезжают остановки, на которых обязаны останавливаться, а в часы, когда спрос на общественные пассажирские перевозки невысок, транспорт работает с большими интервалами и прекращает работу раньше утверждённого графиком времени. Перевозчики не всегда соблюдают требования к экипировке транспортных средств.

Указанные проблемы влияют на решения жителей пересесть на личный транспорт, что влечёт за собой увеличение количества транспортных средств на улично-дорожной сети г. Томска, повышает загруженность дорог и количество заторов.

Мониторинг нарушений подобного, связанных с маршрутным транспортом проводит Муниципальное бюджетное учреждение Города Томска «Центр организации и контроля пассажироперевозок». Контролёры этой организации проводят специальные проверки, находясь на остановках города, и фиксируют весь проезжающий маршрутный транспорт.

В протоколах проверки обычно фигурируют данные автобуса и время проезда. Помимо этого также отмечаются такие критерии, как наполненность

автобуса и наличие трафаретов с номером, наименованием маршрута и перечнем основных улиц следования. По окончании проверки, полученная информация обрабатывается, и в ходе анализа имеющихся данных выявляются нарушители. После чего формируется отчёт и предоставляется администрации города Томска.

1.2. Исследование напряжённости пассажиропотоков на остановках города

Количество автобусов марки ПАЗ 32054, используемых для перевозки пассажиров в городе Томске, настолько велико, что в часы пик они не умещаются в заездных карманах остановок, что приводит к заторам на подъездах к остановкам, высадке пассажиров вне остановочной площадки и другим нарушениям.

Для проверки остановок общественного транспорта на предмет соответствия пассажирообороту были использованы данные мониторинга работы общественного пассажирского транспорта на протяжении 2013 – 2014 года, полученные в Муниципальном бюджетном учреждении Города Томска «Центр организации и контроля пассажироперевозок». Данные содержат сведения о наполненности салонов и времени прохождения транспортных средств в часы пик на некоторых остановках города, на основе которых были вычислены значения напряженности пассажиропотоков (количество пассажиров, которое проезжает в определённое время на заданном участке маршрута в одном направлении).

В таблице (Таблица 1) приведены остановочные пункты некоторых улиц с интенсивным движением и высокой плотностью маршрутной сети. Серым цветом выделены остановки, длина посадочной площадки которых не соответствует требованиям сложившейся маршрутной сети.

Таблица 1 – Остановочные пункты, длина посадочной площадки которых не соответствует сложившейся маршрутной сети

Наименование остановки	Максимальная напряженность пассажиропотока на остановке, чел/мин *	Минимальное количество автобусов марки ПАЗ, одновременно подъезжающих на остановку **	Фактическая длина остановки (заездного кармана), м	Минимально необходимая длина остановки, позволяющая разместить одновременно автобусы марки ПАЗ, м ****
Лагерный сад (в сторону пл. Ленина)	161	3	45	40,5
Лагерный сад	161	3	45	40,5
улица Учебная (в сторону лагерного сада)	161	3	49	40,5
Главпочтамт	308	6	50	66
улица Говорова	131	3	25	40.5
Дом радио (в сторону Иркутского)	291	6	32	66

Одним из решений, позволяющим увеличить пропускную способность остановок является использование транспортных средств большей вместимости. В таблице (Таблица 2) показано, что при напряженности пассажиропотока на участках УДС большее 100 чел./мин, использование автобусов с вместимостью 72 чел. и большей позволяет уменьшить количество единиц транспорта в двое по сравнению с автобусами марки ПАЗ 32054 для провоза того же количества пассажиров.

При напряженности пассажиропотока большей 300 чел./мин., использование автобусов вместимостью более 100 чел. позволяет уменьшить количество транспортных средств в три раза по сравнению с автобусами марки ПАЗ 32054 для провоза того же количества пассажиров.

Таблица 2 – Количество автобусов, необходимое для перевозки пассажиров в соответствии с напряженностью пассажиропотока

Напряженность пассажиропотока (чел/мин)	Количество автобусов, необходимое для перевозки пассажиров, в зависимости от марки автобуса				
	ПАЗ 32054	Маз 103	МАЗ 206	Golden Dragon XML 6102	ЛиАЗ 5256
350	7	2	3	2	2
200	4	1	2	2	1
100	2	1	1	1	1

Расчеты показывают, что при превышении значений напряженности пассажиропотоков 150 чел./мин., автобусы вместимостью большей 72 человек позволяют обустроить остановки длиной на 20% меньшей, чем автобусы

вместимостью 41 человек. При достижении напряженности пассажиропотока в 300 человек и выше (что соответствует часам пик), автобусам вместимостью больше 100 человек достаточно остановки длиной 40,5 м., а автобусы, вместимостью 41 чел. требуют организации остановок длиной 66 метров.

1.3. Исследование способов, параметров и критериев контроля пассажирского транспорта

Одной из технологий для контроля пассажирского транспорта является Автоматическое определение местоположения транспортного средства (Automatic vehicle location - AVL). AVL это автоматизированная система слежения за автотранспортными средствами, которая, в реальном времени, определяет фактическое положение каждого транспортного средства, после чего его местоположение передается в центр управления. Методы определения местоположения и ретрансляции различаются в зависимости от системы транзита и технологии, которая была выбрана. Как правило, информация о местоположении транспортного средства хранится на транспортном средстве, в течение времени, которое может, изменяться от нескольких секунд до нескольких минут. Информация о местоположении, может быть передана в центр управления в сыром виде, или перерабатываться на борту транспортного средства перед его передачей.

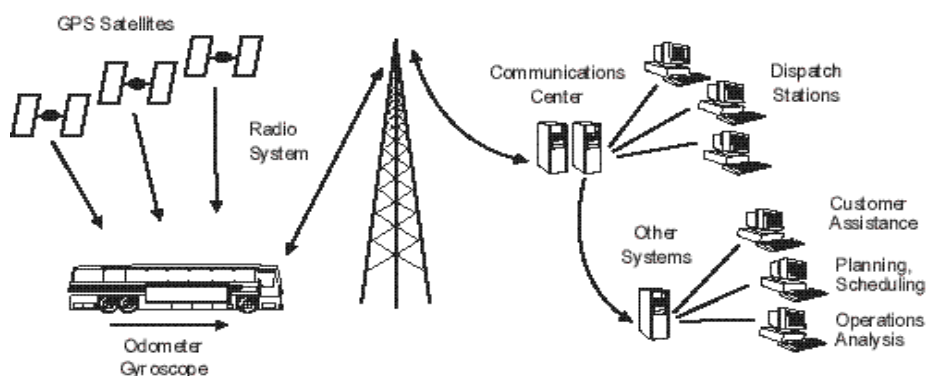


Рисунок 1 – AVL система

Задачи, которые решает AVL:

- Контроль соблюдения расписания
- Повышения эффективности обслуживания

- Управление и контроль пассажирского транспорта
- Предварительная обработка данных предоставляемых диспетчеру
- Повышение точности информации и её доступности
- Сокращение числа линейных контролёров

Предоставление клиентам информации об услугах в режиме реального времени.

Позже, обследование качества автобусного обслуживания доказало, что развертывание систем AVL оказывает положительное влияние на систему. Результаты обследования следующие:

- После установки AVL, соблюдение расписания улучшилось на 23% в Балтиморе, 12,5% в Канзас-Сити, 8,5% в Гамильтон (Онтарио), и 4,4% в Милуоки.
- В городе Канзас уменьшилось количество автобусов, обслуживающих ключевые маршруты, без снижения уровня сервиса.
- В Денвере жалобы потребителей упали на 26%
- Система AVL подтвердила, что около 50% жалоб клиентов в Милуоки были признаны недействительными.
- Точность проверок соблюдения расписания увеличилась с 70% (ручных проверок) до 95% (данные AVL).
- Лондон (Онтарио) исключены ручные проверки, что позволило сэкономить \$45000 в год.
- В Анн-Арбор, трафик голосового радио был снижен на 70% за счет использования мобильных терминалов сбора данных.
- После установки автоматизированной информационной системы количество звонков увеличилось на 80% в Рочестер (Нью-Йорк). Автоматизированная система отвечает на 70% звонков.

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, в сотрудничестве с "НПП Транснавигация", разработал методы расчета потока трафика данных в дорожной сети сегмента, на основе данных AVL,

полученных от бортового навигационного оборудования, установленного на муниципальные транзитные транспортные средства и контролирующийся спутниковой навигационной системой.

В результате исследования было заключено, что данные потока отслеживания трафика, который описывает сеть дорог, резко улучшает способ решения транспортных задач, ориентированные, например, следующее:

1. Выбор лучшего способа изменить местную дорожную сеть на основе тщательной оценки последствий. Отмечено, что все узкие места дорожных сетей хорошо известны городским правительством. Тем не менее, только зная конкретные параметры этих слабых точек (пробок на дорогах, скорости, задержки) может привести к их эффективной профилактике, которая имеет решающее значение при малом времени и ресурсов.

2. Более детальное планирование рабочих мест грузового и пассажирского городского транспорта. Очевидно, что надлежащее планирование автомобильного транспорта обеспечивает повышение эффективности транспортных работ за счет более четкой координации различных услуг (согласование графиков, координация загрузки / разгрузки рабочих мест, работы по техническому обслуживанию флота и т.д.), снижает воздействие на окружающую среду.

3. Информирование пользователей о дорожных заторах. Эффективность информационной системы зависит от того, есть ли способы обойти слабые места в дорожной карте. Легкий доступ и надлежащим образом представленная информация позволяет изменить свой маршрут. Это не только экономит время, но и уменьшает заторы на данном участке дороги.

4. Управление транспортными потоками в целях предотвращения автомобильных заторов. Решение этой задачи предполагает централизованные средства для контроля светофоров, дорожных знаков, информационных щитов и т.д. Для прогнозирования возможности системы управления дорожным движением заторов существует план позволяющий избежать опасности, который показывает водителю лучший способ обойти участки дороги с интенсивным движением и с наименьшим количеством светофоров.

1.3.1. История развития контроля пассажирского транспорта

Компания Tri-Met, штат Орегон, США, провела эксперимент ради изучения возможных областей применения диспетчерских автобусных систем (BDS, Bus Dispatching System), введенных компанией Tri-Met. Основными компонентами систем BDS являются:

- Системы AVL, основанные на системах глобального позиционирования;
- Голосовая и текстовая коммуникативная информация с мобильных радиосистем;
- Бортовой компьютер и контрольная панель, отображающая соблюдение расписания водителям, обнаружение и информирование отклонений в графике или маршруте диспетчерам, и двунаправленная система связи между водителями и диспетчерами;
- Система автоматического учета пассажиров;
- Компьютеризированный диспетчерский центр.

Системы BDS извлекают очень подробную информацию в режиме реального времени, таким образом, позволяя использовать различные контрольные действия, которые потенциально могут привести к значительным улучшениям в надежности обслуживания. Растущее внедрение технологии диспетчеризации автобусов в индустрии перевозок весьма своевременно, учитывая, что ухудшающаяся ситуация с нагрузкой на дороги в большинстве городских территорий делает соблюдение расписания значительно сложнее.

Для оценки эффективности диспетчерского контроля в снижении отклонений по интервалам, сначала было необходимо обсудить причины ненадежного обслуживания. Вудхол (1987) классифицирует причины ненадежного сервиса в соответствии с тем, являются ли они внутренними (эндогенными) или внешними (экзогенными) для системы. Экзогенные причины включают такие факторы, как загрузка транспортного потока, аварии, дорожные знаки и светофоры, наличие припаркованных на дороге автомобилей. Эндогенные причины включают

такие факторы, как поведение водителя, неправильно составленное расписание, конфигурация маршрута, переменная загрузка пассажиров и прочие действия внутри автобуса. Турнквист и Блум (1980) различали планирование сервиса, и стратегии управления в реальном времени, которые фокусируются на незамедлительном реагировании на нерегулярные проблемы. Абковитц (1978) предложил три простых метода улучшения качества сервиса, обозначенных как приоритетный, управленческий и оперативный. Приоритетные методы включают особое обращение с маршрутными транспортными средствами в отдельности от остальных автомобилей. Примерами такого типа стратегий служат отдельные полосы движения для маршрутных транспортных средств и приоритет сигналов светофора. Оперативные методы отнимают больший период времени и включают такие методы, как изменение расписания, реструктуризация маршрута и обучение водителя. Контрольные методы происходят в реальном времени и включают задержку транспортного средства, поездку по сокращенному маршруту, пропуск остановок и изменение скорости.

В стратегиях оперативного контроля важно понимать различие между высокой и низкой частотой следования. Для маршрутов, характеризующихся долгими интервалами, самым важным является соблюдение расписания. Пассажиры будут стараться вовремя прийти на остановку, принимая во внимание возможность, не успеть на рейс. В таких условиях среднее время ожидания составляет меньше половины интервала по расписанию. Для тех же маршрутов, в которых интервалы между автобусами составляют от 10 минут и меньше, важна поддержка интервала. Во многом потому, что пассажирам нет смысла планировать поездку с такой частотой прибытия автобусов, и таким образом они приходят на остановку в случайное время. Суммарное время ожидания пассажиров минимизируется, когда автобусы равномерно распределены по маршруту применительно к варианту с высокой частотой следования.

1.3.2. Моделирование ограничений в диспетчерском контроле.

Ранние исследования диспетчерского контроля включали проектирование и оценку стратегий задержки автобусов. Большинство исследований основывались на аналитических или симуляционных методиках при отсутствии данных по реальным перевозкам. Общей чертой многих ранних исследований было то, что модели базировались на идеях ограничения. Осуна и Ньюэлл (1972) разработали модель, которая бы определяла количество времени задержки рейса, необходимое для улучшения регулярности движения. Анализ гипотетического маршрута состоял из одной остановки и одного или двух автобусов. Целью модели было минимизировать среднее время ожидания пассажиров. Авторы пришли к выводам, что лучше применить метод контроля, нежели ожидать потенциальную проблему. А также, что контроль не должен оказывать значительное ухудшение качества обслуживания. Барнетт и Клейтман (1973) разработали модель, основанную на исследовании Осуна и Ньюэлла. Их анализ включал гипотетический автобусный маршрут с одним автобусом и несколькими остановками. Задержка автобуса была разрешена на одной или нескольких возможных контрольных точках. Целью этого исследования было разработать методику задержек, которая бы минимизировала среднее время ожидания пассажиров. Авторы пришли к выводу, что задержка была наиболее эффективна, когда поездки заканчивались необычно рано, и что местонахождение контрольных точек имеет высокую значимость. Барнетт (1974) позже разработал более детальную модель, которая анализировала гипотетический маршрут с несколькими остановками и одной контрольной точкой. Целью модели было определить оптимальный интервал, при котором транспортные средства должны отправляться с контрольной точки. Целью задачи было минимизировать суммарное время ожидания пассажиров относительно затрат по продолжительности пути тех, кто уже находится в автобусе. Оптимальная стратегия зависела от математического ожидания и дисперсии распределения интервалов, отношения количества пассажиров в автобусе к пассажиром на остановках и соотношения временем последовательного прибытия транспортных средств на контрольный пункт. Блай и Джексон (1974) спроектировали симуляционную модель, которая использовала пороговый подход. Под этим подразумевается, что первые автобусы задерживаются,

пока интервал между ними и последующими не достигнет заданного значения. Результаты исследования показали, что результаты задержки сократили время ожидания пассажиров ценой увеличения времени поездки. Коффман (1978) разработал модель, которая анализировала четыре разные стратегии контроля для упрощенного автобусного маршрута. Они включали задержку, пропуск остановок, приоритетную работу светофоров и сокращение неопределенности в диспетчеризации. Модель примечательна тем, что принимает во внимание светофоры, различные соотношения посадки и высадки пассажиров, задержки на ускорениях и остановках и различную загрузку пассажиров. Аналогично выводам Блай и Джексон, Коффман заключил, что задержки привели к небольшим улучшениям во времени ожидания автобусов, при этом увеличивая время, проводимое пассажирами в пути. Тернквист и Блум (1980) разработали ряд формул, пытаясь определить границы предполагаемой выгоды от применения пороговых задержек. Они пришли к выводу, что оптимальной контрольной точкой в маршруте является та, на которой в автобусе едет относительно малое число пассажиров, но при этом большое количество ожидает на остановке. Авторы отмечают, что меры необходимо принимать по маршруту рано насколько это возможно, поскольку в последствии отклонение интервалов начинает возрастать. Важным открытием стало то, что авторы обнаружили случаи, когда контроль интервалов движения не давал преимуществ, а только шел в ущерб перевозчикам.

В качестве основных достижений первого этапа можно выделить следующие пункты:

- Задержки имеют неблагоприятные последствия для пассажиров, приводя к увеличению времени нахождения пассажиров в пути.
- Задержки имеют неблагоприятные последствия для перевозчиков, приводя к увеличению общего времени поездки
- Выбор правильных точек контроля критически важен для минимизации суммарного времени ожидания

- Контроль интервалов наиболее эффективен, когда нагрузка пассажиров в контрольных точках мала, а количество пассажиров на последующей остановке высоко.
- Задержки наиболее эффективны в снижении времени ожидания непосредственно за контрольной точкой.
- Отклонение интервалов со временем снова начинает возрастать.

В некоторых ситуациях задержки могут вызывать негативный эффект.

1.3.3. Моделирование на основе эмпирических данных.

Основным отличием между первым и вторым этапами исследований диспетчерского контроля является то, что вторые подтверждаются эмпирически данными реальных перевозок. Тернквист и Боуман (1980) разработали модель, используя данные автобусного маршрута в г. Эванстон, штат Иллинойс, чтобы исследовать задержки по расписанию. Под задержками по расписанию подразумеваются те, при которых рано прибывший транспорт задерживается до запланированного в расписании времени отправления. Авторы отмечают, что такой подход оказался подходящей стратегией управления для маршрутов, характеризующихся долгими интервалами. Работа Абковитца и Энглштейна (1984) детально рассматривает стратегии задержек по интервалам. В исследовании задействовано моделирование на основе статистических данных из Цинциннати, штат Огайо, и в последующем подтвержденное данными из Лос-Анджелеса, Калифорния. Был разработан алгоритм определения мест, где происходят наибольшие сокращения во времени ожидания пассажиров для конкретных пороговых интервалов. Авторы пришли к выводу, что оптимальная контрольная точка чувствительна к соотношению количества пассажиров в автобусе и на остановке, и основную выгоду от управления замечают пассажиры, находящиеся непосредственно после точки контроля. В дальнейшем изучении, Абковитц, Айгер и Энглштейн (1986) выяснили, что отклонение интервалов не возрастает линейно в маршруте, а возникает резко и со временем сходит на нет.

Тернквист (1982) анализировал задержки по расписанию и по интервалам в работе по стратегии улучшения качества услуг пассажироперевозок. В основе исследования лежала модель, в последствии подтвержденная данными из г. Эванстоун, штат Иллинойс и г. Цинцинатти, штат Огайо. Автор исследовал два типа методов контроля интервалов. Первая требовала только информацию по текущему интервалу и заключалась в задержке транспортного средства до того, как назначенный интервал был достигнут. Другая методика заключалась в задержке транспорта до тех пор, как интервал до позади идущего автобуса не приблизится максимально к интервалу то впереди идущего. Такая методика требовала большего количества информации, поскольку было необходимо прогнозировать время прибытия позади идущего транспорта. Тернквист обнаружил, что первая методика работает хуже второй, когда транспорт прибывает в значительной степени независимо друг от друга. Как только интервалы коррелируются, эффективность этого подхода достигает эффективности второго подхода.

Согласно Тернквисту (1982), методика управлением интервалами, которая бы максимизировала экономию времени ожидания, требовала бы знания наперед всех интервалов.

Тернквист обратил внимание, что различные виды стратегий задержек чувствительны к трем характеристикам контрольных точки:

1. Текущий уровень качества
2. Количество корреляций между последовательными интервалами
3. Знание процентного соотношения пассажиров в автобусе и на остановке

В 1992 было проведено исследование для MBTA Green Line в Бостоне, штат Массачусетс, целью которого был анализ пользы диспетчерского контроля. Их исследование подразумевало несколько типов управляющих действий:

1. Задержка
2. Поездка по сокращенному маршруту
3. "Экспресс-поездки"

Основной проблемой контроля для Green Line были отклонения в интервалах. Контролеры осуществляли контрольные действия, основываясь на

непосредственных наблюдениях, сообщениях и догадках. Авторы обнаружили, что некоторые управляющие действия в действительности только увеличивали суммарное время ожидания пассажиров, в то время как другие не применялись, когда следовало. Причиной столь широкого разброса в эффективности диспетчерского контроля стала нехватка своевременной информации для контролеров. Одним из наиболее интересных аспектов исследования стало то, что авторы разработали набор правил принятия решений в зависимости от местонахождения и условий.

Исследование Уилсона (1992) обращает внимание на некоторые типы контрольных действий, которые не были ранее широко охвачены в литературе.

Пропуск остановок - методика, которая включает пропуск одной или более остановок при движении автобуса по определенному участку дороги. Пропуск остановок полезен для сокращения времени поездки в автобусе, при этом сокращая интервал до впереди идущего. Преимущества пропуска остановок заключаются в сокращении времени поездки транспортного средства, сокращении времени ожидания как для пассажиров в автобусе, так и для тех, кто стоит на остановке. Однако при этом пренебрегается временем пассажиров, стоящих на тех остановках, которые автобус проезжает без остановки. Идеальный сценарий для такой методики подразумевает долгий интервал с впереди идущим транспортным средством, короткий интервал с последующим и высокий пассажирооборот за пределами пропускаемого участка. Всего две работы подробно исследовали предмет пропуска остановок, при том, что в одной из них это рассматривалось как разумный ход, в то время как в другой было рекомендовано категорически этого избегать ввиду неблагоприятного воздействия на определенных пассажиров. Более щадящим вариантом пропуска остановок, который не вынуждает пассажиров садиться раньше, было ограничение остановок только на высадку пассажиров.

Сокращенный маршрут означает, что автобус начинает ехать в обратном направлении, не достигнув конечной остановки с целью сократить отклонение интервала в противоположном направлении, заполняя "разрыв" в следовании маршрута. Идеальной ситуацией для применения такого метода был бы автобус с

низкой загрузкой пассажиров, малым интервалом до впереди идущего, и большим интервалом до последующего. Аналогично пропуску остановок, сокращенный маршрут вынуждает пассажиров выходить и пересаживаться на другой автобус. Многие перевозчики не считают сокращенные маршруты и пропуск остановок желательными контролирующими методами, поскольку они вынуждают пассажиров пересаживаться и дольше ждать на остановках.

Абковитц и Лепофски (1998) анализировали интервальный контроль на двух автобусных маршрутах в Бостоне, штат Массачусетс. Контроль проводился на обоих маршрутах в утреннее время в одном направлении, а также в вечернее время в обратном для одного из маршрутов. Из трех экспериментов только один показал значительное снижение отклонения интервалов, и изменения общего времени пути. Для двух экспериментов, в которых контроль показал себя неэффективным, было обнаружено, что контролеры задерживали лишь часть автобусов, когда это было необходимо. Это вновь подчеркивает тот факт, что человеческий фактор может сократить эффективность стратегии контроля при неправильном применении. Но несмотря на неоднозначные результаты работы, важно понимать, что она создает почву для оценки экспериментов по контролю с использованием реальных данных.

Приоритет светофоров - это механизм сокращения задержек на регулируемых перекрестках. Многие исследователи выяснили, что регулируемые перекрестки являются одним из важных факторов некачественного сервиса. Приоритет светофоров обычно подразумевает переключение света на зеленый или продление периода зеленого света, когда автобус приближается к перекрестку. В противоположность задержкам, которые всегда отнимают больше времени у некоторых пассажиров, а также приводит к увеличению общего времени поездки, регулирование сигналов светофора позволяет сократить эти показатели. Однако, это нарушает работу прочего транспорта. Также это может повлечь несогласованность в управлении несколькими маршрутами на заданном перекрестке. Идеальная система контроля сигналов светофора должна объединять системы информирования о следовании маршрутного транспорта и общей ситуации на дороге, а также должна

реагировать на переменные условия при минимизации отрицательного воздействия на транспортный поток.

Значимость второго этапа можно подытожить следующими наблюдениями:

- Задержки автобусов более эффективны на ранних участках маршрута
- Человеческий фактор играет важную роль в успешности диспетчерского контроля
- Должны быть разработаны правила принятия решений для того, чтобы контролеры знали, когда следует применять контрольные действия
- Контрольные действия должны быть анализированы, используя данные из реальных перевозок
- Приоритетность сигналов светофора не мешает пассажирам и перевозчикам, то оказывает отрицательное воздействие на транспортный поток и другие маршрутные рейсы.

2. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Цель раздела – комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Необходимо оценить полные денежные затраты на исследование (проект), а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов ее внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы.

2.1. Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

В данном пункте имеется полный перечень проводимых работ, определяются их исполнители и рациональная продолжительность. Ввиду того, что число исполнителей равно двум, наглядным результатом планирования работ является линейный график реализации проекта. Для его построения хронологически упорядоченные вышеуказанные данные сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	НР – 100% И – 10%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 30% И – 100%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100% И – 10%
Обзор и анализ литературы	НР, И	НР – 30%

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
		И – 100%
Проектирование концептуальной модели базы данных центрального модуля комплексной информационной системы	НР, И	НР – 20% ИП – 100%
Написание и согласование технического задания на дополнение и исправление существующей базы данных и интерфейса пользователя на основе спроектированной концептуальной модели	НР, И	НР – 30% И – 100%
Проведение сравнительного анализа и выбор подходящих СУБД, языков программирования и другой инфраструктуры системы	И	И – 100%
Анализ и выбор платформ и операционных систем, проектирование архитектуры сети	И	И – 100%
Формирование базы данных центрального модуля и заполнение ее данными	И	И – 100%
Написание программного кода, разработка веб-службы, клиентской части и их отладка	И	И – 100%
Составление и оформление пояснительной записки	НР, И	НР – 60% И – 100%

2.1.1. Продолжительность этапов работ

Расчёт продолжительности этапов работ осуществляется опытно-статическим методом применяя экспертный способ.

Экспертный способ используется при отсутствии информационных ресурсов и предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется формула.

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5}, \quad (1)$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

Для выполнения перечисленных в таблице 1 работ требуются специалисты:

- инженер – в его роли действует исполнитель НИР (ВКР);
- научный руководитель.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях (T_{PD}) ведется по формуле:

$$T_{PD} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (2)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, $K_{ВН} = 1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ. В данном случае $K_{Д} = 1$.

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{PD} \cdot T_{К}, \quad (3)$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД}}, \quad (4)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 366$);

$T_{ВД}$ – выходные и праздничные дни для научного руководителя (шестидневка) при $T_{ВД} = 66$:

$$T_{К} = \frac{366}{366 - 66} = 1,22$$

$T_{ВД}$ – выходные и праздничные дни для инженера (пятидневка) при $T_{ВД} = 66$:

$$T_K = \frac{366}{366 - 119} = 1,48$$

В таблице 4 приведено определение продолжительности этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. В столбцах (3–5) реализован экспертный способ по формуле (5.1-а). Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоемкости этапа для каждого из двух участников проекта (научный руководитель и инженер) с учетом коэффициента $K_D = 1$. Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение $t_{ож} * K_D$. Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на T_K (здесь оно равно 1,48 и 1.22). Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоемкости для каждого из участников проекта. Две последних величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям T_{KD} (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта. На рисунке 1 отображён линейный график работ.

Таблица 4 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	$T_{рд}$		$T_{кд}$	
					НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2	4	2,80	2,24	0,00	2,73	0,00
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	2	3	2,40	1,92	0,19	2,34	0,28
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	16	24	19,20	4,61	15,36	5,62	22,76
Разработка календарного плана	НР, И	2	4	2,80	2,24	0,22	2,73	0,33
Обзор и анализ литературы	НР, И	3	6	4,20	1,01	3,36	1,23	4,98
Проектирование концептуальной модели базы данных центрального модуля комплексной информационной системы	НР, И	12	17	14,00	2,24	11,20	2,73	16,60
Написание и согласование технического задания на дополнение и исправление существующей базы данных и интерфейса пользователя	НР, И	15	21	17,40	4,18	13,92	5,09	20,63

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
на основе спроектированной концептуальной модели								
Проведение сравнительного анализа и выбор подходящих СУБД, языков программирования и другой инфраструктуры системы	И	8	14	10,40	0,00	8,32	0,00	12,33
Анализ и выбор платформ и операционных систем, проектирование архитектуры сети	И	10	15	12,00	0,00	9,60	0,00	14,23
Формирование базы данных центрального модуля и заполнение ее данными	И	15	25	19,00	0,00	15,20	0,00	22,52
Написание программного кода, разработка веб-службы, клиентской части и их отладка	И	25	35	29,00	0,00	23,20	0,00	34,38
Составление и оформление пояснительной записки	НР, И	5	8	6,20	2,98	4,96	3,63	7,35
Итого:				139,40	21,41	105,54	26,12	156,38

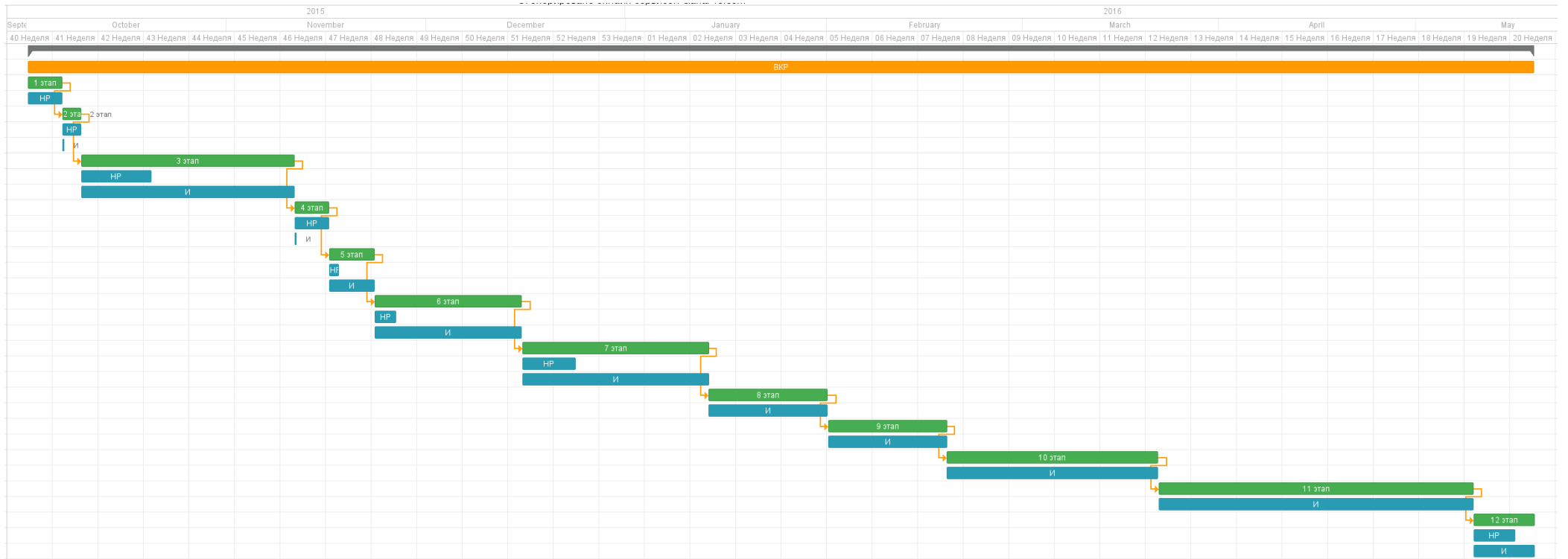


Рисунок 32 – Линейный график работ

2.1.2. Расчет накопления готовности проекта

Цель данного пункта – оценка текущих состояний (результатов) работы над проектом. Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего (i -го) этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом.

Введем обозначения:

- $TP_{\text{общ}}$ – общая трудоемкость проекта;
- TP_i (TP_k) – трудоемкость i -го (k -го) этапа проекта, $i = \overline{1, I}$;
- TP_i^H – накопленная трудоемкость i -го этапа проекта по его завершении;
- TP_{ij} (TP_{kj}) – трудоемкость работ, выполняемых j -м участником на i -м этапе, здесь $j = \overline{1, m}$ – индекс исполнителя, в данной работе $m = 2$.

Степень готовности определяется формулой (5)

$$CG_i = \frac{TP_i^H}{TP_{\text{общ.}}} = \frac{\sum_{k=1}^i TP_k}{TP_{\text{общ.}}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TP_{km}}{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TP_{km}}, \quad (5)$$

Применительно к таблице (2) величины TP_{ij} (TP_{kj}) находятся в столбцах (6, $j = 1$) и (7, $j = 2$). $TP_{\text{общ.}}$ равна сумме чисел из итоговых клеток этих столбцов. Результаты расчёта приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

Этап	$TP_i, \%$	$CG_i, \%$
Постановка целей и задач, получение исходных данных	1,77	1,77
Составление и утверждение ТЗ	1,97	3,74
Подбор и изучение материалов по тематике	12,12	15,85
Разработка календарного плана	2,30	18,15
Обзор и анализ литературы	2,65	20,80
Проектирование концептуальной модели базы данных центрального модуля комплексной информационной системы	11,49	32,29

Этап	ТР _i , %	СГ _i , %
Написание и согласование технического задания на дополнение и исправление существующей базы данных и интерфейса пользователя на основе спроектированной концептуальной модели	13,18	45,47
Проведение сравнительного анализа и выбор подходящих СУБД, языков программирования и другой инфраструктуры системы	6,56	52,03
Анализ и выбор платформ и операционных систем, проектирование архитектуры сети	11,36	63,39
Формирование базы данных центрального модуля и заполнение ее данными	14,39	77,78
Написание программного кода, разработка веб-службы, клиентской части и их отладка	18,30	96,09

2.2. Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- прочие (накладные расходы) расходы.

2.2.1. Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера, а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Оклад инженера берётся с места работы, на котором была выполнена работа.

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) для научного руководителя рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = MO/20,58 \quad (6)$$

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) для инженера рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = MO/25 \quad (7)$$

учитывающей, что в году 247 рабочих дней для инженера и 300 для научного руководителя и, следовательно, в месяце в среднем 20,58 и 25 рабочих дня соответственно.

Расчеты затрат на полную заработную плату приведены в таблице 4. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 2. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки для инженера используется следующий ряд коэффициентов: $K_{\text{ПР}} = 1,1$; $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,113$; $K_{\text{р}} = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатой части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}} = 1,1 * 1,113 * 1,3 = 1,62$.

Аналогичный расчет проводится для научного руководителя с другим $K_{\text{доп.ЗП}}$ равным 1,188, соответственно $K_{\text{и}} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699$.

Таблица 6 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	34 595,00	1681,00	22,00	1,699	62832,45
И	7 864,11	314,56	106,00	1,59	53016,68
Итого:					115849,1

2.2.2. Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} * 0,3$. Итак, в нашем случае $C_{\text{соц.}} = 115849,1 * 0,3 = 34754,74149$ руб.

2.2.3. Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{Э}}, \quad (8)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{\text{Э}}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Для ТПУ $Ц_{\text{Э}} = 5,257$ руб./кВт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 2 для инженера ($T_{\text{рд}}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} * K_t, \quad (9)$$

где K_t – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{\text{рд}}$, в данном случае равно 0,7.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном.}} * K_C, \quad (10)$$

где $P_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

K_C – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Расчеты затрат на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{ОБ}}$, час	Потребляемая мощность $P_{\text{ОБ}}$, кВт	Затраты $\mathcal{E}_{\text{ОБ}}$, руб.
Персональный компьютер	848*0,7	0,4	1248,22
Итого:			1248,22

2.2.4. Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Используется формула

$$C_{AM} = \frac{N_A * Ц_{\text{ОБ}} * t_{\text{рф}} * n}{F_D}, \quad (11)$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$Ц_{\text{ОБ}}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР.

F_D – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования.

$t_{\text{рф}}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

$$C_{AM} = \frac{0.33 * 47000 * 593.6 * 1}{1976} = 6656,11$$

2.2.5. Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{зн}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}}) * 0,1 \quad (12)$$

Для нашего примера это:

$$C_{\text{проч.}} = (125529,19 + 37658,76 + 1248,22 + 6656,11) * 0,1 = 15850,82 \text{ руб.}$$

2.2.6. Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта.

Таблица 8 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
<i>Основная заработная плата</i>	$C_{зп}$	125529,19
<i>Отчисления в социальные фонды</i>	$C_{соц}$	37658,76
<i>Расходы на электроэнергию</i>	$C_{эл.}$	1248,22
<i>Амортизационные отчисления</i>	$C_{ам}$	6656,11
<i>Прочие расходы</i>	$C_{проч}$	15850,82
Итого:		174359,04

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 174359,04$ руб.

2.2.7. Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) определяться различными способами. Но в данном случае применения «сложных» методов использоваться не могут, поэтому прибыль следует принять в размере 20 % от полной себестоимости проекта. В нашем примере она составляет 34871,81 руб. (20 %) от расходов на разработку проекта.

2.2.8. Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку и прибыли. В данном случае это $(174359,04 + 34871,81) * 0,18 = 288976,96 * 0,18 = 37661,55$ руб.

2.2.9. Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в данном случае

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 174359,04 + 34871,81 + 34871,81 = 246892,40 \text{ руб.}$$

2.3. Оценка экономической эффективности проекта

Разработанная информационная система решает сразу три проблемы существующих в МБУ «Центр организации и контроля пассажироперевозок»:

- Оперативность предоставляемых данных
- Сокращение трудоемкости выполнения работы
- Раннее выявление ошибок

С помощью написанного программного обеспечения сокращается время на выполнения долгой, однотипной и монотонной работы по сбору и структурированию информации, а так же формированию соответствующих отчетов.

Сразу после оформления отчёта, его отправляют в вышестоящие инстанции. Это позволяет решить главный вопрос – вопрос об оперативности решения требуемых задач по улучшению управления пассажирского транспорта.

Кроме того, данная разработка способствует выявлению ошибок ручного ввода данных на ранних этапах работы. Если пользователь введёт неверную информацию, то программа подскажет, что следует исправить.

Количественная оценка экономического эффекта от внедрения данного проекта выходит за рамки представленной работы. Эффект носит в первую очередь общесистемный характер и решает задачи связанные с работой транспортной системы пассажироперевозок.

2.3.1. Оценка научно-технического уровня НИР

Научно-технический уровень характеризует влияние проекта на уровень и динамику обеспечения научно-технического прогресса в данной области. Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности, планируемых и выполняемых НИР, используется метод балльных оценок. Балльная оценка

заключается в том, что каждому фактору по принятой шкале присваивается определенное количество баллов. Обобщенную оценку проводят по сумме баллов по всем показателям. На ее основе делается вывод о целесообразности НИР.

Сущность метода заключается в том, что на основе оценок признаков работы определяется интегральный показатель (индекс) ее научно-технического уровня по формуле:

$$I_{НТУ} = \sum_{i=1}^3 R_i \cdot n_i, \quad (13)$$

где $I_{НТУ}$ – интегральный индекс научно-технического уровня;

R_i – весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта;

n_i – количественная оценка i -го признака научно-технического эффекта, в баллах.

Таблица 9 – Оценки научно-технического уровня НИР

Значимость	Фактор НТУ	Уровень фактора	Выбранный балл	Обоснование выбранного балла
0,4	Уровень новизны	Относительно новая	4	Уменьшение затрачиваемых человеко-часов на выполнение рутинной работы
0,2	Теоретический уровень	Разработка способа	4	Создание новых методов формирования пользовательских интерфейсов
0,4	Возможность реализации	В течение первых лет	10	Возможность реализации программы в течении 1-2 лет

Отсюда интегральный показатель научно-технического уровня для нашего проекта составляет:

$$I_{НТУ} = 0,4*4 + 0,2*4 + 0,4*10 = 1,6 + 0,8 + 4 = 6,4$$

По полученному интегральному показателю данный проект имеет средний уровень научно-технического эффекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы, внесены изменения в работу службы и стационарного клиента, разработано новое мобильное приложение и создана программа синхронизатор. Проведено тестирование, в результате которого исправлены ошибки и замечания, в первую очередь связанных с некорректным вводом данных.

Спроектированное и написанное мобильное приложение, способно выполнять проверки различных типов и высылать их на службу для дальнейшей обработки и формирования отчётов. В модуль создания отчётов стационарного клиента добавлено несколько новых видов. Создана программа синхронизатор, создающая и обновляющая связи в БД системы контроля.

При добавлении новых параметров и связей работа программистов свелась к добавлению и изменению специализированных запросов к центральной БД, прописываемых в синхронизаторе и записывающих результаты этих запросов в БД системы контроля. Тем самым, отпала необходимость постоянных обновлений службы и клиентских приложений. Упростился процесс добавления новых параметров и связей. Вместо изменения программного кода клиентских приложений и службы стало достаточно создания нового типа проверки в модуле администрирования.

CONCLUSION

In this work is changes web-service and station client. Developed a new mobile application and program-synchronizer. Fixed bugs and observations primarily related to incorrect data entry in result of the test

Designed and written by the mobile application, is capable of performing various types of inspection and send them to the service for further processing and generating reports. Created synchronizer program which is create and update link to the database control system. Add new types of reports.

Adding new parameters and links the work of programmers has been reduced to adding and updating custom queries to the central database, when prescribed in the synchronizer and recording the results of these inquiries to the database control system. Thus, there are no need regular update service and client applications. It simplifies the process of adding new parameters and links. Instead of changing the code of client applications and service was enough to create a new type of inspection in the Administration module.

Список публикаций студента

1. Д.В. Цыбин. Распределенная система администрирования данных контроля пассажирского транспорта // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: сборник трудов XI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (23-24 апреля 2014 г.) / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. - С. 60-61.

2. Д.В. Цыбин. Разработка службы системы контроля и стационарного клиента автоматизированной информационной системы контроля работы пассажирского транспорта. // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XI Между- нар. научнопрактич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные ин- формационные технологии». — Томск, 12-14 ноября 2014 г. – Томск: Изд-во ТПУ. – С. 144–145.

3. Цыбин Д. В. Исследование напряженности пассажиропотоков на остановках города Томска на основе анализа данных информационно-транспортной системы / Д. В. Цыбин ; науч. рук. А. С. Фадеев // Технологии Microsoft в теории и практике программирования : сборник трудов XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г.Томск, 25-26 марта 2015 г. — Томск : Изд-во ТПУ, 2015. — [С. 226-228].

4. Цыбин Д. В. Релизация автоматизированной информационной системы контроля работы пассажирского транспорта / Д. В. Цыбин ; науч. рук. А. С. Фадеев // Молодежь и современные информационные технологии : сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 9-13 ноября 2015 г. : в 2 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 2. — [С. 79-80].