

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(НИУ «БелГУ»)

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ИНФОРМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

**РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПОСТРОЕНИЯ
МАРШРУТА ВЫВОЗА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ
В ООО «ЭКОТРАНС»**

Выпускная квалификационная работа
обучающейся по направлению подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика»
очной формы обучения, группы 07001633
Рясновой Веры Андреевны

Научный руководитель
к.т.н., доцент, Путивцева Н.П.
Рецензент
Доцент кафедры информационных
и робототехнических систем
НИУ «БелГУ», к.с.н., доцент,
Игрунова С.В.

БЕЛГОРОД 2018

АННОТАЦИЯ

на выпускную квалификационную работу Ряновой Веры Андреевны
(Фамилия, Имя, Отчество)
на тему: Разработка инструментальных средств построения маршрута вывоза
твердых бытовых отходов в ООО «Экотранс»

Краткое содержание основных разделов выпускной квалификационной работы:

Объект исследования выпускной квалификационной работы является отдел диспетчеризации автотранспорта транспортной компании «Экотранс».

Предмет исследования – процесс вывоза твердых бытовых отходов с территории г. Белгород.

Целью является повышение эффективности процесса вывоза за счет программно-алгоритмической реализации методики формирования маршрута.

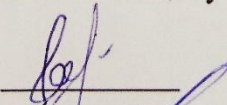
В первом разделе были изучены теоретические основы оптимизации движения транспортных средств, проведен анализ существующий методов и систем управления транспортом, изучена специфика организации транспортной ситуации в городе, а также предложены возможные направления совершенствования систем оптимизации управления транспортом. Произведена постановка задачи исследования.

Во втором разделе проведен анализ деятельности компании при осуществлении транспортировки отходов, оценка факторов, влияющих на процесс транспортировки, существующих маршрутов движения. Произведено моделирование и алгоритмизация процесса формирования маршрута транспорта.

В третьем разделе были разработаны требования к подсистеме, проведена программная реализация предложенной процедуры, разработаны рекомендации по оптимизации работы диспетчеризации, а также проведен расчет экономической эффективности предлагаемого решения.

В заключении приведены основные результаты и выводы работы, доказаны положения, выносимые на защиту.

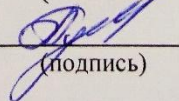
Автор


(подпись)

Рянова Вера Андреевна

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель


(подпись)

Путивцева Наталья Павловна

(фамилия, имя, отчество)

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Теоретические основы оптимизации движения транспортных средств предприятия	7
1.1 Аналитический обзор методов и способов решения задачи оптимизации пути.....	7
1.2 Сравнительный анализ методов формирования маршрутов.....	10
1.3 Сравнительный анализ систем управления транспортом.....	16
1.4 Специфика организации работы транспорта в городе Белгород	20
1.5 Направления совершенствования систем оптимизации управления транспортом.....	25
1.6 Постановка задачи исследования	29
2 Исследование логистического процесса.....	34
2.1 Анализ показателей деятельности компании при осуществлении транспортировки отходов.....	34
2.2 Оценка факторов, влияющих на процесс транспортировки отходов.....	38
2.3 Анализ существующих маршрутов движения.....	42
2.4 Моделирование и алгоритмизация процесса формирования маршрута движения транспорта.....	48
3 Программная реализация процесса составления маршрута и разработка рекомендаций по совершенствованию работы машинного парка предприятия в системе 1С.....	57
3.1 Разработка требований к подсистеме	57
3.2 Программная реализация с контрольным примером	59
3.3 Разработка рекомендаций по оптимизации маршрутов движения машинного парка.....	65
3.4 Расчет экономической эффективности предлагаемого решения.....	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	73
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	76

ВВЕДЕНИЕ

Задача составления маршрута движения транспорта является важной для всех компаний, занимающихся доставками, перевозами, так как кратчайший маршрут экономит не только время, но и затраты, а значит выгоднее экономически. Оптимизация маршрута транспорта сокращает пробега автомобилей и как следствие происходит сбережение двигателя и снижение затрат на амортизацию.

Также оптимизацией маршрутов также занимаются и компании, осуществляющие сбор и транспортировку твердых бытовых отходов (ТБО). При осуществлении вывоза ТБО, себестоимость оказываемых услуг складывается из трех основных факторов: затраты на утилизацию ТБО, фонд оплаты труда и затраты на горюче-смазочные материалы (ГСМ). Поскольку затраты на первые два фактора компания не может сократить, то все внимание уделяется третьему – сокращение расходов на ГСМ. Возможное решение данной задачи заключается в построении кратчайшего маршрута движения транспортного средства, осуществляющего вывоз ТБО, которое подразумевает отсутствие петель, повторяющихся участков и сокращение расходов на ГСМ.

Таким образом, на сегодняшний день существует необходимость разработки методики, позволяющей совершенствовать процесс вывоза ТБО, которая позволит сократить связанные с процессом транспортировки издержки и нагрузку на улично-дорожную сеть [7].

Объект исследования – отдел диспетчеризации автотранспорта транспортной компании «Экотранс».

Предмет исследования – процесс вывоза твердых бытовых отходов с территории г. Белгород.

Целью настоящей ВКР является повышение эффективности процесса вывоза за счет программно-алгоритмической реализации методики формирования маршрута.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- провести анализ предметной области, который включает в себя обоснование проблемы и сущности изучаемого процесса, выявить проблемные места в методах вывоза, проанализировать существующий процесс и построить модели «как есть» и «как будет»;

- изучить теоретические основы оптимизации движения транспортных средств предприятия, обосновать методы и методики исследования, а также выявить направления совершенствования систем оптимизации управления транспортом;

- провести анализ основных показателей деятельности компании, факторов, влияющих на процесс транспортировки, а также проанализировать существующие маршруты;

- спроектировать, программно реализовать и протестировать процедуру составления маршрута, а также разработать рекомендации по совершенствованию работы машинного парка предприятия;

- оценить экономическую эффективность предложенного решения.

Информационной базой данной работы являются исследования отечественных и зарубежных ученых, которые посвящены изучению вопроса оптимизации маршрута в различных областях транспортных перевозок.

Проблеме составления маршрута посвящены работы Моисеевой Н. М., Хортонен А. А. и Сальвина Е. В., Манаева К.И. и Мельникова А.Н. Авторами проанализированы различные аспекты этой проблемы и предложены пути ее решения, такие как разработка полной экономико-математической модели оптимизации процесса вывоза ТБО, либо внедрение программных комплексов ArcView GIS. Проанализированные работы имеют конкретную направленность на область, для которой были проведены исследования и не могут быть применимы для г. Белгорода.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- применение формализованного метода поиска кратчайших путей при составлении маршрута;
- методика учета факторов, не принимающихся в расчет при текущем процессе составления маршрутов.

Практическая значимость проведённого исследования заключается в том, что спроектированный и программно реализованный метод, позволяет формировать маршрут, уменьшающий затраты на обслуживание маршрута вывоза ТБО.

Научные результаты, выводы и рекомендации, изложенные в диссертации, могут быть использованы так же при дальнейших исследованиях в области оптимизации маршрутов.

Положения, выносимые на защиту:

- процедура формирования маршрута движения транспорта, занимающегося вывозом ТБО, в виде кортежей ограничений, которая учитывает особенности транспортной сети города Белгорода;
- метод формирования рационального маршрута на основе генетического алгоритма.

Во введении сформулированы актуальность, цель, задачи работы, были выбраны объект и предмет исследования, обоснованы научная новизна и практическая значимость, а также положения, выносимые на защиту.

В первом разделе был проведен аналитический обзор существующих методов и способов решения поставленной задачи. Сравнительный анализ методов формирования маршрутов и систем управления транспортом, были выявлены особенностями их применения, достоинства и недостатки. Изучена специфика транспортной ситуации в городе, а также предложены возможные направления совершенствования систем оптимизации управления транспортом. Произведена постановка задачи исследования.

Во втором разделе проведен анализ основных показателей деятельности компании, осуществляющей транспортировку отходов, оценка факторов,

влияющих на процесс транспортировки и существующих маршрутов движения. Выполнено моделирование и алгоритмизация процесса формирования маршрута транспорта.

В третьем разделе были разработаны требования к предложенному решению, проведена программная реализация процедуры формирования маршрута транспорта, разработаны рекомендации по оптимизации работы отдела диспетчеризации, а также проведен расчет экономической эффективности предлагаемого решения.

В заключении приведены основные результаты и выводы работы, доказаны положения, выносимые на защиту.

Диссертация состоит из введения, трех разделов, выводов, списка использованных источников (60 наименований). Объем диссертации составляет 83 страницы машинописного текста, включая 38 рисунков, 9 таблиц.

1 Теоретические основы оптимизации движения транспортных средств предприятия

1.1 Аналитический обзор методов и способов решения задачи оптимизации пути

Вывоз и утилизация твердых бытовых отходов – одна из актуальных проблем в России, которая затрагивает многие сферы жизнедеятельности:

- экономическую;
- экологическую;
- жилищно-коммунальную [39].

Развитие городов, жизнедеятельность людей, предприятий, хозяйственных субъектов неизбежно сопровождается накоплением ТБО, организация вывоза которых регламентируется нормативно- правовыми актами федерального и муниципального уровней. Компании, которые осуществляют сбор и вывоз отходов должны соблюдать требования данных нормативно-правовых актов, а также выполнять договоры, заключенные с субъектами хозяйственной деятельности с минимальными трудовыми и материальными затратами [30].

Различные населенные пункты требуют применения различного количества автотранспорта, занимающегося вывозом ТБО, а также различных способов организации маршрутно-логистической схемы сбора и вывоза отходов, обеспечивающих здоровое функционирование населенного пункта.

В настоящее время для оптимизации маршрута сбора и вывоза отходов необходимо использование передовых методов, основанных на достижениях ученых, обобщающих передовой опыт совершенствования транспортных перевозок.

В работах, посвященных исследованию функционирования системы ТБО предлагается комплексный подход, который предполагает изучение характеристик города, для которого проводится исследование.

Например, в работе [31] была рассмотрена открытая социоприродоэкономическая система «Экологический жизненный цикл ТБО», представленная в виде двухуровневой иерархии с одним центральным участником – региональным управляющим звеном.

В работе была разработана экономико-математическая модель оптимизации процесса вывоза ТБО, которая обеспечивает согласование деятельности по вывозу и включает в себя формирование маршрутов движения, выбор подвижного состава, составление графиков, определение правил взаимодействия всех звеньев системы.

В работе разработана методика составления маршрутов с закреплением за определенным автотранспортным средством конкретного пункта сбора ТБО в соответствии с заданием приоритетности. ТБО вывозится из пунктов сбора ежедневно. Каждый автомобиль совершает несколько рейсов. В итоге получается множество маршрутов, охватывающих всю сеть пунктов сбора ТБО.

Целевая функция решения задачи включает в себя такие составляющие как баланс материальных потоков ТБО, общие суммы затрат на продвижения потоков ТБО от пунктов сбора до мобильных перегрузочных станций (МПС), предприятий переработки вторичного сырья и полигонов захоронения, а также полученные в ходе исследования зависимости времени и скорости перемещения мусоровоза от расстояния, зависимость объема ТБО от количества пунктов в маршруте, зависимость времени заполнения контейнеров от их числа в пунктах сбора ТБО, время погрузки одного контейнера.

Проанализировав результаты данной работы, можно сделать вывод что она подразумевает полный пересмотр существующего процесса вывоза ТБО в транспортной компании, что не всегда необходимо, так как у многих компаний уже существует система управления транспортом и переход на абсолютно новую систему для них будет затратным и долгосрочным процессом.

Проблеме оптимизации маршрута автотранспорта, занимающегося вывозом ТБО так же посвящена работа [52], в которой предлагается использование геоинформационной системы ArcView GIS. ГИС способны решать проблемы широкого спектра сфер экономики. Например, определение положения пожарных участков, школ и других объектов; выявление пунктов предоставления некоторого вида услуг в заданном радиусе от предприятия; анализ имеющихся предприятий с целью определения положения конкурирующего объекта и т. д. Это подтверждает, что ГИС имеют широкую область внедрения, определенный опыт использования и дают хороший экономический эффект. В качестве примеров внедрения ГИС авторы приводят зарубежный опыт: противопожарная служба чрезвычайных ситуаций в Западной Австралии, где с помощью этой системы решается задача выбора оптимального местоположения для противопожарной станции, Школьный департамент, администрации города Ньютон, штат Массачусетс, США, система решает задачу оптимизации маршрутов школьных автобусов, так же Департамент вывоза мусора, администрации города Сакраменто, штат Калифорния, США, где с помощью ГИС оптимизируются маршруты автопарка при уборке мусора.

Зарубежный опыт использования данной системы достаточно широк, это обуславливается также и тем, что ArcView GIS является разработкой американской компании ESRI.

Также авторами был проведен анализ российских систем планирования маршрутов и выявлены для каждого программного комплекса свои достоинства, недостатки и особенности применения. В качестве наиболее пригодных для исследуемой области были выявлены следующие: ANTOR LogisticsMaster, ОПТИУМ ГИС, MapXPlus, но данные системы способны решить поставленную задачу только частично, чем объясняется предложение использования ArcView GIS, которая позволит выполнить необходимые функции, оптимизирующие работу эко-компаний.

Решение задачи в работе основывается на линейном геомоделировании с помощью категории транспортных сетей, представляющих собой элементы из классов пространственных объектов. Такие сети состоят из двух базовых элементов: ребер и вершин. Вершины – это контейнерные площадки, т.е. обслуживаемые объекты, а ребра – дороги, улицы и т.д.

Однако, предложенная система имеет высокую стоимость, что является главным недостатком.

Проведенный анализ работ, посвященных проблеме оптимизации маршрута мусоровоза показал, что данный вопрос был проработан многими авторами, но их решение и видение проблемы недостаточно для Белгородской компании «Экотранс», так как предложенные в проанализированных работах решения имеют свои недостатки, такие как направленность на определенную область, либо дороговизна предлагаемого программного комплекса. Так как в компании «Экотранс» существует своя система управления автотранспортом, то необходимо основываясь на ее возможностях проводить исследования и выявлять подходящие методы решения.

1.2 Сравнительный анализ методов формирования маршрутов

Задача оптимизации маршрутов движения транспорта является важной для всех компаний, занимающихся доставками, перевозками, так как оптимально составленный маршрут экономит не только время, но и затраты, а значит выгоднее экономически. Также следствием оптимизации маршрута транспорта является сокращение пробега автомобилей. За счет сбережения двигателя, снижаются затраты на амортизацию, уменьшается количество выбросов в атмосферу вредных веществ, содержащихся в выхлопе. Таким образом, оптимизация маршрутов оказывает положительное влияние не только на

экономическое состояние компании, но улучшает экологическую ситуацию в целом [28].

Также оптимизацией маршрутов занимаются и компании, осуществляющие сбор и транспортировку ТБО. При осуществлении вывоза ТБО, себестоимость оказываемых услуг складывается из трех основных факторов: затраты на утилизацию ТБО, фонд оплаты труда и затраты на ГСМ. Поскольку затраты на первые два фактора компания не может сократить, то все внимание уделяется третьему – сокращение расходов на ГСМ. Возможное решение данной задачи заключается в оптимизации маршрута движения транспортного средства, осуществляющего вывоз ТБО и как следствие сокращение расходов на ГСМ.

С этой целью был проведен обзор методов оптимизации маршрута движения транспортных средств.

Оптимизация маршрутов движения относится к транспортным задачам. В общем виде транспортная задача – это математическая задача линейного программирования специального вида о поиске оптимального распределения однородных объектов с минимизацией затрат на перемещение [40].

На практике оптимизация маршрута сводится к решению задачи коммивояжера, которая заключается в отыскании самого выгодного маршрута, проходящего через указанные пункты по одному разу. На условия задачи накладываются определенные ограничения – критерии выгодности маршрута, например, кратчайший, самый дешевый и др. А также приводятся соответствующие матрицы расстояний, стоимости и т.п.

В данной работе рассматривается задача, в которой стоит цель отыскать самый оптимальный маршрут движения транспорта, проходящего по одному разу через все пункты с последующим возвратом в исходный пункт. Критериями оптимальности в данной постановке задачи являются: минимальный пробег транспортного средства при максимальной загрузке кузова, время, а также места расположения контейнерных площадок.

Существующие методы решения данной задачи можно разделить на методы, дающие точное решение и методы с приближенным решением поставленной задачи (эвристические).

К первой группе можно отнести следующие методы:

- Полный перебор (или метод «грубой силы») — метод решения математических задач, путем перебора всех возможных решений. Относится к классу методов поиска решения исчерпыванием всевозможных вариантов.

- Метод ветвей и границ – общий алгоритмический метод для нахождения оптимальных решений различных задач оптимизации, особенно дискретной и комбинаторной оптимизации. По существу, метод является вариацией полного перебора с отсеком подмножеств допустимых решений, заведомо не содержащих оптимальных решений [27].

Однако точные методы обладают основными недостатками: высокая временная и емкостная сложность, что не позволяет решать задачи с большим количеством пунктов. Временная сложность алгоритма полного перебора (ПП) и метода ветвей и границ (МВиГр) представлены на рисунке 1.2 с логарифмической шкалой [24].

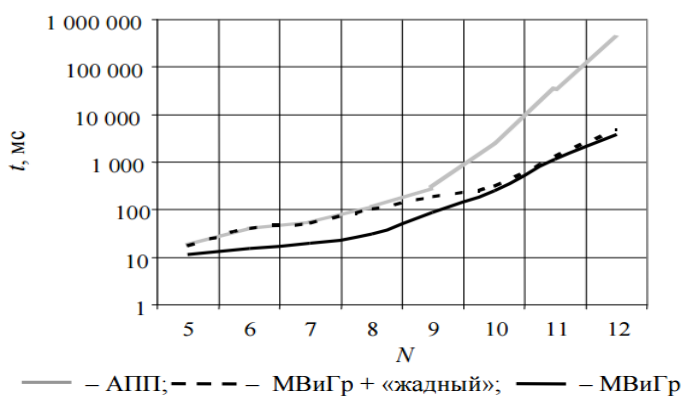


Рисунок 1.2 – Временная сложность точных алгоритмов

Все эффективные (сокращающие полный перебор) методы решения задачи коммивояжера – эвристические. Среди наиболее применяемых выделяют следующие:

– Метод ближайшего соседа — один из простейших эвристических методов решения задачи коммивояжёра. Пункты обхода последовательно включаются в маршрут, таким образом, что каждый очередной включенный пункт должен быть ближайшим к последнему выбранному пункту среди всех остальных, еще не включенных в маршрут.

Алгоритм прост в реализации, быстро выполняется, но, как и другие «жадные» алгоритмы, может выдавать неоптимальные решения.

– Метод генетических алгоритмов — это эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач оптимизации и моделирования путём случайного подбора, комбинирования и вариации искомых параметров с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в природе. Является разновидностью эволюционных вычислений, с помощью которых решаются оптимизационные задачи с использованием методов естественной эволюции, таких как наследование, мутации, отбор и кроссинговер. Отличительной особенностью генетического алгоритма является акцент на использование оператора «скрещивания», который производит операцию рекомбинации решений-кандидатов, роль которой аналогична роли скрещивания в живой природе.

– Алгоритм муравьиной колонии — один из эффективных полиномиальных алгоритмов для нахождения приближённых решений задачи коммивояжёра, а также решения аналогичных задач поиска маршрутов на графах. Суть подхода заключается в анализе и использовании модели поведения муравьёв, ищущих пути от колонии к источнику питания и представляет собой метаэвристическую оптимизацию.

Для тестирования были взяты точные алгоритмы – метод ветвей и границ (МВГ) и метод ближайшего соседа (МБС) – и приближенные алгоритмы – генетический алгоритм (ГА) и алгоритм муравьиной колонии (АМК). Метод полного перебора не был взят в силу его ограниченности по соотношению количество городов – время поиска решения.

Для первого эксперимента были взяты наборы данных, которые содержат известный и единственный кратчайший путь (рисунок 1.3). Все алгоритмы нашли верное решение. Генетический алгоритм и алгоритм колонии муравьев заметно уступают по времени поиска решения методу ветвей и границ. Результативность метода ближайшего соседа и метода ветвей и границ можно объяснить наличием единственного кратчайшего маршрута.

Количество вершин (пунктов)	Алгоритмы							
	Колонии муравьев (АКМ)		Генетический (ГА)		Жадный (МБС)		Ветвей и границ (МВГ)	
	Времы, мс	Решение	Времы, мс	Решение	Времы, мс	Решение	Времы, мс	Решение
10	1	+	0	+	0	+	0	+
20	10	+	2	+	0	+	1	+
30	33	+	4	+	0	+	1	+
40	80	+	7	+	0	+	2	+
50	166	+	12	+	1	+	4	+
60	289	+	21	+	1	+	7	+
70	467	+	31	+	1	+	10	+
80	734	+	45	+	1	+	14	+
90	1063	+	64	+	2	+	19	+
100	1489	+	85	+	3	+	26	+

Обозначения: "+" - решение найдено, "-" - решение не найдено

Рисунок 1.3 – Результаты тестирования алгоритмов на исходных данных, содержащих известный и единственный кратчайший путь

Для второго эксперимента были взяты наборы данных со 100%-ным заполнением матрицы смежности. На рисунке 1.4 представлены результаты экспериментов, в столбце «Решение» приведена длина (в условных единицах) найденного оптимального маршрута. Видно, что на произвольных исходных данных приближенные методы справляются с задачами большей размерности лучше, чем МВГ. АКМ дает более точные решения, но уступает по времени ГА. На задачах большой размерности АКМ уступал по точности ГА, что можно объяснить нерелевантной «настройкой» параметров первого из алгоритмов, а также увеличением числа муравьев в колонии.

На основании проведенных тестов можно сделать вывод, что ГА показал высокие по точности результаты, а АКМ дает результаты немного хуже, но также близкие к оптимальным. Поэтому для реализации решения был выбран генетический алгоритм.

Количество вершин (пунктов)	Алгоритмы							
	Колонии муравьев (АКМ)		Генетический (ГА)		Жадный (МБС)		Ветвей и границ (МВГ)	
	Времы, мс	Решение	Времы, мс	Решение	Времы, мс	Решение	Времы, мс	Решение
10	2	49	0	49	0	76	0	49
20	17	659	1	672	0	694	7	659
30	71	382	4	406	0	435	124	375
40	338	845	8	851	0	910	5881	845
50	1023	5153	14	5147	0	5210	17855	5061
60	2478	6532	21	6488	1	6543	557798	6488
70	796	213	32	210	1	298	3383361	207
80	1020	240	46	240	2	364	1957457810	226
90	3199	312	69	300	2	482	-	-
100	5182	877	85	841	2	1368	-	-

Обозначения: "+" - решение найдено, "-" - решение не найдено

Рисунок 1.4 – Результаты тестирования алгоритмов на произвольных наборах исходных данных

На основании проведенных тестов можно сделать вывод, что ГА показал высокие по точности результаты, а АКМ дает результаты немного хуже, но также близкие к оптимальным. Поэтому для реализации решения был выбран генетический алгоритм.

Все описанные методы решают задачу оптимизации маршрута, с той лишь разницей что в большинстве методов учитываются только критерии длины маршрута и его стоимости. Но учитывая специфику конкретной задачи – вывоз ТБО, нам необходимо учитывать также ряд дополнительных критериев, таких как вид и возможность загрузки транспортного средства, расположение имеющихся контейнерных площадок, график.

1.3 Сравнительный анализ систем управления транспортом

Все компании, которые занимаются перевозками или доставками чего-либо используют в своей работе системы управления транспортом.

Системы управления транспортировкой (TMS - Transport Management System) развивались от частичных решений до полного управления процессами транспортировки, объединяющей различные приложения автоматизации задач управления транспортировкой в единую информационную систему. Внедрение TMS ориентировано на повышения адаптивности и производительности процессов транспортировки, сокращение затрат и повышения уровня сервиса в цепи поставок [26].

Рассмотрим некоторые распространенные системы управления транспортом.

ОПТИМУМ ГИС (Географическая Информационная Система) – решение для планирования и создания маршрутов выездного персонала и анализа результатов их деятельности на основе технологий GPS.

Система состоит из нескольких модулей, предназначенных для автоматизации транспортной логистики (планирования маршрутов доставки грузов), спутникового GPS/ГЛОНАСС мониторинга транспорта, формирования маршрутов и GPS/ГЛОНАСС мониторинга выездного персонала, любых мобильных сотрудников.

Основные функции системы: распределение загрузки транспорта, построение оптимальных маршрутов, формирование отпускной документации, учет полного цикла перемещения товара, контроль нахождения транспортного средства.

Система позволяет формировать различного рода отчетности по полученным данным: расход ГСМ, себестоимость доставки/перемещения, количество выполненных заявок в день, прочее.

Таким образом, система ОПТИМУМ ГИС позволяет оптимизировать логистические процессы, снизив расходы транспортного отдела, а также увеличив оперативность выполнения задач.

TMS-система «AXELOT: TMS Управление транспортом и перевозками» предназначена для комплексной автоматизации процессов управления транспортом и перевозками грузов. Программный продукт может использоваться как в компаниях, выполняющих перевозки для собственных нужд, так и в транспортных предприятиях, оказывающих услуги по перевозке грузов.

TMS-система «AXELOT: TMS Управление транспортом и перевозками» состоит из ряда функциональных модулей, таких как «Управление автотранспортом», «Управление перевозками», «Спутниковый мониторинг» и «Android-клиент для водителей».

Касательно темы работы, нас интересует модуль «Управление перевозками». Данный модуль предназначен для автоматизации операций планирования перевозки, формирования рейсов доставки, а также контроля их исполнения. Планирование рейсов в программе может выполняться в автоматическом, полуавтоматическом и ручном режимах. Для отображения точек на карте и для автоматического планирования требуется подключение к картографическому сервису.

Планирование рейсов выполняется в три шага:

1) Геокодирование адресов – это привязка адреса к конкретной точке на карте. Это необходимо для отображения точки на карте и автоматического планирования рейсов.

2) Выбор транспортных средств или типов транспортных средств, которые будут участвовать в планировании

3) Формирование рейсов – после автоматического планирования логист может проверить правильность решения задачи маршрутизации и перераспределить задания между рейсами в случае необходимости. Также

можно проверить и изменить последовательность заданий внутри рейса с учетом, например, временных окон или других особенностей перевозки.

1С:Управление автотранспортом 8 – программа для автоматизации деятельности автотранспортных организаций или транспортных подразделений прочих организаций. 1С Управление автотранспортом – это конфигурация для комплексной автоматизации бизнес-процессов, позволяет вести разносторонний управленческий и оперативный учет.

Программ 1С:Управление автотранспортом состоит из нескольких взаимосвязанных модулей (подсистем):

- учет ГСМ;
- учет ремонтов;
- тех. обслуживания и его планирование;
- диспетчерская;
- взаиморасчеты;
- учет работы водителей;
- учет затрат.

Рассмотрим подробнее подсистему диспетчеризации. Как видно из самого названия подсистема предназначена для использования диспетчерами, т.е. сотрудниками, занимающимися принятием заказов на транспорт, планированием потребности в нем, выписки и обработки путевых и маршрутных листов.

Формирование суточной разрядки на выпуск транспортных средств формируется в 1С:Управлении автотранспортом с учетом графиков работы водителей и возможности транспортного средства совершить рейс. В программе существуют отчеты, позволяющие контролировать выработку, пробег, простои ТС и водителей.

В таблице 1.1 приведены основные характеристика программных продуктов.

Таблица 1.1 – Сравнение программных продуктов

Название программы	ОПТИМУМ ГИС	TMS-система «AXELOT: TMS Управление транспортом и перевозками»	1С:Управление автотранспортом 8
Возможность формирования маршрута	да	да	да
Возможность оптимизации маршрута	да	да	нет
Возможность интеграции	нет	WMS, ERP, поддержка «Axelot: ESB »	С типовыми конфигурациями «1С» может выполняться посредством выгрузки данных в: 1С:БП ред.2.0 и ред.3.0; «1С:ЗУП ред. 2.5»; «1С:УПП 8»; «1С:Комплексная автоматизация 8»
Системы отслеживания	ЯндексКарты, GoogleMaps.	AxelotMaps, СитиГИД, ЯндексКарты, GoogleMaps. OpenStreetMap	Встроенная система "1С:Центр спутникового мониторинга", Загрузкой данных из систем спутникового мониторинга Omnicomm и Dynaflet
Требуемая платформа	нет	1С.Предприятие 8.3 (8.3.7 и выше)	1С.Предприятие 8.3
Особенности функционала	Есть Android-клиент для водителей	Есть Android-клиент для водителей	нет
Стоимость	От 164000руб	150000руб. + стоимость картографического сервиса (от 90000руб.)	60000 руб. + лицензия на 50рабочих мест (от 200000)

Проведенный анализ показал, что существуют системы обширнее по функционалу, чем используемая компанией «Экотранс» система 1С:Управление автотранспортом. Но следует отметить, что покупка, внедрение новой системы, перенос данных из рабочей базы обойдется компании дороже,

чем доработка имеющегося функционала. Также не рациональность внедрения новой системы можно обосновать тем, что существующая система уже имеет большое количество доработок, под нужды именно «Экотранса» и их перенос в новую будет стоить дополнительных вложений.

1.4 Специфика организации работы транспорта в городе Белгород

Важную роль в обеспечении устойчивого экономического и социального развития области играет транспорт, он обеспечивает потребности экономики и населения в транспортных услугах. Транспортная система города характеризуется объемами выполненной транспортной работы, а также качеством оказания транспортных услуг.

Транспортный комплекс включает в себя внутригородской пассажирский транспорт (автобус, троллейбус), междугородный и пригородный пассажирский транспорт, грузовой транспорт, специализированный транспорт (перевозка хлеба, молока, бензина, вывоз бытовых отходов, медицинский транспорт и др.), транспортные парки или депо, гаражи, службы по содержанию контактной сети электротранспорта, вокзалы, автостоянки, заправочные станции, ремонтные и другие сервисные службы [51].

Для разработки маршрутов движения мусоровозов необходимы следующие исходные данные:

- состояние дорог;
- режим работы транспорта;
- наличие светофоров;
- ситуация с пробками;
- подробная характеристика подлежащих обслуживанию объектов (накопление ТБО по каждому объекту, число и вместимость установленных мусоросборников, места их расстановки);

- подробная характеристика района обслуживания;

К характеристикам района обслуживания можно отнести:

- правила и интенсивность движения по отдельным улицам и внутриквартальным проездам;

- планировка кварталов и дворовых территорий [23].

В сети автомобильных дорог более благоустроенными являются федеральные дороги, так как они имеют усовершенствованное покрытие. По данным за 2016 год по Белгородской области протяженность федеральных дорог составляет 113 километров или 1,3% общей протяженности дорог. Протяженность автомобильных дорог общего пользования составляет 22515 километров, что в процентном соотношении равно 83% в общей протяженности автомобильных дорог Белгородской области. Доля автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием равна 92,6% от общей протяженности автодорог общего пользования, что выше среднероссийского уровня (80,6%).

По доле дорог с твердым покрытием Белгородская область на занимает пятое место среди субъектов ЦФО (Центральный федеральный округ) [6].

В Белгородской области Общероссийским народным фронтом был реализован проект «Дорожная инспекция ОНФ/Карта убитых дорог» за 2017 год. За этот год жители Белгородской области направили на интерактивную карту 290 сообщений о нарушениях дорожного покрытия. Отмечается, что из 105 участков, которые были приведены в порядок, 26 отремонтированы капитально, 79 – ямочным способом, еще 60 участков внесены в планы ремонта 2018 года. [8]

Можно сделать вывод, что состояние дорог в Белгороде находится на достаточно хорошем уровне и поддерживается властями города. Но состояние дорожного покрытия не является единственной причиной влияющей на качество работы транспорта в городе. Не менее важной проблемой являются пробки.

На сегодняшний день, чтобы уменьшить пробки в Белгород необходимо не только качественное покрытие улиц, но и их расширение. Но учитывая, что застройка центральной части города проходила в 50–60-х годах, когда специалисты не предполагали такое количество транспорта в городе, улицы получились слишком узкими для нынешнего потока транспорта и возможности их расширения, к сожалению, нет.

Так же причиной пробок является ландшафт. Город расположен на двух холмах. На востоке северного холма — овраг, на западе — промзона. Основные жилые кварталы находятся на южном холме — Харьковской горе, куда основной транспорт с центра едет по линии Хмельницкого-Щорса.

В утренние часы, чтобы добраться до центральных улиц города с любых окраин, водителям приходится тратить не меньше часа времени. Наихудшая ситуация на дорогах складывается в часы пик – с 7 до 9 часов утром и с 17 до 19 вечером, когда жители города пытаются поскорее добраться домой или на работу (рисунок 7, 8).

17.3. ПРОТЯЖЕННОСТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
(на конец года; километров)

	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016
Автомобильные дороги - всего	9723	9095	8728	18790 ¹⁾	20135	21603	22272	22515
в том числе:								
общего пользования	7248	7163	7241	17472 ¹⁾	18877	20376	21119	21775
необщего пользования	2475	1932	1487	1317	1258	1227	1153	740
Из общей протяженности автомобильных дорог - дороги с твердым покрытием - всего	8568	8325	8056	17429 ¹⁾	18475	19442	20142	20473
в том числе:								
общего пользования	6410	6579	6706	16263 ¹⁾	17305	18296	19070	19760
в том числе:								
федерального значения	112	116	114	113	114	114	113	113
регионального или межмуниципального значения	6298	6463	2236	6692 ²⁾	6600	6583	6603	6599
местного значения	4356	9458 ¹⁾	10591	11600	12355	13048
необщего пользования	2158	1746	1349	1166	1170	1146	1072	713

¹⁾ С 2012 г. в протяженность автомобильных дорог общего пользования включены улицы.

²⁾ С 2012 г. часть автомобильных дорог местного значения отнесена к дорогам регионального значения.

Рисунок 1.6 – Протяженность автомобильных дорог по Белгородской области

В часы пик самые сложные дорожные заторы по данным сервиса «Яндекс пробки» в Белгороде возникают на таких участках как пр. Б.Хмельницкого, ул. Щорса, пр. Ватутина, Михайловское шоссе, выезды из города.

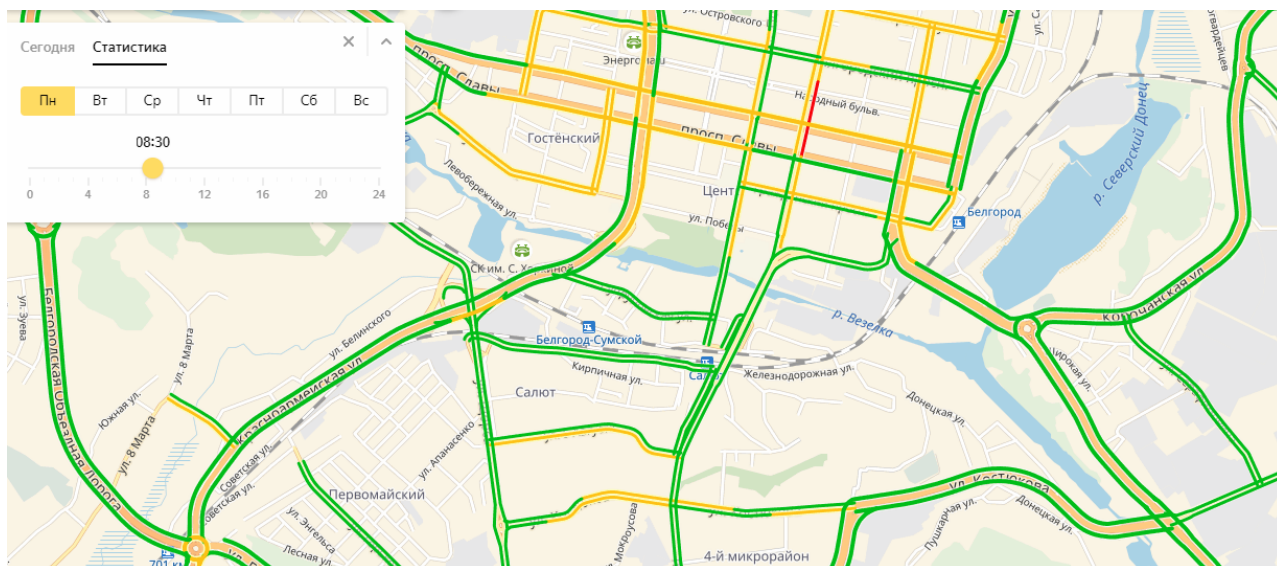


Рисунок 1.7 – Карта пробок в г. Белгород (8:30)

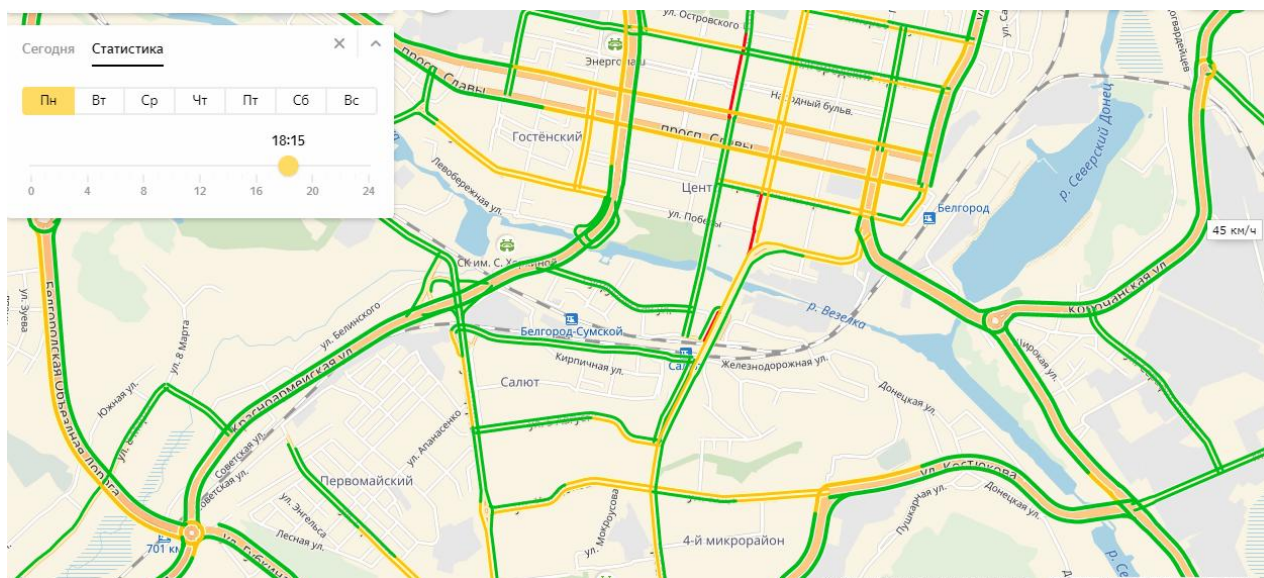


Рисунок 1.8 – Карта пробок в г. Белгород (18:15)

На сегодняшний день проблема пробок в городе стоит очень остро, поэтому в администрации города создается проект развития транспортной сети Белгорода. Большую часть улиц расширить не представляется возможным,

поэтому мэрия запланировала строительство нескольких новых развязок, но в связи с дороговизной такой меры ожидать скорейшего ее исполнения не приходится. Пока же в городе изменили организацию работы сразу у 60 светофоров – зеленый теперь горит почти в 2 раза дольше в час пик и на несколько секунд дольше в остальное время. Такой способ позволил увеличить пропускную способность многих участков дорог. Но полностью решить проблему пробок это не помогло.

При планировании маршрута движения мусоровоза также важно учитывать дворовые территории, так как контейнерные площадки, расположенные там вывозятся каждый день и имеют существенное влияние на маршрут.

В городе расположены 1539 многоквартирных домов, из которых дворовые территории имеют 1073 дома [35]. Согласно постановлению «О правилах землепользования и застройки в городе Белгороде» [34] все дворовые территории города имеют сквозной проезд, либо место для разворота, для удобства обслуживания территории специальной техникой.

В Белгороде установлено большое количество светофоров, практически на каждом перекрестке, а также пешеходные светофоры и светофоры для выезда из дворовых территорий.

Что касается ситуации со светофорами, то в Белгороде можно выделить следующие особенности регулирования перекрестков светофорами.

По мимо того, что в час пик зеленый сигнал светофора горит почти в 2 раза дольше и на несколько секунд дольше в остальное время, в городе проходит эксперимент со светофорами.

На сегодняшний день в городе существуют перекрестки, где можно уступив всем дорогу повернуть направо на красный сигнал светофора. Повернуть можно с проспекта Богдана Хмельницкого на проспект Белгородский, с улицы 5 Августа на проспект Ватутина, с улицы Щорса на бульвар Юности, с проспекта Богдана Хмельницкого на улицу Мичурина и с Буденного на Губкина.

1.5 Направления совершенствования систем оптимизации управления транспортом

Основным направлением совершенствования системы управления транспортом является сокращение длины маршрута, которое можно достичь правильной расстановкой пунктов сбора ТБО в маршрутном листе.

Учитывая, что пункты сбора ТБО обслуживаются автомобильным транспортом (мусоровозом), важно иметь представление о характеристиках, связанных с расстояниями и временами (движения и погрузки/разгрузки). Очевидно, что заранее невозможно предсказать точное время перемещения между пунктами сети и время погрузки/разгрузки. Возможны также случаи, когда может меняться и расстояние передвижения. Например, из-за невозможности проехать к пункту сбора ТБО в настоящее время приходится двигаться в объезд или приезжать еще раз. Поэтому еще одно из направлений совершенствования — это учет непредвиденных ситуаций, чтобы при возникновении таковых можно было оперативно перестроить маршрут.

Для формирования маршрута и включения в него определенного количества пунктов, так же необходимо учитывать фактический объем ТБО в пункте сбора. Сейчас маршрут формируется только из расчета количества контейнеров, указанных в договоре. Однако бывают ситуации, когда контейнера не заполнены полностью, либо переполнены. Во втором случае могут возникнуть проблемы с погрузкой ТБО.

Для возможного решения вопроса, было проведен анализ степени загруженности контейнеров, в зависимости от дней недели. Данные анализа представлены на диаграмме (рисунок 1.9).

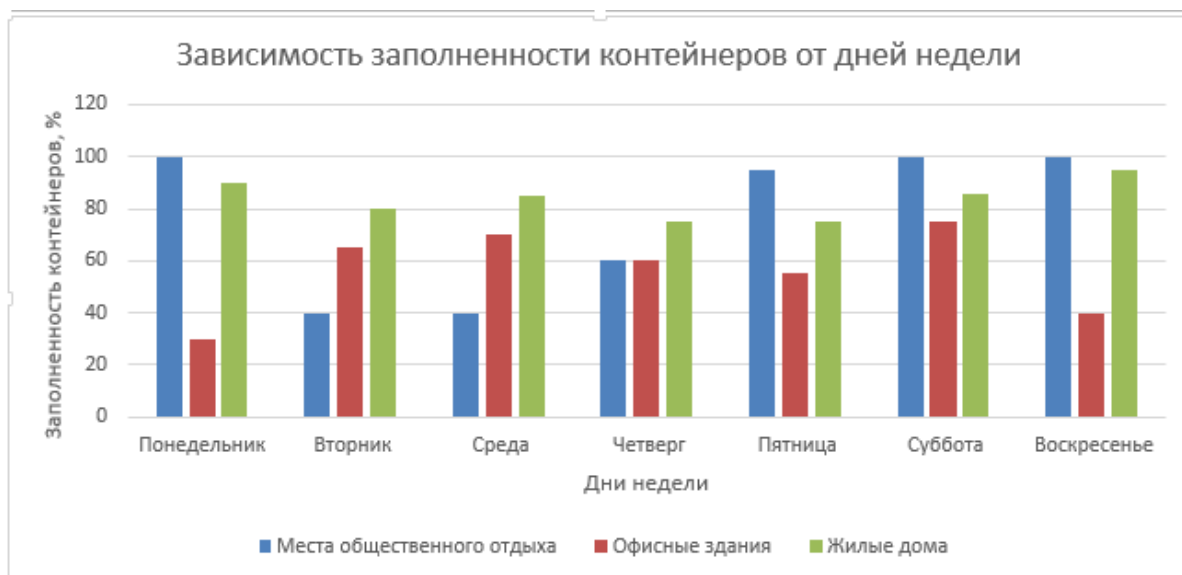


Рисунок 1.9 – Диаграмма зависимости загруженности контейнеров по дням недели

Как видно из диаграммы, контейнеры в пунктах сбора ТБО, связанных с местами общественного отдыха (рестораны, кафе, ночные клубы) имеют большую загруженность с пятницы по понедельник, а в остальные дни контейнеры могут быть заполнены частично. Противоположная ситуация обстоит с пунктами ТБО крупных бизнес-центров, офисов, там в выходные дни контейнера пустуют. В жилых же домах наполненность контейнеров меняется незначительно, по воскресеньям и понедельникам могут быть иногда переполнены контейнера. Поэтому в дни повышенной загруженности контейнеров и при наличии объектов разных классов необходимо планировать объем мусоровоза, обслуживающего данные пункты. Это можно выделить в одно из возможных направлений совершенствования процесса составления маршрута.

При формировании маршрута, компании стремятся к сокращению затрат на обслуживание этого маршрута и помимо сокращения длины маршрута, также можно учитывать вид топлива, на котором работает мусоровоз. В компании «Экотранс» мусоровозы могут работать на двух видах топлива – газ сжиженный и бензин.

По данным статистики, машины, работающие от газовых систем, ломаются намного реже, чем те, которые используют бензин. Доказано также, что на 15% снижается общий износ механизмов и практически полностью исключается их коррозия.

Достоинства альтернативного топлива заметны в летнее время, когда бензин под воздействием высокой температуры способен разогреваться, причиняя большие проблемы всему автомобилю. Газ же стабильно придерживает свои показатели температуры.

Так же можно отметить значительную разницу в цене на эти два топлива – газ стоит почти в два раза дешевле.

Однако, существуют ситуации, когда выгоднее использовать бензин. Например, в зимнее время у машины на газе могут возникнуть трудности с пуском двигателя. Также если сравнивать по тяге, то на газе она снижается.

Если сравнивать эффективность использования того или иного вида топлива, то применение каждого из них зависит от времени года, а также от загруженности машины.

Как вариант, компании можно предложить разграничить использование газа и бензина по временам года, а также при пустом прогоне машины использовать газ.

Еще одним направлением совершенствования можно выделить возможность пересмотра договоров, с целью рекомендаций по графикам вывоза. Проанализировав маршрутные листы, было выявлено, что некоторые графики содержат площадки, сильно удаленные от основного места скопления остальных, что значительно увеличивает пробег автомобиля и расходы. Так в маршрутном листе, представленном на рисунке 1.10 можно увидеть, что две контейнерные площадки явно находятся далеко от остальных, что приводит к увеличению пробега транспорта.

← → ☆ ЛистЭКО5: Маршрутный лист (МПК)

Провести и закрыть Записать Провести **ДТ** **КТ** Создать на основании Группа печать Режим ввода

> Шапка

Маршрутные задания Выполнение задания Выработка Подбор из МП Дополнительно

Добавить ↑ ↓ Подбор Заполнить Выполнено Я↓ Я↑

N	Контрагент	Договор	Контейнерная площадка	Улица	Дом
1	Азбука здоровья		Азбука здоровье	Щорса	37А
2	Артро-Клиника		Артро-клиника	Щорса	45К
3	Городская больница №2		Городская больница №2	Губкина	46
4	Дента-Ника		Дента-Ника	Лунная	9
5	ДМК		ДМК	Архиерейская	5
6	ДОЛГОЛЕТИЕ		Долголетие	Костюкова	55
7	Жемчуг Вайт		Жемчуг Вайт	Щорса	45К
8	Клиника амбулаторной хирургии плюс		Клиника амбулаторной ...	Щорса	8Б
9	ЛЮКС-Дент		Люкс-Дент	Центральная	1А
10	МДТ Фирма		МДТ	Архиерейская	5
11	ОрелДент		ОрелДент	Щорса2	49
12	Прана		Прана	Спортивная	1
13	Смайл Плюс		Смайл Плюс	Губкина	38Б
14	Стоматологическая поликлиника №2		Стоматологическая пол...	Щорса	46
15	Стоматологический центр №1		Стоматологический Цен...	Архиерейская	5
16	ТриоВиталь Дентал		ТриоВитальДентал	Славянская	7Б
17	Хомченко Лариса Михайловна ИП		Хомченко Л.М	Губкина	14В
18	Хомченко Лариса Михайловна ИП		Хомченко Л.М.	Буденного	17Г

Рисунок 1.10 – Маршрутный лист

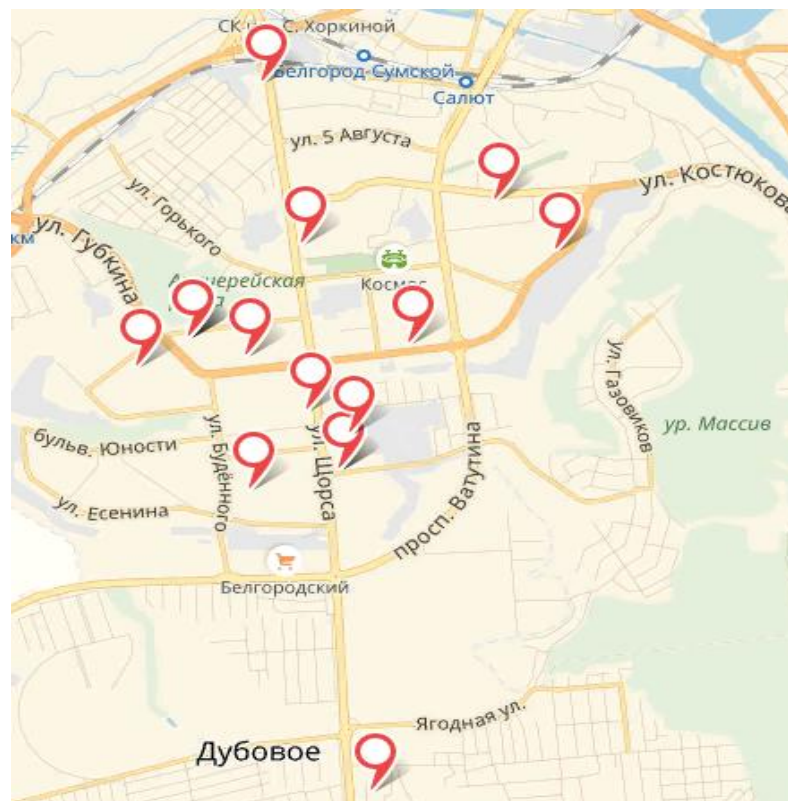


Рисунок 1.11 – Расположение контейнерных площадок маршрутного листа на карте

Сеть контейнерных площадок, которая сложилась в г. Белгороде, имеет сложную структуру. Она характеризуется: большой размерностью (компания обслуживает около 15 тыс. контейнерных площадок); разным количеством контейнеров на площадках; наличием контейнеров различных емкостей (от 0,11м³ до 8м³); объемами накопления ТБО, который не учитывается, так как зависит от множества причин; различными графиками вывоза ТБО (большая часть пунктов обслуживаются ежедневно, но имеются также пункты с обслуживанием один раз в два дня, один раз в неделю, один раз в месяц); а также временем вывоза, которое может прописываться в заключаемом с компанией договоре. Поэтому при планировании маршрута движения необходимо учитывать много возможных условий.

1.6 Постановка задачи исследования

При проведении анализа процесса формирования маршрута были выявлены недостатки в организации работы диспетчерского отдела при формировании маршрутного листа.

Маршрутный лист имеет важное значение не только с точки зрения памятки по схеме движения в ту или иную точку. Этот документ выполняет несколько функций:

- описание маршрута – инструкция движения для водителя, выполняющего служебное поручение;
- подтверждение фактически понесенных транспортных расходов водителя;
- на основании выполненного задания работнику производится соответствующая компенсация, а сам документ заносится в деловые бумаги фирмы и регистрируется секретарем;

- маршрутный лист – это документ, по которому производится бухгалтерский учет и начисляются соответствующие налоги.

Из всех функция нас интересует именно описание маршрута. На рисунке 1.12 представлена форма заполнения маршрутного листа.

Лист ЭКОБ: Маршрутный лист (МПК) 00БГ-008119 от 01.04.2017 17:59:31

Провести и закрыть | Записать | Провести | **Лист** | Создать на основании | Группа печати | Режим ввода

Шапка

Номер: 00БГ-008119 | Дата: 01.04.2017 17:59:31 | Режим: СПоющей

График: 8 кубовые елк. | Мастер: Жданова Дина Юрьевна

Автомобиль: 0212ЕМ | Грузчик 1: Карнаух Валерий Викторович

Водитель: | Грузчик 2:

Маршрутные задания | Выполнение задания | Выработка | Подбор из МП | Дополнительно

Добавить | Подбор | Заполнить | Выполнено

N	Контрагент	Договор	Контейнерная площадка	Улица	Дом	Вид...	Кол. конт.	Вид отходов	Объем отходов	Ед. изм.
1	Белгранкорн...	632191-4...	Белгранкорн 2	Сатяково	*	8 м3	1	ТБО	8,00	м3
2	Белый Край 3...	512441-0...	Белый Край	Николая Ч...	124	8 м3	1	ТБО	8,00	м3
3	Больница №1	769371-0...	Городская больница №1	Белгородс...	99	8 м3	1	ТБО	8,00	м3
4	Извол агро...	489301-0...	Извол Агро	<>	*	8 м3	1	ТБО	8,00	м3
5	Больница Обл...	Контрак...	Обл. б-ца (ОКБ) 5	Некрасова	9/15	8 м3	1	ТБО	8,00	м3
6	Больница Обл...	Контрак...	Обл. б-ца (перинатальн...	Некрасова	9/15	8 м3	1	ТБО	8,00	м3
7	Пронресурс ГК	368531-0...	Пронресурс 3	Пугачева	5	8 м3	1	ТБО	8,00	м3
8	Пронресурс ГК	509203-0...	Пронресурс ГК	Белгородс...	48а	8 м3	1	ТБО	8,00	м3
9	ПЭК	489202-0...	ПЭК 2	Кирпичный	2а	8 м3	1	Строительн...	8,00	м3
10	СТК-Сервис	361251-0...	Региональная дирекцн...	Вокзальная	1	8 м3	1	ТБО	8,00	м3

Рисунок 1.12 – Форма заполнения маршрутного листа

Для формирования маршрутного листа сотруднику необходимо сначала заполнить все необходимые данные в справочниках, это справочники: водители, транспортные средства, контейнерный площадки, графики площадок (последние два пункта используются в договорах, заключаемых с контрагентами), а также адреса расположения контейнерных площадок. На основании этих данных происходит формирование маршрутного листа.

На данный момент компания «Экотранс» при составлении маршрутных листов, не учитывает возможность оптимизации пути, как способ сокращения транспортных и временных издержек. Маршрутные листы содержат набор адресов контейнерных площадок, которые водитель должен объехать в течение одного дня. На рисунке 1.13 показана диаграмма «как есть».



Рисунок 1.13 – Диаграмма «как есть»

Как видно из рисунка сначала в диспетчерскую поступает заявка на обслуживание, диспетчер обсуждает ее с контрагентом и потом передает данные в отдел договоров, где составляется договор с контрагентом. После подписания договора данные о контейнерной площадке сотрудник договорного отдела заносит в базу. О появлении новой контейнерной площадки приходит извещение диспетчеру, и он вносит ее адрес в маршрутный лист водителю по графику согласно договору.

На рисунке 1.14 представлена диаграмма «как будет», на которой процесс составления маршрута будет оптимизирован из расчета сокращения затрат на обслуживание маршрута. В общем процессе заменен блок ручного составления маршрутного листа. Теперь при добавлении нового адреса контейнерной площадки программа формирует маршрутные листы с оптимальным порядком объезда контейнерных площадок.

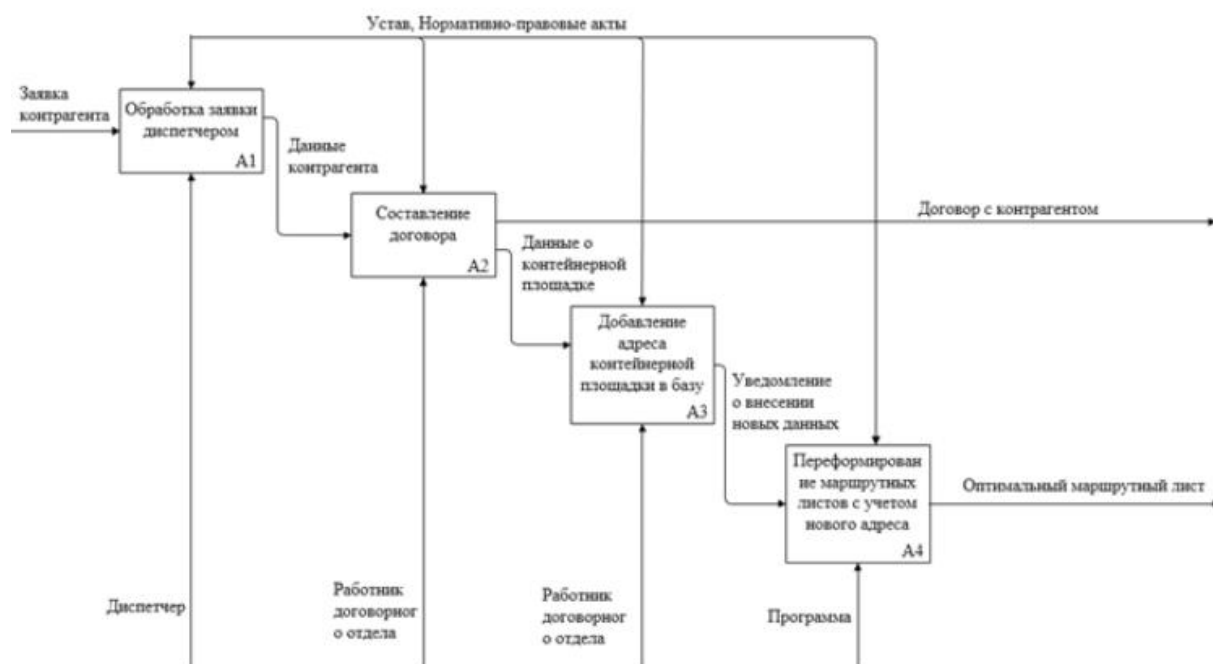


Рисунок 1.14 – Диаграмма «как будет»

На сегодняшний день маршрут, который выводится в листе, формируется простым подбором, т.е. не проходит расчёт оптимального маршрута, и водитель объезжает все точки полагаясь на свое интуитивное представление о коротком маршруте, что не всегда действительно так.

Таким образом постановка задачи диссертации звучит так: необходимо на основе выбранного в процессе анализа метода генетического алгоритма разработать методику формирования маршрута, которая будет учитывать ограничения и условия выявленные при анализе направлений совершенствования системы управления транспортом.

Подведем итоги первого раздела. Раздел посвящен анализу текущей ситуации проблемы составления маршрута. Результатами первого раздела являются следующие положения:

1) Существующие способы решения проблемы планирования маршрута имеют ряд недостатков, которые ограничивают возможность их применения на территории города Белгород;

2) После проведения сравнительного анализа методов составления маршрута были выявлены их достоинства и недостатки, а также проведены

тесты, показывающие скорость работы каждого из методов. На основе анализа был выбран метод генетических алгоритмов как основа для решения задачи;

3) Был проведен обзор существующих систем управления транспортом, который показал, что есть системы, которые могут решить проблему формирования оптимального маршрута, но покупка, внедрение и перенос данных для таких систем обойдется дороже, чем доработка уже имеющегося функционала;

4) Была изучена специфика организации работы транспорта в городе Белгород. Выявлены основные особенности, такие как часы пик, светофоры, дорожное покрытие, которые могут влиять на движение мусоровоза при осуществлении им вывоза ТБО;

5) Предложены основные направления совершенствования процесса вывоза, такие как учет вида топлива относительно времени года и погоды, учет размеров мусора, зависимости уровня наполненности контейнеров от дня недели, так как учет этих особенностей может повысить экономичность вывоза и сокращение пустых пробегов транспорта.

6) Также была поставлена задача исследования, которая предполагает разработку методики, позволяющей сократить расходы компании на вывоз ТБО, путем учета выявленных при анализе особенностей.

2 Исследование логистического процесса

2.1 Анализ показателей деятельности компании при осуществлении транспортировки отходов

ООО «ТК «Экотранс» зарегистрировано в 2002 году и является специализированным предприятием, оказывающем полный спектр услуг в сфере обращения с отходами, начиная от сбора, погрузки, вывоза и заканчивая их переработкой, утилизацией или захоронением.

На сегодняшний день компания обслуживает такие города как Белгород, Строитель, а также еще 37 населенных пунктов Белгородской области, 446 бюджетных организаций и более 4,5 тысяч хозяйствующих субъекта. В собственности компании имеются полигоны по захоронению ТБО в Белгороде и Строителе, а также сортировочный комплекс [59].

За время функционирования компании «Эконтранс» ее парк автотранспорта увеличился с 21 единицы до 350 единиц транспортных средств, а средняя численность сотрудников на сегодняшний день составляет около 1000 человек. Автотранспорт компании обновляется регулярно и средний возраст автомобилей не превышает 3-х лет.

Таблица 2.1 – Количество автомобилей

Год	Количество единиц автопарка
2002	21
2005	107
2008	194
2011	238
2014	297
2017	354

Компания применяет новую технику и внедряет современные технологии с учетом накопленного опыта, для улучшения качества предоставляемых услуг.

С 2005 года применяется мусоросортировочный комплекс и полигон ТБО, в 2009 году было введено в эксплуатацию оборудование по переработке и стерилизации медицинских отходов, с 2009 года внедряются системы совершенствования мест сбора отходов, путем замены стандартных контейнеров на пластиковые или контейнеры для подземного сбора отходов, с 2011 года используется оборудование по переработке ТБО методом высокотемпературной газификаций с получением электроэнергии и попутного тепла.

Осуществление основных процессов сбора и транспортировки отходов – основная задача транспортной компании «Экотранс». Условием положительной оценки деятельности транспортной компании является оптимальное финансовое положение компании, которое определяется такими экономическими показателями как прибыль, расходы предприятия, в группе расходов можно выделить именно расходы на топливо, а также проанализировать его объем.

Рассмотрим экономические показатели деятельности компании за последние пять лет, которые представлены в таблице 2.2 и на рисунке 2.1.

Таблица 2.2 – Основные экономические показатели деятельности компании

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Общая выручка (тыс.руб.)	541 028	538 896	593 589	615 254	698 051	821 102
Чистый доход (тыс.руб.)	58 498	57 935	60 875	63 998	64 398	71 953
Расходы (тыс.руб.)	521 487	500 591	511 653	551 256	633 653	749 149

Как можно заметить по данным таблице, выручка компании за последние пять лет повышается в среднем на 13%, расходы растут на 14%, а

вот чистая прибыль за 2016 год увеличилась всего на 0,62%, но за 2017 год поднялась на 10%.

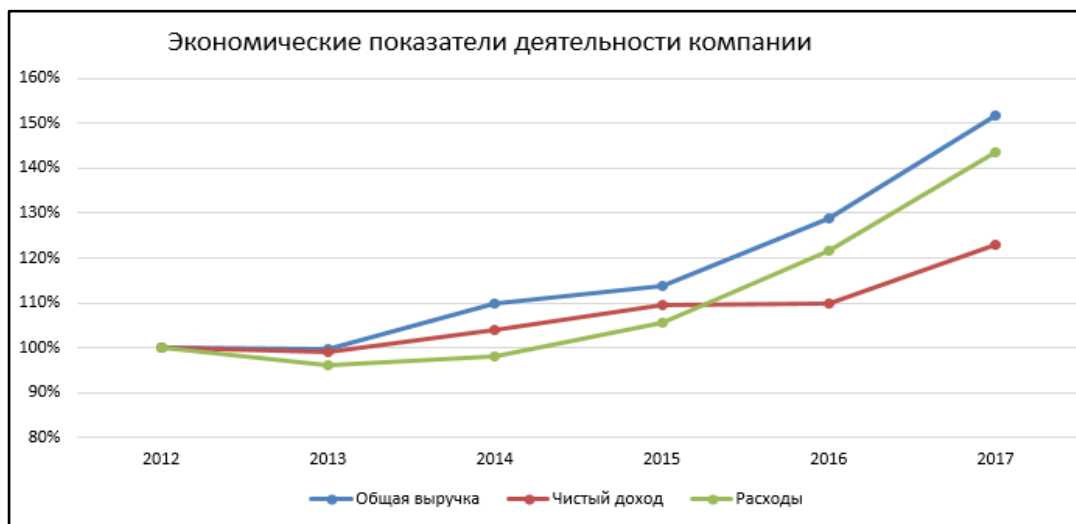


Рисунок 2.1 – График экономических показателей

Из общих расходов необходимо обратить внимание на расходы на топливо. Графики расходов на топливо, а также его количество приведённые к количеству машин представлены на рисунках 2.2, 2.3

Таблица 2.3 – Затраты и количество топлива по годам

	2013	2014	2015	2016	2017
Затраты	75 119 654,8	76 371 879,4	93 507 367,44	89 262 988,8	113 804 312,1
Количество	3 046 651,40	3 041 654,40	3 550 653,09	3 758 193,32	4 043 008,72

Из графиков можно заметить, что с годами растут затраты на топливо, которые связаны не только с увеличением стоимости горючего, но и с увеличением количества расходуемого топлива. Следует заметить, что за 2016-2017года количество машин увеличилось всего на 9 единиц, а затраты увеличились порядка на 250 тысяч. Из чего можно сделать вывод, что компания при составлении маршрутов не следит за объездом пунктов в порядке, дающем кратчайшие затраты на путь.

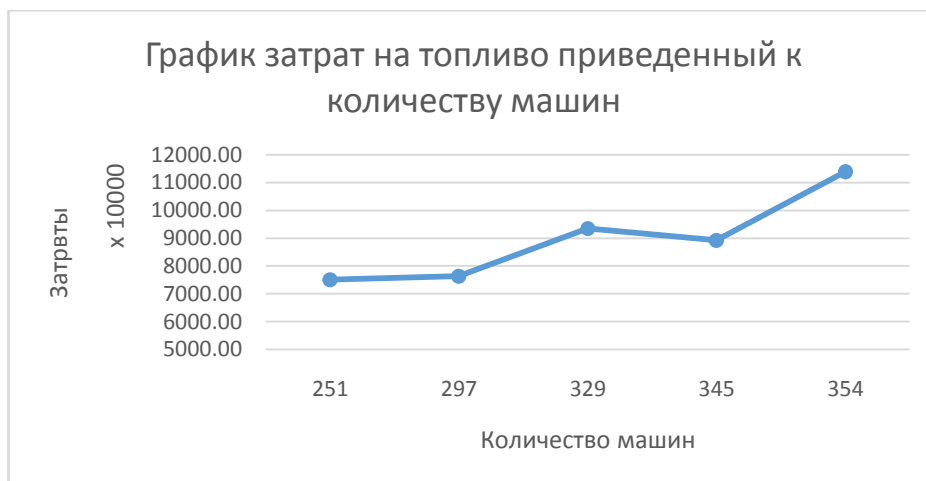


Рисунок 2.2 – График затрат на топливо по отношению к количеству машин за 5 лет



Рисунок 2.3 – График количественного расхода топлива по отношению к количеству машин за 5 лет

Компания с каждым годом растет, появляются новые контрагенты с новыми контейнерными площадками, которые приходится подстраивать под существующие графики и маршруты. Таким образом показатель разброса пунктов сбора в одном маршрутном листе растет, а с ним увеличиваются и расходы как временные, так и финансовые.

2.2 Оценка факторов, влияющих на процесс транспортировки отходов

По нормативам Роспотребнадзора вывоз ТБО с жилых территорий для обеспечения шумового комфорта жителей необходимо проводить не ранее 7 часов утра и не позднее 23 часов вечера по договорам, составленным между компанией, занимающейся вывозом отходов и домовладельцами или другими компаниями, пользующимися услугами по вывозу.

Сбор ТБО осуществляется в специальные контейнеры-сборники, устанавливаемые на бетонированной или асфальтированной площадке. Компания обслуживает контейнера различного объема от 0,11м³ до 9м³. Наиболее часто используемые контейнера объемом 8м³, их в месяц вывозится около 300 раз, в то время как другие не чаще 45 раз.

Для транспортировки ТБО компанией «Экотранс» используется парк мусоровозов, которые имеют различные характеристики (таблица 2.4). Основными характеристиками мусоровозов считаются вместимость кузова, мощность двигателя, эффективное уплотняющее устройство, меньшая собственная масса.

Таблица 2.4 – Основные характеристики автопарка

Марка	МК-446-06	КО-440-2	AD260 S36Y /ps	МКМ-35	МКЗ-4605	КО-440-5
1	2	3	4	5	6	7
Шасси	КамАЗ-53605-L4	ГАЗ-2943	IVEC O Straliss	МАЗ-5337x2	КамАЗ-53605-62	КамАЗ-65115 С
Мощность двигателя кВт (л.с)	219 (298)	119 (86)	360 (430)	216 (159)	206 (280)	298 (219)
Вид топлива	диз.	газ, бенз.	газ	диз.	диз.	газ
Вместимость кузова, м3	16	8	22	18	18	22

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6	7
Масса загружаемых ТБО, кг	9900	3050	10200	7600	7010	9700
Загрузка ТБО	задняя	боковая	задняя	боковая	задняя	боковая
Грузоподъемность манипулятора, кг	700	500	1000	700	500	700
Коэффициент уплотнения мусора	7	До 9	7	2-3	До 6	от 1,5 до 4
Полная масса, кг	20500	8180	26000	11930	20430	24450
Габаритные размеры, мм	длина	8480	6600	9262	7470	8700
	высота	2550	2500	2965	2599	2500
	ширина	3510	3200	2550	3380	3655

Проанализировав данные таблицы, можно заметить, что основные виды используемых мусоровозов преимущественно с большой вместимостью. Мусоровозы различают с боковой и задней загрузкой ТБО. У большинства мусоровозов достаточно хороший коэффициент уплотнения ТБО, некоторые виды более мобильны и компактны для городской среды.

Так же при анализе было выявлено неравномерное использования видов мусоровозов (рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 – График среднемесячного использования видов ТС

Учитывая такой сильный разброс, компания нерационально тратит средства на обслуживание машин, которые редко используются. Было бы выгоднее приобрести универсальные машины вместо редко используемых, которые возможно заменить. Так, например, машины вывозящие крупногабаритный мусор и медицинские отходы используются реже, но заменить их на универсальные нельзя, в то время как грузовые машины, предназначенные для дальних рейсов и для города можно использовать всего нескольких основных видов.

Имеющийся в собственности компании автопарк также подлежит анализу по использованию машин, от эффективного использования автомобилей в целом зависит экономическая ситуация и стабильность компании. На рисунке 2.5 приведен график, показывающий среднемесячные значения использования различных машин компании.

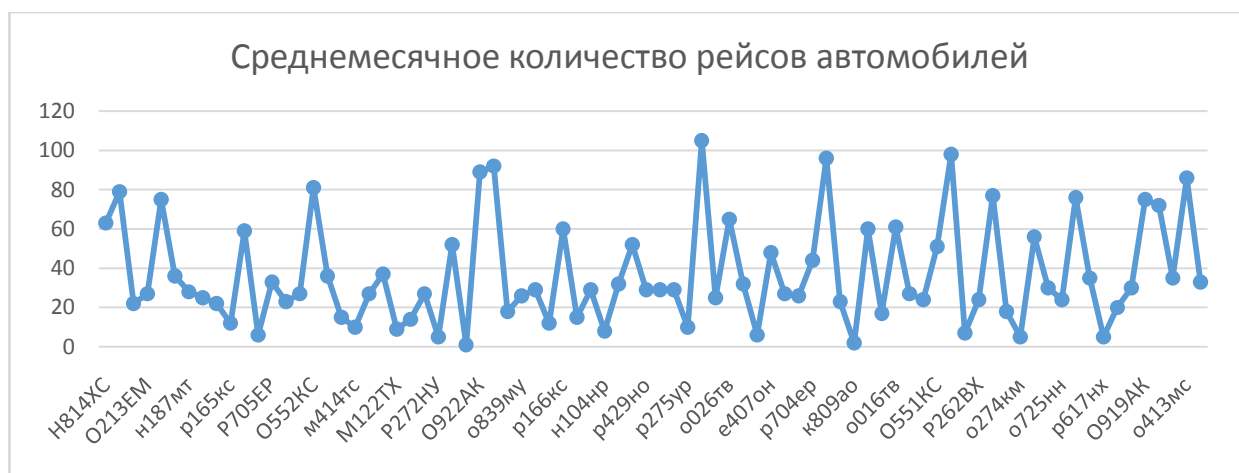


Рисунок 2.5 – Среднемесячная динамика использования подвижного состава

Из графика следует, что нагрузка на машины очень неравномерна. Это значит, что машины чаще всего бывающие в рейсах будут быстрее выходить из строя, чаще подвергаться поломкам, а водители, прикрепленные к данным машинам иметь переработки по часам. Так же неэффективное использование автопарка компании приводит к увеличению расходов на топливо для одних машин и к простоям других.

Одним из основных показателей работы транспортной компании является пробег автомобилей.

Таблица 2.5 – Пробег автомобилей по годам

Год	2013	2014	2015	2016	2017
Пробег, тыс. км	2894,1	2978,8	3028,8	3023,1	3734,2

Из таблицы следует, что за 2017 год общий пробег автомобилей резко повысился. Причин такого роста может быть несколько, это увеличение числа договоров и отдаленности площадок от города. Так же на ряду с этим, не умелое планирование маршрутов движений.

Еще одним важным показателем качества перевозок можно выделить объем вывоза. При анализе данного показателя, было выявлено отклонение фактического показателя вывоза от планового перевоза на 15-20%. Чему свидетельствуют данные маршрутных листов, где в выполненных заданиях видно какие площадки не вывозились водителем (рисунок 2.6).

← → ☆ ЛистЭКО5: Маршрутный лист (МПК) 00БГ-009651 от 10.04.2018 14:02:29 *

Провести и закрыть Записать Провести ДТ КТ Создать на основании Группа печать Режим ввода

Шапка

Номер: 00БГ-009651 Дата: 10.04.2018 14:02:29 Режим: СПометкой

График: 11 Мастер: Дмитриева Татьяна Васильевна

Автомобиль: м273ту Грузчик 1: Шаталова Ольга Владимировна

Водитель: Белоусов Игорь Анатольевич Грузчик 2:

Маршрутные задания Выполнение задания Выработка Подбор из МП Дополнительно

Добавить ↑ ↓ Подбор Заполнить Выполнено

N	Контрагент	Договор	Контейнерная площа...	Улица	Дом	Вид контейнеров	Кол. конт.	Вид отходов
1	УК Единство	108-01-р/16РРКЦ	Единство 48	Восточная	5	0,7 м3	1	ТБО
2	УК СИРИУС	57-01-р/15	УК"Сириус"	Шорса	86	0,85 м3	3	ТБО
3	УК СИРИУС	57-01-р/15	УК"Сириус" 2	Шорса	86	0,85 м3	2	ТБО
4	ЭКОМИР ЖБК-1	76-01-р/15 ^	Экомир ЖБК-1 8	Ватулина	9а	0,75 м3	6	ТБО
5	УК МКД	160-01-р/16 РРКЦ	УК МКД 10	Ватулина	5	0,75 м3	2	ТБО
6	УК МКД	160-01-р/16 РРКЦ	УК МКД 11	Ватулина	7	0,75 м3	3	ТБО
7	УК МКД	160-01-р/16 РРКЦ	УК МКД 7	Костокова	69	0,75 м3	6	ТБО
8	УК МКД	160-01-р/16 РРКЦ	УК МКД 8	Костокова	67	0,75 м3	5	ТБО
9	УК МКД	160-01-р/16 РРКЦ	УК МКД 9	Костокова	63	0,75 м3	3	ТБО
10	УК Единство	108-01-р/16РРКЦ	Единство 3	Костокова	34	0,65 м3	6	ТБО
11	УК Единство	108-01-р/16РРКЦ	Единство 47	Плеханова	8а	0,55 м3	2	ТБО
12	УК Единство	108-01-р/16РРКЦ	Единство 52	Плеханова	10а	0,55 м3	2	ТБО
13	ТСЖ Серебряная по...	59-01-р/15	ТСЖ "Серебряная по...	Академическая	23а	0,75 м3	5	ТБО
14	ЭКОМИР ЖБК-1	76-01-р/15 ^	Экомир ЖБК-1	Королева	25	0,75 м3	3	ТБО
15	ЭКОМИР ЖБК-1	76-01-р/15 ^	Экомир ЖБК-1 11	Ватулина	136	0,75 м3	2	ТБО
16	ЭКОМИР ЖБК-1	76-01-р/15 ^	Экомир ЖБК-1 3	Ватулина	13	0,75 м3	1	ТБО
17	ЭКОМИР ЖБК-1	76-01-р/15 ^	Экомир ЖБК-1 4	Ватулина	13а	0,75 м3	1	ТБО

Рисунок 2.6 – Маршрутный лист с не вывезенными площадками

Не вывезенные площадки в заданный день переносятся на другой день по графику, что нагружает мусоровоз и может стать причиной для лишнего рейса водителя. Это подтверждает наличие недостатков при планировании маршрута, также это может быть объяснено плохим взаимодействием ответственных за маршруты мастеров между собой.

2.3 Анализ существующих маршрутов движения

Важной составляющей является анализ существующей организации маршрутов компании. Процесс составления маршрута начинается с графика, указанного в договоре. В договоре контрагент указывает в какие дни необходимо производить вывоз отходов. На основе данных договоров компания определяет в какие графики вывоза ставить определенную контейнерную площадку. В компании используется достаточное количество графиков вывоза, которые характеризуются не только различием по дням вывоза, но и по типам контейнеров, так как не все мусоровозы могут вывозить различные контейнера, а также по виду вывозимых отходов, например, медицинские отходы, с определенными классами опасности, крупногабаритные отходы. Также у каждого графика есть ответственный за него мастер. На рисунке 2.7 представлены различные графики, а на рисунке 2.8 диаграмма среднемесячного использования графиков, которая показывает насколько неравномерно использование и неоправданно наличие некоторых графиков.

← → ☆ Графики (МПК) ×

Создать ×

Пометка удаления: Нет

Ссылка	Наименование	Код	Мастер
1	1	00113	Солохина Ирина Владимировна
10а	10а	00067	Можевитин Иван Александрович
11	11	00189	Дмитриева Татьяна Васильевна
12	12	00015	Герашенко Марина Викторовна
13	13	00016	Герашенко Марина Викторовна
14	14	00079	Завгородняя Наталья Владимировна
15	15	00018	Гуденко Наталья Васильевна
16 кубовые емк.	16 кубовые емк.	БЕЛ25	Мишневa Инна Валерьевна.
19	19	00075	Завгородняя Наталья Владимировна
2	2	00078	Абакумова Анна Ивановна
3	3	00081	Лисняк Наталья Владимировна
4	4	00027	Солохина Ирина Владимировна
5	5	00029	Гуденко Наталья Васильевна

Рисунок 2.7 – Существующие графики вывоза



Рисунок 2.8 – Среднемесячное количество рейсов по графикам

Например, график с 8м^3 контейнерами используется около 300 раз за месяц, на графике он не представлен, так как увеличивает масштаб и искажает отображение графика. При этом в маршрутном листе по данному графику контейнерные площадки по количеству очень различны, их значение может

варьировать от 3-4 до более 20 площадок (рисунок 2.9). Этот график необходимо выделить отдельно, так как при вывозе контейнеров такого объема, водителю часто приходится ездить на полигон для выгрузки отходов. Так мусоровозы имеют среднюю вместимость 18 м^3 и для вывоза даже 10 контейнеров объемом 8 м^3 водитель сделает около 5 ездов на полигон.

N	Контрагент	Договор	Контейнерная площа...	Улица	Дом	Вид контейнеров	Кол. конт.	Вид отходов	Объем
1	Атлас	785501-01-к-гз	Атлас	Чапаева	14а	8 м3	1	Строительные отходы	
2	Бабынин Игорь Анат...	772131-01-к-гз	Бабынин И.А. ИП	Магистральная	55	8 м3	1	ТБО	
3	ЖИПСТРОЙ-1	801451-15-к-гз	ЖИПСТРОЙ-1	Добролюбова	1	8 м3	1	Строительные отходы	
4	Кокорин Владимир А...	Заявка	Кокорин В.А.	Куйбышева	6	8 м3	1	Строительные отходы	
5	Прочий контрагент	заявка	Майский-80 2	<>	*	8 м3	1	Строительные отходы	
6	Нестеренко А.С.	785091-01-к-гз	Нестеренко А. С.	Октябрьская	125А	8 м3	1	ТБО	
7	СТК-Ц	788931-01-к-гз	СТК-Ц	Вокзальная	1	8 м3	1	ТБО	
8	Университет коопер...	104743-01-к-гз	Унив. потребительск...	Садовая	116	8 м3	1	ТБО	

Рисунок 2.9 – Маршрутный лист с 8 м^3 контейнерными площадками

Маршрут состоит из 8 контейнерных площадок, на каждой из которых необходимо вывезти по одному контейнеру. Общий объем отходов по плану составляет 64 м^3 . Мусоровоз обслуживающий данный маршрут имеет кузов вместимостью 18 м^3 , это значит, что автомобилю после 2-3 контейнерных площадок необходимо ехать на полигон для выгрузки отходов. Таким образом данный маршрут будет разделен на 4 рейса и выглядеть так как представлено на рисунке 2.10.

Такие маршруты очень сложно спланировать с минимальными затратами вручную либо основываясь на опыте водителя, поэтому необходимо автоматическое планирование.

Далее проанализируем ежедневные маршруты, на примере графиков «Обслуга 009» и «Обслуга 123Л» (рисунки 2.11, 2.12).

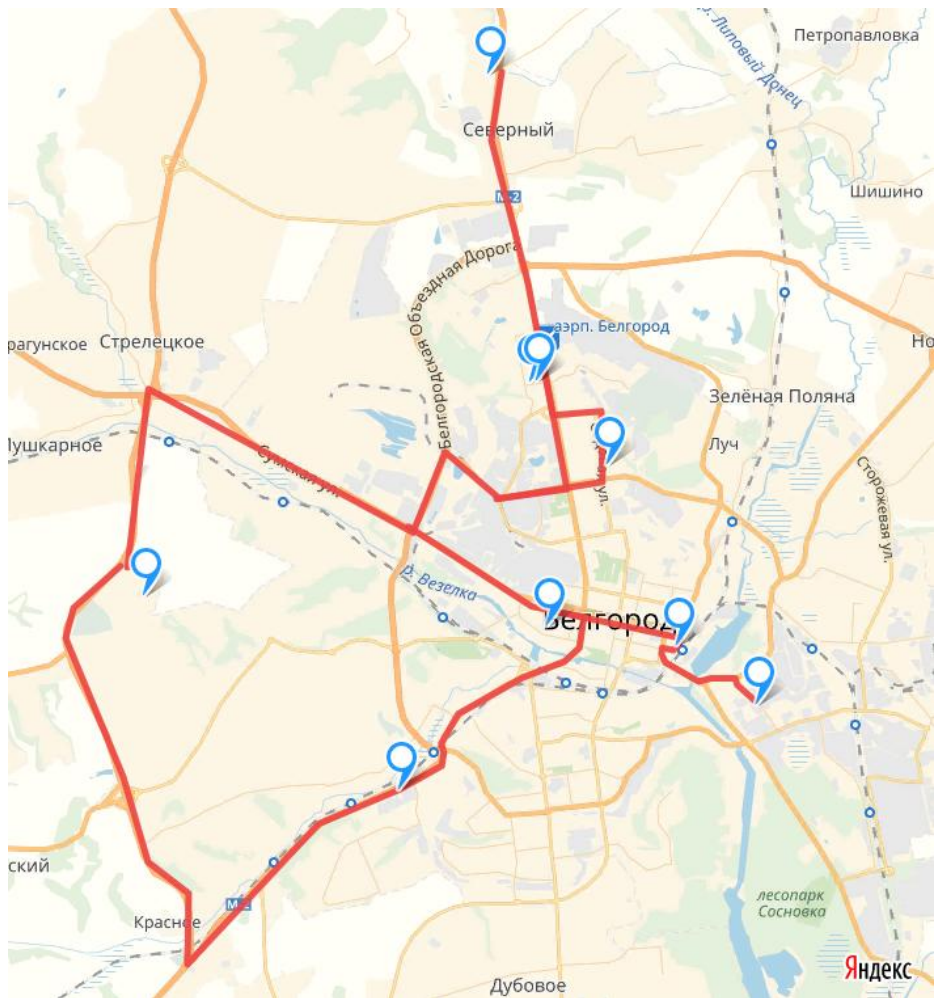


Рисунок 2.10 – Маршрут движения мусоровоза

← → ☆ ЛистЭКО5: Маршрутный лист (МПК) 00БГ-011128 от 24.04.2018 18:45:41

Провести и закрыть Записать Провести **ДТ** **КТ** Создать на основании Группа печать Режим ввода

> Шапка

Маршрутные задания Выполнение задания Выработка Подбор из МП Дополнительно

Добавить ↑ ↓ Подбор Заполнить Выполнено Я Я

N	Контрагент	Договор	Контейнерная площадь...	Улица	Дом	Вид контейнеров	Кол. конт.	Вид отходов
1	Шашкова Ольга Серг...	1/3584-кп/09-об	Шашкова О.С.	5 Августа	36	0,11м3	1	ТБО
2	Тригон	808051-01-к-о	Тригон	Ватутина	8	0,12 м3	1	ТКО
3	Лайф	480032-01-к-о	Лайф 3	Ватутина	6, оф.1	0,12 м3	1	ТБО
4	Житников Д.П. ИП	802771-01-кп-о	Житников Д.П. 1	Ватутина	*	0,11м3	1	ТБО
5	Арт-КАРАТ	648871-01-к-о	Арт-КАРАТ 3	Королева	7Г	0,22 м3	1	ТБО
6	Житников Д.П. ИП	802771-01-кп-о	Житников Д.П. 13	Королева	5	0,22 м3	1	ТБО
7	Бочарова Марина Ал...	498101-01-кп-о	Бочарова М.А.	Костокова	14	0,12 м3	1	ТБО
8	Артфарм	506371-01-к-о	Артфарм	Костокова	26а	0,24 м3	1	ТБО
9	Иванисов Владимир ...	642451-01-кп-о	Иванисов В.Ф. 2	Костокова	1а	0,25 м3	1	ТБО
10	Ичева Наталья Анат...	351951-01-кп-о	Ичева Н.А.	Костокова	14	0,24 м3	1	ТБО
11	Мантулин А.В. ИП	1/5416-кп/08-об	Мантулин А.В. 4	Костокова	21	0,12 м3	1	ТБО
12	Олимп 9815	1/4160-к/08-кб	Олимп 4	Костокова	14	0,34 м3	1	ТБО
13	Столыпин	094641-01-к-к	Столыпин	Костокова	13б	1,1 м3	1	ТБО
14	ТАНДЕР	3704410-01-к-к	Тандер	Костокова	13а	0,66 м3	1	ТБО
15	УК Южное	154-01-р/16	УК Южное 4	Костокова	14	1,1 м3	1	ТБО
16	ШАГР	787501-01-к-о	ШАГР	Костокова	1	0,25 м3	1	ТБО
17	Клиника Евромед	357672-01-к-к	Евромед	Мокроусова	19	0,24 м3	1	ТБО
18	Додо Пицца	352921-01-к-о	Додо Пицца	Шорса	37А	0,77м3	1	ТКО
19	Кочетков Сергей Сер...	527631-01-кп-о	Кочетков С.С.	Шорса	33	0,12 м3	1	ТБО
20	ТАНДЕР	3704410-01-к-к	Тандер	Шорса	33	1,1 м3	1	ТБО

Рисунок 2.11 – Маршрутный лист «Обслуга 009»

Провести и закрыть Записать Провести Дт Кт Создать на основании Группа печать Режим ввода

Шапка

Маршрутные задания								
Выполнение задания		Выработка		Подбор из МП		Дополнительно		
Добавить ↑ ↓ Подбор Заполнить Выполнено Я ↓ Я ↓								
N	Контрагент	Договор	Контейнерная площа...	Улица	Дом	Вид контейнеров	Кол. конт.	Вид отходов
1	Центр кино Победа	1/3699-к/11-к	Центр кино "Победа"	50 лет Белгоро...	86	1,1 м3	1	ТБО
2	Потапов А.В. 5200 ИП	1/4423-кип/08-кб	Потапов А.В. 19	50 лет Белгоро...	17	1,1 м3	2	ТБО
3	Бондарь Н.А. ИП	631851-01-кип-о	Бондарь Н.А. 2	50 лет Белгоро...	10	0,12 м3	2	ТБО
4	Гареева Ольга Олег...	489151-01-кип-к	Гареева О.В. 2	50 лет Белгоро...	10	0,12 м3	1	ТБО
5	Лебеденко В.Н. ИП	804611-01-кип-о	Лебеденко В.Н. 3	Белгородский	*	0,25 м3	1	ТКО
6	Сити Ресторантс	632061-01-к-к	Сити Ресторанс	Белгородский	87	0,77м3	3	ТБО
7	Меткон+	074181-01-к-о	Меткон+	Белгородский	93а	0,12 м3	2	ТБО
8	ФармаЛек	230242-01-к-о	ФармаЛек 3	Народный	82	0,11м3	3	ТБО
9	Смолянинова В.Ю. ...	895741-01-кип-о	Смолянинова В.Ю.	Народный	43	0,24 м3	2	ТБО
10	Потапов А.В. 5200 ИП	076671-01-кип-о	Потапов А.В. 17	Народный	82в	0,24 м3	1	ТБО
11	ОфисМаркет	363771-01-к-о	ОфисМаркет 2	Народный	82	0,24 м3	1	ТБО
12	МБК ООО	897091-01-к-о	МБК	Народный	82б	0,12 м3	1	ТБО
13	Лебеденко В.Н. ИП	804611-01-кип-о	Лебеденко В.Н. 12	Народный	*	0,11м3	3	ТКО
14	Лебеденко В.Н. ИП	804611-01-кип-о	Лебеденко В.Н. 10	Народный	*	0,11м3	1	ТКО
15	Курганский А.С. ИП	804231-01-кип-о	Курганский А.С.	Народный	82	0,12 м3	3	ТКО
16	Интерес	1/3765-к	Интерес	Народный	82	0,25 м3	3	ТБО
17	Бизнес Сити	642321-01-к-о	Бизнес Сити	Народный	79	0,24 м3	3	ТБО

Рисунок 2.12 – Маршрутный лист «Обслуга 123Л»

Данные маршруты обслуживаются ежедневно и имеют емкость контейнеров, при которой мусоровоз может объехать все площадки и только потом ехать на полигон. На представленных маршрутных листах объем отходов по плану составляет $8,75\text{ м}^3$ и 15 м^3 соответственно мусоровозы обслуживающие данные маршруты имеют объем кузова $15,5\text{-}18\text{ м}^3$. Можно заметить, что мусоровозы недогружены по плану, а значит в данные маршруты есть возможность добавить контейнерные площадки, чтобы сократить общее количество рейсов в день, разгрузив какой-либо маршрут.

Далее на рисунках 2.13, 2.14 представлены графически маршруты графиков «Обслуга 009» и «Обслуга 123 Л» на карте.

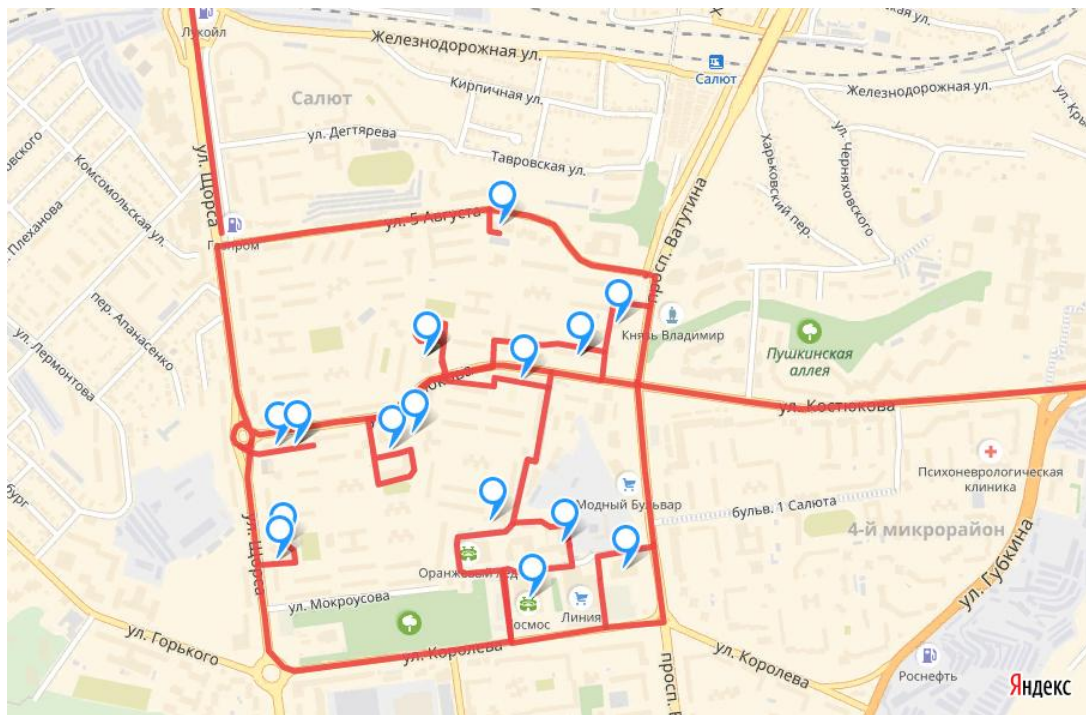


Рисунок 2.13 – Маршрут по графику «Обслуга 009»

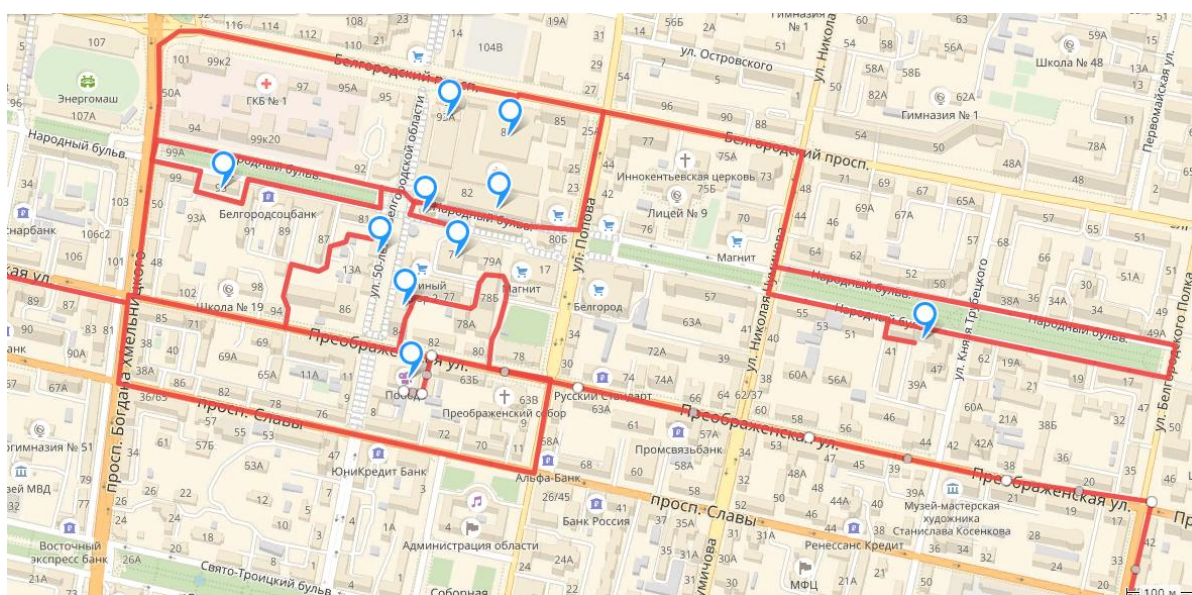


Рисунок 2.14 – Маршрут по графику «Обслуга 123 Л»

Проанализировав данные, полученные в результате анализа, можно сделать вывод о неравномерности характеристик маршрутов по количеству обслуженных контейнерных площадок, количеству вывезенных контейнеров.

2.4 Моделирование и алгоритмизация процесса формирования маршрута движения транспорта

Деятельность компании «Экотранс» полностью зависит от процесса сбора и вывоза отходов, а также способностью вовремя адаптироваться к изменению объемов вывозимых отходов, при этом выполнять обязательства договоров в полной мере.

Данная цель выражается в задаче с минимизацией суммы себестоимости вывоза отходов по маршруту. Маршрут включает в себя набор контейнерных площадок, объехав которые мусоровоз выезжает на полигон для разгрузки. Объезд площадок из маршрута и поездка на полигон считаются рейсом. Необходимо учитывать, что в одном маршруте может быть несколько рейсов. При определении целевой функции оптимизации процесса сбора и вывоза ТБО была разработана схема взаимосвязи основных показателей процесса, представленная на рисунке 2.15.

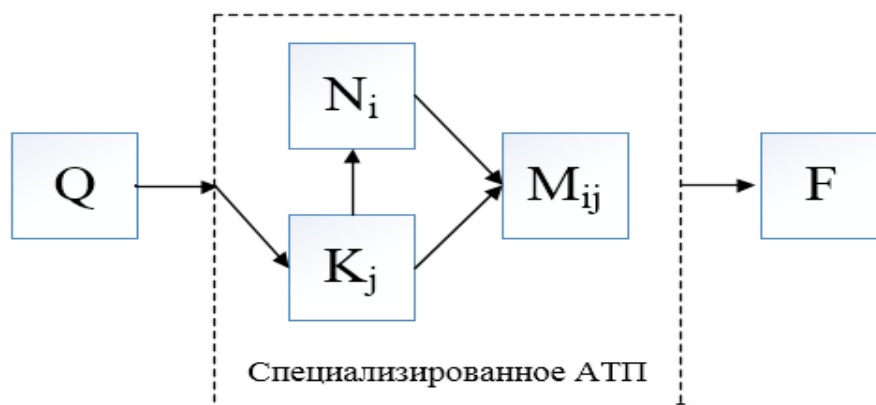


Рисунок 2.15 – Взаимосвязь показателей транспортировки

Взаимосвязь показателей описывается функциональной зависимостью:

$$Q = f(N_i, K_j, M_{ij}), \text{ где } Q \leq Q_{lim} \text{ и } i, j = 1 \dots m \quad (2.1)$$

где Q – объем образования ТБО, т; N_i – количество машин i -го типа на предприятии, ед.; K_j – количество контейнеров j -го вида, ед.; M_{ij} –

характеристика маршрутов сбора и вывоза твердых бытовых отходов при использовании N_i -х типов машин и K_i -х типов контейнеров; F – себестоимость перевозки по маршруту

Целевой функцией можно считать вектор F_i , который имеет вид:

$$F = \{F_1, F_2, \dots, F_n\}, \quad (2.2)$$

где F_i себестоимость передвижения по маршруту, а n – количество транспортных средств.

Переменные параметры целевой функции составляют модели транспортных средств:

$$N_i = \{N_1, N_2, \dots, N_n\} \quad (2.3)$$

и виды контейнеров на площадках маршрута:

$$K_j = \{K_1, K_2, \dots, K_m\}, \quad (2.4)$$

где N_i – количество транспортных средств i -й модели; K_j – количество контейнеров j -ого вида.

Количество машин и их характеристики, оказывают непосредственное влияние на количество рейсов в маршруте. Количество и характеристики контейнеров взаимосвязаны с продолжительностью погрузочно-разгрузочных работ. Параметром внешней среды является объем твердых бытовых отходов Q . Данный объем можно представить в виде суммы объемов, собираемых на i -ом маршруте Q_i :

$$Q = \sum_{k=1}^m Q_k, \quad (2.5)$$

где Q_k – объем перевозок на k -м рейсе маршрута, m – количество рейсов. Объем перевозок на маршруте определяется его протяженностью, количеством контейнеров, их емкостью и характеристиками автотранспорта.

Также при планировании маршрута необходимо составлять рейсы исходя из вместительности кузова мусоровоза:

$$V_i = \sum_{k=1}^n K_j, \quad (2.6)$$

где V_i – объем кузова i -ой машины. Данное условие необходимо принимать как ограничение, так как после равенства этих объемов, мусоровоз будет завершать рейс поездкой на полигон.

На основании рассмотренных зависимостей общий вид целевой функции будет иметь следующий вид:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n N_i + \sum_{j=1}^u K_j}{\sum Q} \rightarrow \min \quad (2.7)$$

$$\begin{cases} N_i \geq 0, K_j \geq 0; \\ Q_i \leq \sum_{k=1}^n Q_j, \\ i = 1 \dots n, j = 1 \dots u \end{cases} \quad (2.8)$$

Прямое решение задачи связано с вычислительными трудностями в связи с большими размерностями, поэтому для решения будет использован генетический алгоритм с некоторыми модернизациями, учитывающими особенности данной задачи.

Генетические алгоритмы являются универсальным методом оптимизации многопараметрических функций, что позволяет решать большое разнообразие задач.

Основным механизмом эволюции является естественный отбор, который заключается в том, что наиболее приспособленные особи имеют больше шансов на выживание и размножение, и соответственно, приносят более приспособленное потомство. В нашем случае при выборе маршрутов для скрещивания будет применяться именно этот принцип. Хромосомы для скрещивания берутся из числа лучших по функции приспособленности.

При разработке математической модели, основанной на генетическом алгоритме, сначала необходимо разработать структуру хромосомы, в которой будет храниться решение. Выбранная структура должна учитывать все особенности и ограничения, предъявляемые к искомому решению, а также то, что от её выбора напрямую зависят реализации алгоритмов кроссинговера и мутации.

В задаче оптимизации пути движения мусоровоза за хромосому примем модель маршрута. Маршрут представляется в виде списка с номерами контейнерных площадок, размера $n + 1$, где n – это число площадок, которые необходимо вывезти по данному маршруту.

На следующем шаге алгоритма создается модель популяции. Популяция – это список маршрутов. Маршрут в списке представляется числом из диапазона $[0, m-1]$, где m – это размер популяции.

Перед созданием начальной популяции для каждой контейнерной площадки определяется список площадок-соседей, то есть таких площадок, наиболее близко расположенных к текущей.

Элемент списка – это число из диапазона $[0, n - 1]$. Площадки в списке упорядочены по возрастанию расстояний от каждой до текущей.

Для организации оптимизирующего процесса необходима направляющая силы развития популяции. В качестве такой силы в нашем случае выступает требование минимизации целевой функции или, в терминах генетических алгоритмов, фитнес функции.

Входные данные:

- список пунктов, где каждый элемент содержит координаты пункта, а индекс списка – это номер пункта;
- размер популяции, то есть количество улучшаемых маршрутов;
- размер рабочей группы, которая хранится в массиве. В рабочую группу случайным образом выбираются маршруты из популяции. Элементы массива сортируются по возрастанию длины маршрута. Два лучших маршрута отсортированного массива используются для создания дочернего маршрута, который заменяет самый плохой маршрут в рабочей группе;
- вероятность мутации дочернего маршрута. Задается в процентах в диапазоне;
- счетчик поколений. Алгоритм завершает операции скрещиваний, когда их число превысит этот параметр;
- число пунктов-соседей. Для каждого пункта формируется список с пунктами, ближайшими к текущему;
- вероятность того, что в качестве следующего пункта при формировании маршрута будет выбран пункт маршрута из списка его пунктов-

соседей. Начальные маршруты формируются по принципу жадного алгоритма. Генерируется случайное число, если число не превышает заданную вероятность, то следующий пункт маршрута случайно выбирается из списка пунктов-соседей текущего пункта. В противном случае пункт случайно выбирается из подмножества пунктов, еще не включенных маршрут;

– инициализация датчика случайных чисел. Датчик случайных чисел используется при формировании начальной популяции, при выполнении операций скрещивания и мутации.

Выходные данные

полученный маршрут;

длина лучшего решения;

графическое представление маршрута.

Оптимизация маршрутов представляет собой процесс определения последовательности объезда имеющихся пунктов сбора ТБО. При этом самый короткий путь не всегда будет выгоднее. Главное – рациональность. Может случиться, что на коротком пути возникнут пробки или будут проводиться ремонтные работы. Так же возможен вариант, что на короткий путь будет проходить через бóльшее количество светофоров, которые будут увеличивать время в пути и соответственно, затраты, поэтому важно учитывать не только основные факторы, такие как длина пути и скорость передвижения, но и особенности передвижения в данном направлении.

Для этого был проведен анализ пробок на маршрутах для сбора статистических данных, а также введено условия подсчета количества светофоров и светофорного времени на пути, которое рассчитывалось как отношение времени зеленого сигнала светофора к запрещающему красному в данном направлении движения.

Также будет учитываться количество контейнеров и их объем к объему кузова мусоровоза. Алгоритм построен таким образом, что при превышении этих показателей следующей контейнерной площадкой будет ставиться полигон, и дальнейшее планирование рейса будет происходить от полигона.

Алгоритм работы программы:

Используя генетические операторы, схема генетического алгоритма будет выглядеть следующим образом (рисунок 30)

1) Сначала на форму загружаются все контейнерные площадки (КП) из маршрутного листа. Они формируют начальный список КП;

2) Маршрутный лист разбивается на рейсы, которые подразумевают объезд КП и выезд на полигон. Включается счетчик рейсов;

3) Далее КП добавляется в рабочий список КП для одного рейса, оптимизация которого и будет проходить;

4) При добавлении новой КП считается объем отходов как сумма произведений количества контейнеров на площадке на их объем;

5) Сравнивается объем отходов на рейсе и объем кузова мусоровоза, если плановый объем меньше объема кузова, то переходим к пункту 3, иначе завершаем формирование КП для этого рейса;

Далее идут стандартные для генетического алгоритма этапы:

6) Получение координат всех КП

7) Нахождение и запись в список Дистанция для каждой КП расстояние до всех остальных КП.

8) Заполняется список Площадок-соседей. Находится и записывается для каждой КП номера ее соседних КП, то есть наиболее близко расположенных к ней.

9) Формируется начальная популяция – список маршрутов, создаваемых на основе жадного алгоритма;

10) Для каждого маршрута рассчитывается значение Фитнес функции. При расчете значения функции, учитывается не только длина маршрута, но и вероятность пробок, светофорное время. Таким образом длина проезда от одной КП до другой является значением расстояния умноженного на коэффициенты вероятности пробок и светофорного времени. Данные коэффициенты берутся из статистических данных, проведенного анализа.

11) Задается счетчик поколений;

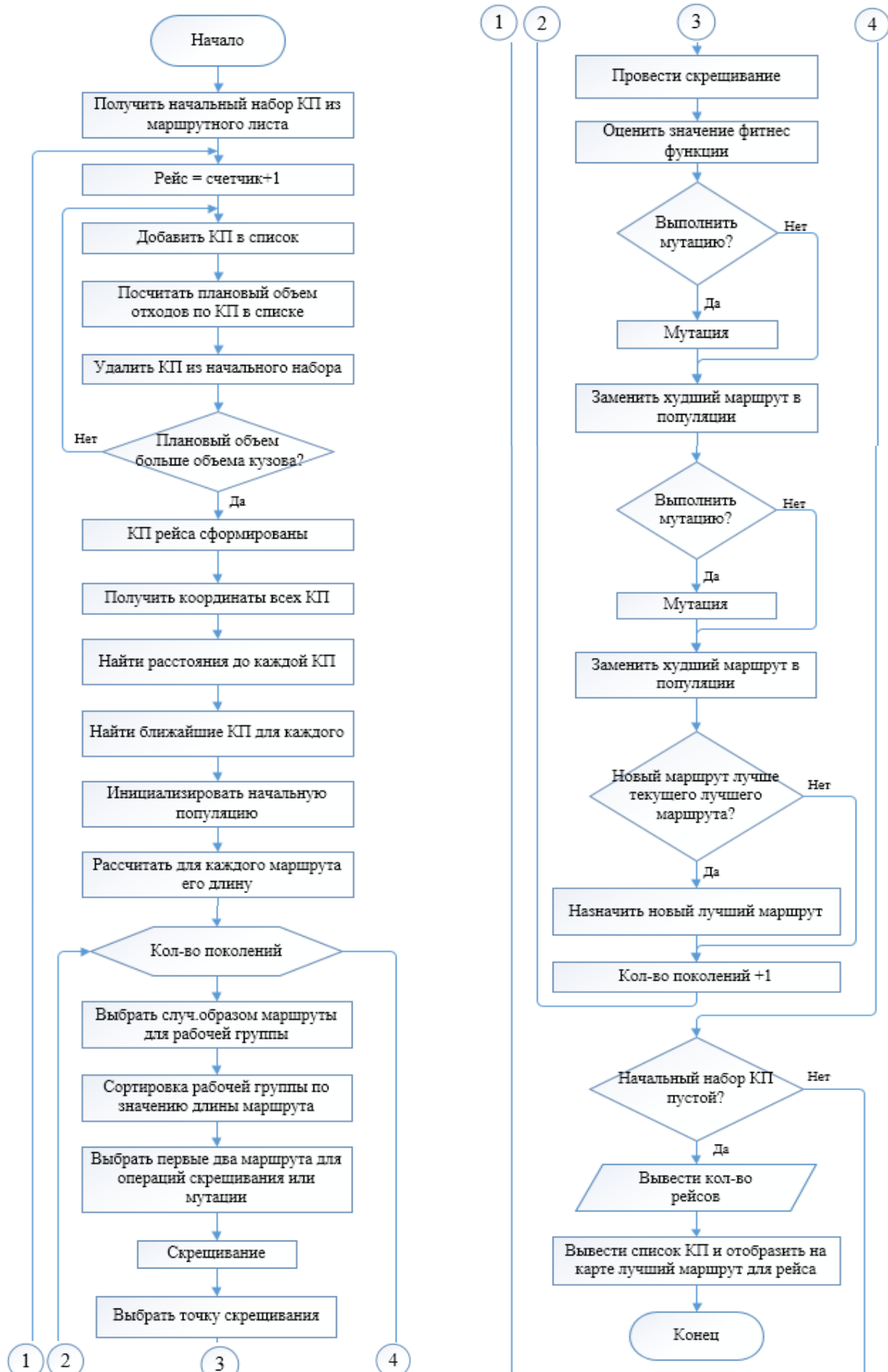


Рисунок 2.16 – Блок-схема алгоритма

12) Отбираются случайным образом из популяции несколько маршрутов и помещаются их в рабочую группу;

13) Массив рабочей группы упорядочивается по возрастанию значения фитнес функции маршрута (применяется пузырьковая сортировка).

14) Два первых (лучших) маршрута массива назначаются в качестве родительских и формируют, используя скрещивание и мутацию, дочерний маршрут;

15) Далее в популяции заменяется худший маршрут в рабочей группе на дочерний маршрут;

16) Вычисляется значение фитнес функции для дочернего маршрута и если оно лучше значения лучшего маршрута, то дочерний маршрут признается в качестве лучшего маршрута;

17) Увеличить счетчик поколений;

18) Если счетчик не превышает заданное значение, то перейти к пункту 12 алгоритма, иначе перейти к следующему шаг алгоритма;

19) Проверяется начальный набор КП, если он не пуст, то переходим к пункту 2 алгоритма, иначе рейсы для данного маршрутного листа сформированы и переход к следующему пункту алгоритма.

20) Выводится список рейсов.

В результате работы находится лучший путь, выводится список КП в порядке их объезда и отображается на карте.

Данный алгоритм является устойчивым к локальным минимумам, а также благодаря внутреннему параллелизму, выраженному в работе не с отдельными решениями, а с целыми классами решений, обеспечивает относительно быстрый поиск оптимального решения.

Второй раздел посвящен анализу и исследованию основных показателей предприятия, а также процессу составления маршрута. Результатами второго раздела являются следующие положения:

1) «Экотранс» является развивающейся компанией, о чем свидетельствуют основные показатели компании. С каждым годом растет как

прибыль компании, так и, соответственно, затраты. Экономические показатели компании напрямую связаны с ее деятельностью, с годами компания расширялась и у нее появлялись новые контрагенты, и как следствие новые объемы контейнерных площадок для обслуживания;

2) На сегодняшний момент при планировании маршрутов компанией были выявлены существенные различия по объемам нагрузки машин, графиков вывоза, что ведет к преждевременному выходу из строя определенных единиц техники, а также к неоправданным расходам на обслуживание маршрута;

3) Анализ существующих маршрутов показал, что на их обслуживание тратится большое количество времени, чем можно было. Так были проанализированы некоторые маршрутные листы и сделан вывод о наличии петель, длинных объездов контейнерных площадок. Что все вместе увеличивает стоимость маршрута, как финансовую, так и временную;

4) Была разработана модель оптимизации маршрута, на основе генетического алгоритма. При разработке общей модели алгоритма были учтены ограничения по вместимости кузова мусоровоза для каждого рейса, при планировании маршрута учтены статистические данные о вероятности пробок, светофорного времени на пути следования. Построена блок схема алгоритма, отражающая все шаги работы.

3 Программная реализация процесса составления маршрута и разработка рекомендаций по совершенствованию работы машинного парка предприятия в системе 1С

3.1 Разработка требований к подсистеме

Неотъемлемой частью процесса программной реализации решения является описание требований к подсистеме. Описание требований включает в себя сбор требований к программному решению, их систематизация, выявление взаимосвязей, а также документирование.

Требования разделяют на функциональные и нефункциональные.

Функциональные требования объясняют, что должно быть сделано. Они идентифицируют задачи или действия, которые должны быть выполнены. Функциональные требования определяют действия, которые система должна быть способной выполнить, связь входа/выхода в поведении системы.

Нефункциональные требования — требования, определяющие свойства, которые система должна демонстрировать, или ограничения, которые она должна соблюдать, не относящиеся к поведению системы. Например, производительность, удобство сопровождения, надежность, факторы эксплуатации [46].

Опишем требования, которым должно соответствовать решение, разработанной во втором разделе методики формирования маршрута:

Общие требования к системе:

- интерфейс программы должен быть понятным пользователю, чтобы минимизировать возможность ошибки пользователя;
- логичность интерфейса — каждая кнопка должна отвечать за определенное действие и приводить к ожидаемому результату.

- программа должна взаимодействовать с основными структурными элементами существующей конфигурации и оперировать имеющимися данными;

- интеграция решения должна проходить без нарушения целостности данных основной конфигурации.

Требования к основным функциям системы:

- решение должно обеспечивать возможность переноса контейнерных площадок на форму из маршрутного листа и обратно;

- должна быть возможность добавления площадок в форме решения пользователем;

- при добавлении новых пунктов, должна быть обеспечена связь полей с необходимыми данными справочников;

- должна существовать возможность изменения основных настроек;

- формирование маршрута должно происходить с учетом статистической информации о пробках и светофорах на пути;

- возможность интеграции решения с картографическим сервисом;

- решение должно позволять распечатывать карту.

Требования к выходным данным:

- результаты формирования маршрута должны отображаться графически на карте, с возможностью просмотреть подробности маршрута;

- после выполнения формирования маршрута у пользователя должна быть возможность выгрузить список площадок в маршрутный лист в порядке необходимом для объезда.

Требования к составу системы:

- решение должно быть выполнено в форме обработки, для возможности интеграции в существующую конфигурацию;

- необходимые изменения в основной конфигурации должны быть прописаны в документации к решению;

- должно прилагаться руководство пользователя, в котором понятно изложены основные этапы работы.

3.2 Программная реализация с контрольным примером

Реализация разработанного алгоритма происходила в среде 1С:Предприятие, так как созданное решение будет интегрироваться с существующей в компании базой.

Сначала были доработаны справочники контейнерных площадок (рисунок 3.1). В форму элемента была добавлена функция получения координат площадки по ее адресу. Данная доработка необходима для сокращения времени работы основного алгоритма, при загрузке адресов контейнерных площадок будут загружаться и координаты для расчета расстояния.

Детский сад №40 (Контейнерные площадки (МПК))

Основное [Характеристики объектов \(МПК\)](#)

Записать и закрыть Записать Получить координаты Еще ▾

Наименование: Детский сад №40 Код: БЕЛ021278

График: ▾ ↗

Комментарий:

Данные договора	Характеристики	История заявок	Установленные контейнеры	Начисления	Координаты
Договор: 525363-01-буо-к. Срок действия с 01.01.16 по 31.12.16. Состояние: Изменен Адрес: Победы д. 14а Вид контейнеров: 0,75 м3, количество: 2. График вывоза: вт,пт Ответственный: Жукова И. И. (договорник) Комментарий:					

Наименование: Детский сад №40 Код: БЕЛ021278

График: ▾ ↗

Комментарий:

Данные договора	Характеристики	История заявок	Установленные контейнеры	Начисления	Координаты
Координаты контейнерной площадки: 50.5925,36.5983					

Рисунок 3.1 – Форма элемента справочника «Контейнерные площадки»

Координаты площадки, вместе с адресом хранятся в регистре сведений «мпкГрафикиКонтейнерныхПлощадок» (рисунок 3.2).

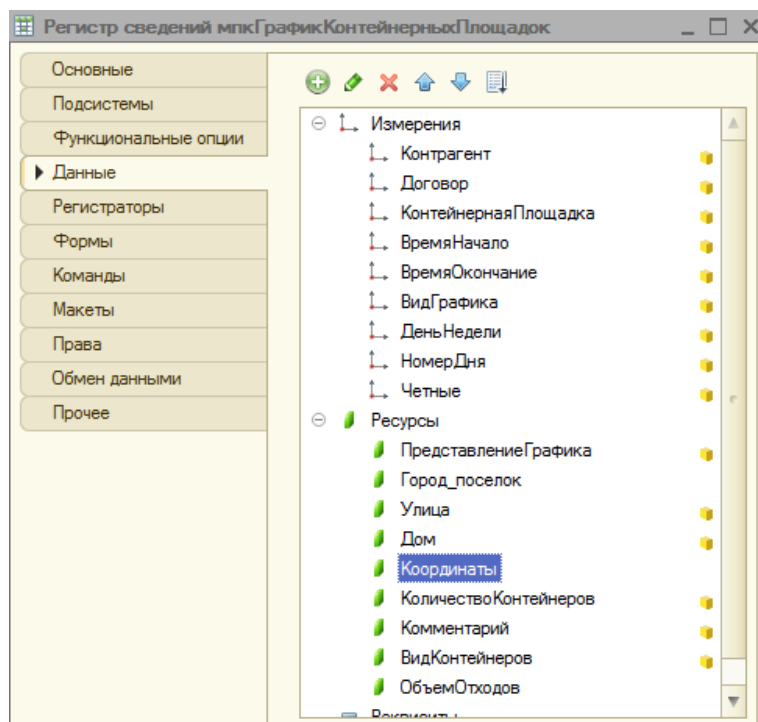


Рисунок 3.2 – Данные регистра сведений

Так как количество существующих контейнерных площадок велико и вручную добавлять координаты нерационально, то была разработана обработка заполняющая координаты для все площадок.

Далее при работе пользователь, заполняя новую контейнерную площадку будет сразу выполнять и заполнение ее координат.

Были внесены изменения в форму маршрутного листа (рисунок 3.3). В верхней части формы добавлена кнопка «Построить маршрут», которая направляет пользователя в основную форму формирования маршрута, куда также переносятся контейнерные площадки из маршрутного листа.

На основной форме построения маршрута у диспетчера есть возможность просмотреть расположение всех площадок на карте, при необходимости добавить или удалить некоторые и сформировать маршрут. После формирования пользователь может увидеть результат на карте.

← → ☆ ЛистЭКО5: Маршрутный лист (МПК) 00БГ-008740 от [...]

Провести и закрыть Записать Провести Ат Кт Создать на основании Группа печать Построить маршрут Режим ввода

Шанка

Номер: 00БГ-008740 Дата: 31.03.2018 0:00:00 Режим: СПометкой

График: [обслуга 408] Мастер: [...]

Автомобиль: [О373ВА] Грузчик 1: [...]

Водитель: [...]

Маршрутные задания Выполнение задания Выработка Подбор из МП Дополнительно

Добавить [↑] [↓] Подбор Заполнить Выполнено [↑] [↓]

N	Контрагент	Договор	Контейнерная площадка	Улица	Дом	Вид контейне...	Кол.
61	Катина Юлия Александровна ИП	776241-01-кип-к	Катина Ю.А.	Свято-Троицкий	7	0,36 м3	
62	Премьера	080541-01-к-о	Премьера	Свято-Троицкий	25	0,11м3	
63	ТСЖ Славянский	54-01-р/15	ТСЖ Славянский	Свято-Троицкий	11	1,1 м3	
64	ТСЖ Свято-Троицкий 15	106-01-р/15	ТСЖ "Свято-Троицкий-1...	Свято-Троицкий	15	1,1 м3	
65	МАРСАПА	786011-01-к-к	МАРСАПА	Свято-Троицкий	7	0,36 м3	
66	Куликова Е.А. ИП	105752-01-кип-о	Куликова Е.А.	Славы	82	0,34 м3	
67	Шипулина Н.М. ИП	1/2169-кип/09-об	Шипулина Н.М. 9	Славы	90	1,1 м3	
68	УК по жилью Центральная 1	21-01-р/15 ^	УК по жилью - Централ...	Славы	44а	0,75 м3	
69	УК по жилью Центральная 1	21-01-р/15 ^	УК по жилью - Централ...	Славы	43	0,77м3	
70	Ушаков С.А. ИП	1/1354-кип/09-об	Ушаков С.А. 2	Славы	47	0,34 м3	
71	Капиталь	227691-01-к-к	Капиталь	Славы	55	0,77м3	

Рисунок 3.3 – Форма маршрутного листа

← → Формирование маршрута

Построить маршрут Перенести в маршрутный лист Еще

Данные машины

Машина: [Е123ОА] Модель: [КамАЗ-53605-L4] Объем кузова: [16 м3]

Кол-во рейсов: 1; Объем по плану: 13,76 м3

Добавить [↑] [↓] Еще

Наименование	Адрес	Объем ...	Количество
Шашкова Оль...	улица 5 август...	0,11м3	2
Тригон	проспект Вату...	0,11м3	1
Лайф	проспект Вату...	0,11м3	1
Житников Д.П....	проспект Вату...	0,12 м3	1
Арт-КАРАТ	улица Короле...	0,22 м3	2
Житников Д.П....	улица Короле...	0,11м3	1
Бочарова Мар...	улица Костюк...	0,40 м3	1
Артфарм	улица Костюк...	0,11м3	1
Иванисов Вла...	улица Костюк...	0,34 м3	1
Ичева Наталья...	улица Костюк...	0,34 м3	1

Рисунок 3.4 – Основная форма построения маршрута

После формирования маршрута пользователь переносит контейнерные площадки в маршрутный лист в том порядке, который был подобран алгоритмом в качестве оптимального.

Рассмотрим некоторые особенности работы данного решения.

На форме обработки указываются машина из маршрутного листа, а также ее вместимость. Показывается плановый объем отходов, из расчета

количества и объема контейнеров в задании. А также при превышении планового объема задания и объема кузова машины, рассчитывается необходимое для вывоза количество рейсов и общий километраж предложенного маршрута.

Тестирование. В качестве контрольного примера был взят маршрутный лист по графику «Обслуга 123 Л» представленный на рисунке 3.5.

N	Контрагент	Договор	Контейнерная площадка	Улица	Дом
1	Крокус 0810	1/4061к	ТПК "Крокус"	Корочанская	1
2	Верста	1/3361к/08кб	Верста	Ватутина	4г
3	ДЖИКО	494231-01кк	ДЖИКО	Макаренко	14б
4	Ук по жилью 3	30-01-р/15 ^	УК по жилью №3 11	Михайловское шос...	36
5	Ук по жилью 3	30-01-р/15 ^	УК по жилью №3 12	Ватутина	2б
6	Ук по жилью 3	30-01-р/15 ^	УК по жилью №3 13	Михайловское шос...	18
7	Ук по жилью 3	30-01-р/15 ^	УК по жилью №3 9	Ватутина	3б
8	Ук по жилью 3	30-01-р/15 ^	УК по жилью №3 7	Машковцева	4
9	Ук по жилью 3	30-01-р/15 ^	УК по жилью №3 8	Тельмана	19
10	ЖБК-1 Жилищное у...	47-01-р/15 ^	Жилищное управление ЖБ...	Почтовая	4б
11	ЖБК-1 Жилищное у...	47-01-р/15 ^	Жилищное управление ЖБ...	Макаренко	2б
12	УК ЖилСервис	152-01-р/16	УК Жилсервис	Константина Засло...	80
13	Ук по жилью 3	30-01-р/15 ^	УК по жилью №3 19	Макаренко	1в
14	Ук по жилью 3	30-01-р/15 ^	УК по жилью №3 5	Луначарского	129
15	АВС-электро	363752-01кк	АВС-электро	Корочанская	53а
16	Агроторг 6086	517393-35кк	Агроторг	Сторожевая	16
17	Агроторг 6086	493261-01кк	Агроторг	Макаренко	32а
18	АгроЦентрЛиски	234171-01кк	АгроЦентЛиски	Корочанская	132в
19	Арм-синтез групп	1/2700к/09кб	Арм-Синтез групп	Константина Засло...	173

Рисунок 3.5 – Маршрутный лист по графику «Обслуга 105»

По данному маршрутному листу был построен маршрут на карте без оптимизации пути (рисунок 3.6)

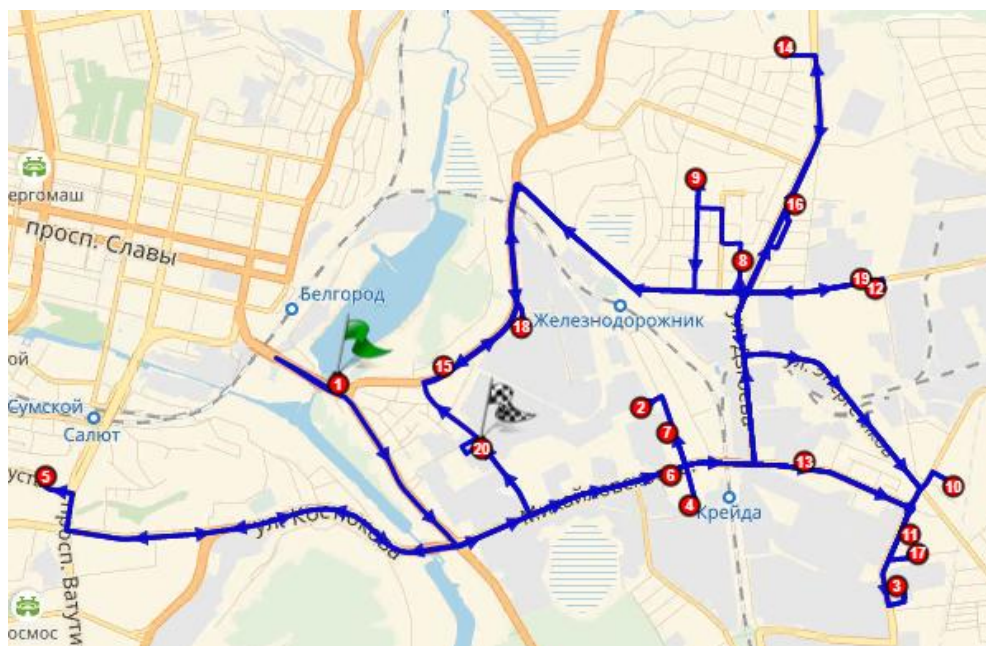


Рисунок 3.6 – Маршрут без оптимизации

Километраж данного пути составил около 44 км. Также на рисунке видно, что мусоровоз объезжая пункты делал петли, возвращался в некоторые места по несколько раз, чтобы обслужить близлежащие площадки. Можно сделать вывод о нерациональности данного маршрута.

Далее этот же маршрутный лист был загружен в обработку и проведено формирование маршрута с помощью разработанной методики (рисунок 3.7).

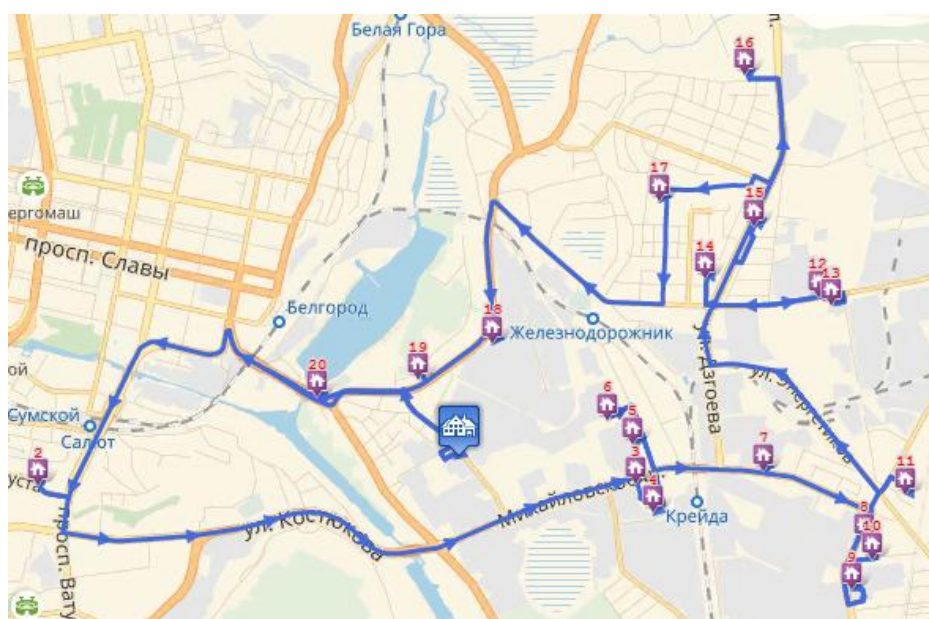


Рисунок 3.7 – Оптимизированный маршрут

> Шапка

Маршрутные задания					
Выполнение задания		Выработка	Подбор из МП	Дополнительно	
Добавить ↑ ↓ Подбор ▾ Заполнить ✓ Выполнено А↓ Я↓ Я↓ А↓					
N	Контрагент	Договор	Контейнерная площадка	Улица	Дом
1	Ук по жилью 3	30-01-р/15 ^	УК по жилью №3 12	Ватутина	26
2	Ук по жилью 3	30-01-р/15 ^	УК по жилью №3 13	Михайловское шос...	18
3	Ук по жилью 3	30-01-р/15 ^	УК по жилью №3 11	Михайловское шос...	36
4	Верста	1/3361-к/08-кб	Верста	Ватутина	4г
5	Ук по жилью 3	30-01-р/15 ^	УК по жилью №3 9	Ватутина	36
6	Ук по жилью 3	30-01-р/15 ^	УК по жилью №3 19	Макаренко	1в
7	ЖБК-1 Жилищное у...	47-01-р/15 ^	Жилищное управление ЖБ...	Макаренко	26
8	ДЖИКО	494231-01-к-к	ДЖИКО	Макаренко	14б
9	Агроторг 6086	493261-01-к-к	Агроторг	Макаренко	32а
10	ЖБК-1 Жилищное у...	47-01-р/15 ^	Жилищное управление ЖБ...	Почтовая	46
11	Ук по жилью 3	30-01-р/15 ^	УК по жилью №3 7	Машковцева	4
12	УК ЖилСервис	152-01-р/16	УК Жилсервис	Константина Засло...	80
13	Арм-синтез групп	1/2700-к/09-кб	Арм-Синтез групп	Константина Засло...	173
14	Агроторг 6086	517393-35-к-к	Агроторг	Сторожевая	16
15	Ук по жилью 3	30-01-р/15 ^	УК по жилью №3 5	Луначарского	129
16	Ук по жилью 3	30-01-р/15 ^	УК по жилью №3 8	Тельмана	19
17	АгроЦентрЛиски	234171-01-к-к	АгроЦентЛиски	Корочанская	132в
18	АВС-электро	363752-01-к-к	АВС-электро	Корочанская	53а
19	Крокус 0810	1/4061-к	ТПК "Крокус"	Корочанская	1

Рисунок 3.8 – Маршрутный лист после оптимизации

Общий километраж нового маршрута составил 36 км, что на 8 км меньше указанного ранее. Сравнивая рисунки маршрута можно увидеть уменьшение количества петель, повторных заездов в одни и те же места.

В результате внедрения разработанного решения можно получить значительные положительные изменения основных характеристик транспортировки отходов.

3.3 Разработка рекомендаций по оптимизации маршрутов движения машинного парка

На основе вышеприведённого анализа, а также реализации методики оптимизации пути, можно отметить следующие рекомендации по улучшению процесса формирования маршрута:

- Уменьшение количества графиков вывоза. Анализ графиков движения автотранспорта показал, что наличие некоторых графиков, например «8 марта», «Волчанская», «Белгород 53», «Народный бульвар», неоправданно и ведет только к увеличению вариаций маршрутов. Так как эти графики используются редко, порядка 1-4 раз в месяц, а количество контейнерных площадок вывозимых по ним невелико, то в качестве рекомендации предлагается пересмотреть графики вывоза и перезаключить договора по ним. Контейнерные площадки перенести в другие графики, тем самым уменьшить количество полупустых рейсов мусоровозов;

- Изменение состава автопарка. Проведенное изучение и анализ автопарка компании показал, что в компании используется большое количество видов автотранспорта. Однако, не все виды имеют одинаковую нагрузку. Это относится также и к самим машинам. Есть типы транспорта, которые по определению используются редко, так как они используются при вывозе какого-то определенного вида отходов, у которых график вывоза нестандартный (раз в месяц или сезонно). Такие виды оправданны. Однако, есть виды транспорта, которые по характеристикам схожи с часто используемыми, но они протаивают большую часть времени. В то время как износ других машин увеличивается, что приводит к преждевременным поломкам и затратам на ремонт. Такое неравномерное распределение нагрузки на машины может быть связано с текучкой водителей, так как за каждым водителем закреплена определенная машина. Решить данную ситуацию можно пересмотрев автопарк компании, мусоровозы которые долгое время

простаивают заменить на те виды, которые используются чаще. Закрепить за каждой машиной 2-3 водителя, чтобы при планировании рейсов водители чередовали использование разных машин, не допуская чтобы одна и та же машина была в рейсе в несколько раз чаще других таких же. Таким образом можно снизить вероятность частых поломок автотранспорта и продлить их срок эксплуатации;

- Снижение времени погрузки. В качестве направления улучшения может быть использована возможность снижения времени погрузки контейнера.

Для этого необходимо перенести контейнера из пунктов с недостаточным заполнением в пункты с переполнением контейнеров. В результате снизится разброс наполненности контейнеров, и как следствие, общие затраты на перевозку ТБО. Изучение процесса погрузки контейнеров на площадках и устранение необоснованных затрат времени также позволит снизить общее время погрузки ТБО. Например, в некоторые контейнерные площадки можно перенести на более доступное место, для сокращения времени подъезда мусоровоза к контейнерам.

- Контроль «левых» рейсов. Помимо вопроса логистической проработки маршрута, существует проблема контроля объемов вывозимых отходов. Мастерам компании необходима информация не только о выполнении водителем объезда площадок из маршрутного листа, но и о количестве отходов загруженных в машину. Это способствует пресечению незапланированных поездок так называемых «левых» пунктов сбора. Одним из возможных способов решения такой проблемы является внедрение системы спутникового мониторинга транспорта.

- Применение мусороперегрузочных станций. В настоящее время в компании используется одноэтапная система вывоза отходов. При такой системе происходит прямой вывоз ТБО от контейнерных площадок на полигон для их переработки, захоронения и уничтожения. В собственности компании находится два полигона для утилизации, однако учитывая расширяющуюся

область обслуживания, становится все более невыгодно и долго вывозить отходы на эти полигоны. Мусоровозам приходится делать большие петли при вывозе отходов из отдаленных от полигона пунктов.

Решением является применение мусороперегрузочных станций (МПС) или промежуточных пунктов сбора отходов.

Применение МПС включает в себя следующие процессы: сбор и транспортировку ТБО от мест их образования и накопления собирающими мусоровозами на МПС, частичную сортировку и переработку ТБО на МПС с извлечением из них утильных элементов; накопление и перегрузку ТБО в большегрузные транспортные мусоровозы; транспортировку ТБО на полигоны или места уничтожения. Также МПС могут применяться и для уплотнения ТБО. С применением МПС пробег мусоровозов значительно снизится, уменьшатся внутрисменные простои, которые возникают из-за ограниченного фронта приемки ТБО на полигонах и скопления там мусоровозов.

3.4 Расчет экономической эффективности предлагаемого решения

В данной части работы необходимо определить экономическую эффективность разрабатываемой системы, выявить основные пункты затрат и прибыли.

Одним из возможных направлений повышения эффективности отдела диспетчеризации является внедрение решения, позволяющего формировать маршрут с учетом снижения возможных затрат на его обслуживание.

Затраты, связанные с разработкой решения разделяют на капитальные вложения на разработку проекта (производственные затраты) и капитальные вложения на реализацию проекта (затраты на внедрение).

Общие капитальные вложения на разработку решения рассчитываются по формуле:

$$K = K_{\pi} + K_p, \quad (3.1)$$

где K_{π} – капитальные вложения на проектирование, руб; K_p – капитальные вложения на реализацию, руб.

Суммарные затраты на проектирование и программную реализацию решения определяются по формуле:

$$K_n = \sum T_i P_i [(1 + W_c)(1 + W_d) + W_h] + T_{mo} \cdot S_m \cdot K_m + C_m, \quad (3.2)$$

где T_i – время, затрачиваемое на разработку решения работником i -ой категории, человеко-дни; P_i – зарплата работника i -ой категории, руб/месяц; W_c – коэффициент, учитывающий отчисления во внебюджетные фонды; W_d – коэффициент, учитывающий районный коэффициент и отпускной коэффициент, в долях к основной зарплате; W_h – коэффициент учитывающий накладные расходы организации, в которой разрабатывается данное решение, в долях или процентах к основной зарплате работника; T_{mo} – машинное время компьютера, необходимое для разработки и отладки решения; S_m – стоимость одного часа машинного времени; K_m – коэффициент многопользования, показывающий распределение времени работы на компьютере в зависимости от количества пользователей; C_m – затраты на материалы.

Средняя зарплата разработчика составляет 18000руб/месяц, из расчета что в месяце 22 рабочих дня, дневная ставка будет равна 818руб/день. Затраты времени на разработку составили 100 дней. Итого расходы на заработную плату составили 100дней*818руб/день = 81800 рублей.

Материалы, приобретенные в процессе работы над решением и их стоимость, приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Затраты на материалы

Материалы	Тип	Количество, шт.	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Блокнот	Формата половины А5	1	50	50
Тонер	Для лазерного принтера	1	350	350
Бумага офисная	SvetoCopy	500	0,4	200
Итого:				600

Затраты на приобретение материалов S_m составили 600 руб.

Данные для расчета затрат на проектируемое решение:

$T_1 = 100$ чел./дня; $W_d = 0,3$; $W_c = 0,356$; $W_h = 0,37$; $K_m = 3$; $S_m = 8$ руб.

Таким образом, суммарные затраты на проектирование и отладку на компьютере составляют:

$$K_n = (100 \cdot 818,00)[(1 + 0,356)(1 + 0,3) + 0,37] + 480 \cdot 8 \cdot 3,0 + 600,00 = 186354,00$$

Второй составляющей затрат являются затраты на реализацию. Здесь необходимо отметить, что в затраты на реализацию проекта входят затраты связанные с прокладкой линии связи, затраты на реконструкцию и строительство зданий, а также затраты по подготовке и переподготовке кадров, затраты на создание информационной базы и затраты на приобретение типовых конфигураций. В нашем случае для реализации решения этих затрат не было. Поэтому этот пункт затрат не будет рассчитываться.

Суммарные затраты, связанные с разработкой решения $K = 186354,00$ рублей.

Для сравнения был взят аналог из сравниваемых систем управления транспортом ранее TMS-система «AXELOT: TMS Управление транспортом и перевозками»:

Стоимость покупки системы: 150000,00руб.;

Стоимость лицензий на 10 рабочих мест для диспетчеров: 41400,00 руб.;

Стоимость внедрения и сопровождения (1 месяц): 15000руб.;

Стоимость переноса данных в новую систему: 35300руб.;

Общая стоимость внедрения системы аналога: 241700,00руб.

Таким образом, внедрение решения, разработанного в данной работе, обойдется компании дешевле продукта налога.

Разработанное решение направлено на сокращение затрат, связанных с обслуживанием маршрута. На примере одного графика, рассмотрим ситуации как было и как есть со стороны затрат, сравнив значения коэффициента

полезного использования пробега и также время и расход топлива на маршрут за календарный месяц работы водителя по данному графику.

При обслуживании маршрута мусоровоз перемещается до контейнерной площадки из гаража (нулевой пробег), а также от последнего пункта сбора до полигона и обратно в гараж в конце смены. К нулевому пробегу относятся также все заезды автомобиля, не связанные с выполнением транспортного процесса, - на заправку, на техническое обслуживание, на текущий ремонт и т. д.

Показатель, характеризующий величину степени полезного использования общего пробега, называется коэффициентом использования пробега:

$$\beta = \frac{L_{\Gamma}}{L_{\text{оп}}} = \frac{L_{\Gamma}}{L_{\Gamma} + L_x + L_0}, \quad (3.3)$$

где β - коэффициент использования пробега, L_{Γ} - пробег автомобиля с грузом, км, $L_{\text{оп}}$ - общий (среднемесячный) пробег автомобиля, км, L_x - пробег автомобиля без груза, км, L_0 - нулевой пробег автомобиля, км.

Величина использования пробега иногда характеризуется коэффициентом нулевых пробегов:

$$w = \frac{L_0}{L_{\Gamma} + L_x + L_0}, \quad (3.4)$$

гд: w - коэффициент нулевых пробегов.

Взаимосвязь между коэффициентом нулевых пробегов и коэффициентом использования пробега может быть установлена через коэффициент использования пробега за рейс. Если автомобиль за месяц работы делает Z_p рейсов, при средней длине рейса с грузом $L_{\text{пр}}$ и коэффициент использования пробега за рейс β_p , то его пробег по выполнению перевозок:

$$L = \frac{Z_p L_{\text{пр}}}{\beta_p}, \quad (3.5)$$

а общий пробег за месяц работы:

$$L_{\text{оп}} = \frac{Z_p L_{\text{пр}}}{\beta_p} + L_0 = \frac{Z_p L_{\text{пр}}}{\beta_p} + L_{\text{оп}} w, \quad (3.6)$$

Где $L_{рг}$ - средняя длина рейса с грузом, км, β_p - коэффициент использования пробега за рейс, Z_p - число рейсов за месяц, $L_{оп}$ - общий пробег автомобиля за месяц, км, L_0 - нулевой пробег автомобиля за месяц, км, w - коэффициент нулевых пробогов.

Преобразовав уравнение (3.6) получим:

$$\beta = \beta_p(1 - w), \quad (3.7)$$

где: β - коэффициент использования пробега за месяц.

Рассчитанные значения по графику «Обслуга 105» за месяц работы при ручном формировании маршрута и при формировании маршрута с помощью разработанного решения, представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Расчетные значения коэффициентов

	До внедрения решения	После внедрения решения
$L_{оп}$, км	1320	1080
$L_{г}$, км	1020	930
$L_{х}$, км	120	90
L_0 , км	180	60
$L_{рг}$, км	34	31
Z_p	30	30
w	0,14	0,05
β_p	0,89	0,91
β	0,77	0,86

Как видно из таблицы после внедрения решения произошло увеличение коэффициента пробега, что означает увеличение производительности подвижного состава и значительное снижение себестоимости обслуживания по данному графику. Так как объем перевозок увеличивается без увеличения общего пробега автомобиля.

Таблица 3.3 – Показатели обслуживания маршрута

	До внедрения решения	После внедрения решения
Время в пути, ч	90	73
Расход топлива, л	46200	37800

Проанализировав данные таблицы 3.3 значения затрачиваемого времени на обслуживание маршрута и расхода топлива за месяц, можно увидеть снижение времени и расхода топлива примерно на 20%, что приводит к общему снижению затрат на обслуживание маршрута.

Таким образом, была рассчитана стоимость разработки решения, которая составила 186354,00 рублей, что на 23% меньше, чем если бы компания внедряла другую систему управления транспортом. А также рассчитаны затраты на обслуживание маршрута, которые после внедрения решения тоже снизились. В ходе проделанной работы найдены все необходимые данные, доказывающие целесообразность и эффективность разработанного решения.

Итогами третьего раздела можно выделить следующее:

Были сформулированы требования к разработанному программному решению поставленной задачи. Приведено описание программной реализации решения, а также контрольный пример работы решения, в котором были сравнены два маршрута и показано наглядно, что новый маршрут требует меньше затрат, чем тот что использовался раньше.

На основе расчетов разработаны рекомендации по составлению оптимальных маршрутов движения транспорта. Помимо оптимального маршрута было порекомендовано пересмотреть использование некоторых редко применяемых видов транспорта и распределить нагрузку на машины, чтобы избегать преждевременного выхода из строя одних и перегрузки других. Также возможно сокращение времени погрузки контейнеров и применение мусороперегрузочных станций.

Рассчитанные затраты на внедрение предложенного решения и затраты на внедрение системы аналога показали, что внедрение аналога стоит значительно больше. При сравнении объемов затрат при существовавшем порядке планирования маршрутов и при использовании предложенной методики было выявлено сокращение затрат приблизительно на 15-20%. Таким образом можно сделать вывод об экономической эффективности и целесообразности предложенной методики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы над магистерской диссертацией был изучен и проанализирован процесс транспортировки ТБО компанией «Экотранс».

В работе были проанализированы существующие методы и способы решения задач оптимизации пути, рассмотрены систему управления транспортом и их возможности, проведен анализ транспортной ситуации в городе, а также были предложены рекомендации по направлению совершенствования систем оптимизации пути.

Проведены анализ и оценка текущего состояния работы транспортной компании «Экотранс», факторов, влияющих на процесс транспортировки и существующих маршрутов, которые показали существование проблемы существенных затрат времени и горючего на передвижение транспорта, для сокращения которых было предложена разработка методики оптимизации маршрута, на основе генетического алгоритма, учитывающая необходимые факторы.

Была разработана процедура формирования маршрута, позволяющая формировать маршрут, затраты на который меньше, чем при предыдущем способе планирования маршрута. Алгоритм представляет собой применение методов, известных в теории эволюции, для эвристического поиска решений переборных задач. Решение предполагает добавление карты города с адресами контейнерных площадок, а также его интеграция в основную базу компании.

Проведена программная реализация предложенной процедуры, а также разобран контрольный пример, показавший работу программы. Были разработаны рекомендации по оптимизации маршрутов.

Проведен анализ экономической эффективности, который показал, что разработка и внедрение данного решения целесообразнее покупки новой системы.

За счет программно-алгоритмической реализации методики формирования маршрута, предложенной в работе, было достигнуто повышение эффективности процесса вывоза.

При выполнении работы был применен формализованный метод поиска кратчайших путей при составлении маршрута, а также методика учета факторов, не принимающихся в расчет при существовавшей ситуации формирования маршрута.

Спроектированный и программно-реализованный метод, дает возможность формировать маршрут, затраты на который меньше, чем при предыдущем способе планирования маршрута.

Были выполнены следующие задачи:

- проведен анализ предметной области, который выявил проблемные места в методах вывоза, проанализирован существующий процесс и построены модели «как есть» и «как будет»;

- изучены теоретические основы оптимизации движения транспортных средств предприятия, а также были выявлены направления совершенствования систем оптимизации управления транспортом;

- проанализированы основные показатели деятельности компании, факторы, влияющих на процесс транспортировки, а также существующие маршруты;

- спроектирована, программно реализована и протестирована процедура составления маршрута, а также разработаны рекомендации по совершенствованию работы машинного парка предприятия;

На основе выполненных задач, можно сделать вывод о том, что были доказаны, положения, выносимые на защиту:

- разработана процедура формирования маршрута транспорта, в которая учитывает такие ограничения как пробки, светофоры, вместимость кузова машины.

- был реализован метод формирования рационального маршрута, в основу которого был взят генетический алгоритм.

Апробация разработанного решения доказала, что использование предложенной методики планирования маршрута приводит к улучшению показателей движения автотранспорта. Разработанная методика позволяет сократить расходы компании на обслуживание маршрутов, что доказывают приведенные расчеты экономической эффективности решения.

Транспортная компания, используя систему математической оптимизации перевозок, получают реальную экономию за счет меньшего расхода топлива, более точной транспортировки в нужные места с помощью математической прокладки маршрутов перевозки программой.

Таким образом, внедрение разработанной методики в транспортную компанию «Экотранс» является эффективным и целесообразным.

Направлением дальнейших исследований может быть повышение гибкости и количества настроек параметров, зависящих от инфраструктуры города, для последующей возможности использования данного решения в других городах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Clarke, G. Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points [Text] / G. Clarke, J. Wright J. – Operations Research, 12 №4, 568-581, 1964.;
2. Hahsler, M. TSP – Infrastructure for the Traveling Salesperson Problem [Text] / M. Hahsler, K. Hornik – Journal of Scientific Software. – 2017. – Vol. 32, Issue 2. – P. 1-21.;
3. Kureichick, V. M. Genetic Algorithm for Solution of the Traveling Salesman Problem with New Features against Premature Convergence [Text] / V. M. Kureichick, V. V. Miagkikh – 2016. – С.176-179;
4. Paschos, V. The travelling salesperson problem and its variations [Text] / V. Paschos, J. Monnot., S. Toulouse / Paradigms of Combinatorial Optimization. – 2014. – P. 173-214.;
5. Wilck IV, Joseph Hubert Genetic Algorithm for the Split Delivery Vehicle Routing Problem [Text] / Joseph Hubert Wilck IV, Tom M. Cavalier – American Journal of Operations Research, Vol.2 No.2, June 20, 2012. - pp. 568-581;
6. Белгородская область в цифрах. 2017 [Текст]: Крат. стат. сб. [Текст]/ В.Ю Абросимов., Э.Е. Воинова, Н.Н.Глаголева, И.Ю.Крутикова, Т.М. Курилюк, В.Ф. Лень, А.Н.Мамин, С.И.Мосьпан, В.В.Овчинников., Л.А.Шаповал /Белгородстат. - 2017. - 272 с.;
7. Ажеронок, В.А. Профессиональная разработка в системе 1С: Предприятие 8. Том 2 [Текст] / В.А. Ажеронок, А.П. Габец, Д.И. Гончаров, 1С-Публишинг, 2-е издание – 2015, С. 290;
8. Аксёнова, О. Итоги «Убитых дорог» в Белгороде опубликовано 16.01.2018 [Электронный ресурс]/ О. Аксенова – Электрон. текстовые дан. – 2018 – Режим доступа: <http://belive.ru/v-regione/itogi-ubityh-dorog-v-belgorodskoj-oblasti/>;

9. Бекенов, Т. Эффективность логистических систем [Текст]/ Т. Бекенов, Т. Сулейменов // Прикладная логистика – 2008. - №10. - С.54-55;
10. Борознов, В.О. Исследование решения задачи коммивояжера [Текст]/ В.О. Борознов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2009. - № 2. – С. 147-151;
11. Боярский, В.Э. 1С: Предприятие 8.3 Конвертация данных: обмен данными между прикладными решениями. [Текст] / В. Э. Боярский, А. И. Филатов – М.: ООО «1С-Паблишинг»; СПб.: Питер, 2016. – 187с.;
12. Бронштейн, Е.М. Об оптимальной доставке грузов транспортным средством с учетом зависимости стоимости перевозок от загрузки транспортных средств по нескольким циклическим маршрутам [Текст] / Е. М. Бронштейн, П. А. Зелев // Информ. и ее примен.– 2014. – №8:4. – С. 53–57;
13. Вельможин, А.В. Технология организации и управление грузовыми автомобильными перевозками: учеб. для вузов [Текст] / А. В. Вельможин, А. В. Гудков, Л. Б. Миротин. – Волгоград.: Волгогр. гос. техн. ун-т, 2016. - 304 с.;
14. Воропаев, А.В. Комплексное решение задач транспортной логистики [Текст] / А.В.Волопаев //Автотрансинфо - 24 января 2011 №1 (239), с. 17-24;
15. Воркут, А.И. Грузовые автомобильные перевозки [Текст] / А. И. Воркут – Киев: Вища школа, 2014 – 447 с.;
16. Гаспарян, В.И. Об оптимальном уровне автоматизации процессов, связанных с планированием работы транспорта [Текст] /В.И.Гаспарян // Логистика сегодня - № 02(44)2011, с. 110-11;
17. Генетические алгоритмы [Электронный ресурс] // Генетические алгоритмы и не только. – Электрон. текстовые дан. – [б.м.], 2003-2007. – Режим доступа: <http://qai.narod.ru/GA/>;
18. Геронимус Б.Л. Экономико математические методы в планировании на автомобильном транспорте [Текст] / Б. Л. Геронимус, М.: Трансп., 2015. – 192 с.;

19. Гладков Л.А., Генетические алгоритмы: Учебное пособие [Текст] / Л. А. Гладков, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. — 2-е изд. — М: Физматлит, 2016. — С. 320;
20. Гуджоян О.П. Перевозка специфических грузов автомобильным транспортом [Текст]/ О.П. Гуджоян, учеб. для вузов. – М.: Трансп., 2013. – 160 с.;
21. Истомина, А.М. Вероятностный анализ одной задачи маршрутизации [Текст]/ А. М. Истомина // Дискретн. анализ и исслед. опер. – 2014. – № 21:4. – С. 42–53;
22. Кантор, И.А. (перевод) Введение в ГА и Генетическое Программирование [Электронный ресурс] / И.А. Кантор – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.algolist.manual.ru>;
23. Каргин, Р.В. Маршрутизация движения дорожных машин для сбора и вывоза отходов [Электронный ресурс]: Р.В. Каргин, А.А. Домницкий – Электрон. текстовые дан. – 2012. – Режим доступа: <http://docplayer.ru/27887694-Udk-519-6-marshrutizaciya-dvizheniya-dorozhnyh-mashin-dlya-sbora-i-vyvoza-othodov.html>;
24. Козлова, Ю. Управление транспортной логистикой [Текст] / Ю. Козлова, Н. Кочерягина // Прикладная логистика. 2016. - №2. - С. 30-32.
25. Колесников, А.В. Решение сложных задач коммивояжера методами функциональных гибридных интеллектуальных систем [Текст]/ А.В. Колесникова, И.А Кириков, С.В. Листопад, С.Б. Румовская, А.А Доманицкий — М.: ИПИ РАН, 2011. — 295 с.;
26. Кормен, Т.Х. и др. Алгоритмы: построение и анализ, 2-е издание. [Текст]/ Кормен Т. Х., Лейзерсон Ч. И., Ривест Р. Л., Штайн К.: – 2-е изд. – М.: Вильямс, 2014. – С. 1296.;
27. Костюк, Ю.Л. Эффективная реализация алгоритма решения задачи коммивояжера методом ветвей и границ [Текст] / Ю. Л. Костюк, //Прикладная дискретная математика. Вычислительные методы в дискретной математике, - 2010 - №2 (20) - С. 78-90;

28. Левина, Т.В. Системы управления транспортировкой [Электронный ресурс]: Информационные технологии в логистике и SCM, № 1(48) февраль 2012 г., / Т.В. Левина – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.lscm.ru/index.php/ru/avtoram/item/790>;
29. Левитин, А.В. Метод грубой силы: задача коммивояжера // Алгоритмы: введение в разработку и анализ [Текст]: / А. В. Левитин– М.: Вильямс, 2006. – С. 159–160.;
30. Логинова, В.Ф. Состояние природной среды: экол. бюл.-2017 [Текст]/ В. Ф. Логинова. – Минск: Минсктиппроект, 2008. – 376 с.;
31. Логистика: управление в грузовых транспортно-логистических системах [Текст]/ учеб. пособие, под ред. Л.Б. Миротина – М.: Юристъ, 2015. – 414с.;
32. Манаев, К.И., Оптимизация автомобильного и контейнерного парка при сборе и вывозе твердых бытовых отходов [Текст]/ К.И. Манаев, А.Н. Мельников // ВЕСТНИК ОГУ №10 (171)/октябрь – 2014, 53с.;
33. Моисеева, Н.М. Повышение эффективности управления процессами перевозок твердых бытовых отходов на территории области [Текст]: автореф. дис. на соиск. степ. канд. техн. наук / Наталья Михайловна Моисеева – Москва, 2008. 19с.;
34. О правилах землепользования и застройки в городе Белгороде (с изменениями на: 09.12.2014) – [Электронный ресурс]: Совет депутатов города Белгорода, решение от 27 февраля 2007 года N 429 – 2007. - №429, (27 фев.) – Электрон. текстовые дан., 2007 – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/422454037>;
35. Об утверждении муниципальной программы "Формирование современной городской среды городского округа "Город Белгород" на 2018 - 2022 годы [Электронный ресурс]: Администрация города Белгорода, постановление от 15 ноября 2017 года № 238 – 2017. - № 238, (11 нояб.). – 46 с. – Электрон. текстовые дан., 2017 – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/446588414>;

36. Островский, Н.Б. Автомобильные перевозки с применением специализированного подвижного состава: учеб.пособие [Текст] / Н. Б. Островский – М.: Моск.автомобиль.-дорож. ин-т., 2011 – 88 с.;
37. Панченко, Т.В. Генетические алгоритмы: учебно-методическое пособие [Текст]/ Т.В. Панченко. – Астрахань: Изд. дом "Астраханский университет", 2014;
38. Пападимитриу, Х. Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложность [Текст] / Х. Пападимитриу, К. Стайглиц. – М.: Мир, 2016. -213 с.;
39. Перлин, В.М. Организация централизованных контейнерных перевозок автомобильным транспортом [Текст]/ В. М. Перлин, Г. Я Рудницкий. – М.: Трансп, 2013. – 230с.;
40. Петров, Д.С. Обзор рынка YMS [Электронный ресурс] // Складские технологии - № 04(июнь) – Электрон. текстовые дан., 2008 – Режим доступа: <http://www.wms-explorer.ru>;
41. Поворот направо на красный разрешат на четырех перекрестках Белгорода [Электронный ресурс] Белгород, 18 июня, 2013. — РИА Новости. - Электрон. текстовые дан., 2013 – Режим доступа: <https://ria.ru/bel/20130618/944091173.html>;
42. Подводные камни законодательства Российской Федерации в сфере деятельности по вывозу твердых бытовых отходов [Электронный ресурс]: Нормативные документы по ТБО. – Электрон. текстовые дан., 2015. – Режим доступа: <http://greenologia.ru/othody/bytovye/zakonodatelstva-rf-tbo.html>;
43. Просветов, Г.А. Математические методы в логистике. Задачи и решения. [Текст]/ Г. А. Просветов, М.: Альфа-Пресс, 2008. – 304 с.;
44. Просветов, Г. Математические методы в логистике. Задачи и решения [Текст]/ Г. Просветов. М.: Альфа-Пресс, 2015. – 304 с.;
45. Радченко, М.Г. 1С:Предприятие 8.3. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы (+ CD) [Текст] /М. Г. Радченко,Е. Ю. Хрусталева – 2013, С. 965;

46. Руководство по ведению учета в программном модуле «Матрица.ЖКХ: Вывоз и утилизация ТБО» [Текст] – Белгород, 2017 – С. 95;
47. Ряснова, В.А., Путивцева, Н.П. Обзор методов подбора оптимальных маршрутов движения транспорта [Текст] / В.А.Ряснова, Н.П.Путивцева // Материалы международной научно-практической конференции «Естественнонаучные, инженерные и экономические исследования в технике, промышленности, медицине и сельском хозяйстве» – 2017 – г. Белгород – с.120-123;
48. Ряснова, В.А., Постников, А.Н. О методиках разработки информационных систем [Текст] / В.А.Ряснова, А.Н.Постников // Проблемы и перспективы развития мировой научной мысли – Стерлитамак: АМИ, 2017. - №1(1) – С.68-71;
49. Ряснова, В.А., Гахова, Н.Н. Сравнение методов математического моделирования для решения задачи оптимизации маршрута [Текст] / В.А.Ряснова, Н.Н.Гахова // Сборник статей XII международной научно-практической конференции, часть I, Москва: «Научно-издательский центр «Актуальность.РФ», 2017. – с.111-112;
50. Ряснова В.А., Путивцева, Н.П. Моделирование и алгоритмизация процесса подбора оптимального маршрута движения транспорта [Электронный ресурс] /В.А.Ряснова, Н.П.Путивцева – Электрон. текстовые дан. – Современные информационные технологии решения управленческих задач, Белгород – 2018 – Режим доступа: [http://iten.bsu.edu.ru/iten/science/nir-mi/#nn.](http://iten.bsu.edu.ru/iten/science/nir-mi/#nn;);
51. Сингх, Р Концепция работы замкнутого цикла планирования транспортировок / [Текст] Р.Сингх // Логистика сегодня - № 04(40)2010, с. 200-203;
52. Транспортная логистика: учебник для транспортных вузов [Текст]: / Под общей редакцией Л.Б. Миротина. – М.: Издательство «Экзамен», 2002. – 512 с;

53. Ураков, А.Р. Оценка количества вариантов обхода в задаче коммивояжера с дополнительными условиями [Текст]/ А.Р. Ураков, А.А. Михтанюк, Глобальный научный потенциал, 2012. № 21. С. 82-86;
54. Филиппов, Е.В. Настольная книга 1С:Эксперта по технологическим вопросам. Издание 2 [Текст]/ Е. В. Филиппов – М.: ООО «1С-Публишинг» – 2015, С. 313;
55. Функциональное моделирование на базе стандарта IDEF0: метод. указания / [Текст] сост. Д.Ю. Киселев, Ю.В. Киселев, А.В. Вавилин. – Самара: Изд-во СГАУ, 2014. – 20 с.;
56. Хортонен, А.А. Оптимизация маршрутов автопарка эко-компании на основе применения геомоделирования [Текст]/ А. А. Хортонен, Е. В. Сальвин // Отраслевая экономика: проблемы управления и пути решения. – 2010. - №2. – С. 17.;
57. Хрусталева, Е.Ю. 101 совет начинающим разработчикам в системе 1С:Предприятие 8 [Текст]/ Е. Ю. Хрусталева – М.: ООО «1С-Публишинг» – 2015, С. 298;
58. Хэзфилд, Р. Искусство программирования на С [Текст]/ Р. Хэзфилд, Л. Кирби – К .:DIASoft, 2015 – С. 37-38;
59. Экотранс Официальный сайт компании [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://ekotrans.su/>;
60. Яронштейн, Е.М. Об оптимальной доставке грузов транспортным средством с учетом зависимости стоимости перевозок от загрузки транспортных средств по нескольким циклическим маршрутам [Текст] / Е. М. Бронштейн, П. А. Зелёв // Информ. и её примен.– 2014. – №8:4. – С. 53–57.

Функциональная зависимость в общем виде, включающая элементы и их взаимодействия.

В явном виде за планировалось собирать статистическую инфу, для того чтобы построить корреляционную и регрессионную модели, которые позволят в аналитическом виде найти зависимость

Заключение

!Делать упор на новизну, положения выносимые на защиту доказаны!
практическую значимость.