

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра социальной информатики

**ПРИЛОЖЕНИЕ ЭВОЛЮЦИОННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В ПРОБЛЕМАХ
СОЦИОЛОГИИ**

(автореферат бакалаврской работы)

студента 5 курса 531 группы
направления 09.03.03 - Прикладная информатика
профиль Прикладная информатика в социологии
Социологического факультета
Хомицкого Ивана Ильича

Научный руководитель
кандидат физико-математических наук,
доцент

подпись, дата

М.Г. Плешаков

Зав. кафедрой
кандидат социологических наук, доцент

подпись, дата

И.Г. Малинский

Саратов 2024

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Современное общество, находясь в периоде активного технологического развития и структурных изменений, сталкивается с возрастающей необходимостью в эффективных методах обслуживания граждан, нуждающихся в социальной поддержке. Одной из таких категорий населения являются инвалиды, то есть люди с ограниченными возможностями здоровья, выражающими потребности, уникальные для их статуса и состояния здоровья.

Для удовлетворения потребностей этой группы граждан действуют различные социальные службы, включая государственные социальные службы, общественные организации и волонтеры. Также государство предпринимает такие шаги, как запуск программы «Доступная среда», которая направлена на создание условий для полноценного участия инвалидов в общественной жизни¹.

Одновременно с этим, современные города сталкиваются с рядом вызовов, таких как увеличение числа подопечных, ограниченность финансовых ресурсов и постоянный рост социальных потребностей. В результате возникает одна из основных проблем – нехватка квалифицированных сотрудников в социальных службах и других социальных организациях. Дефицит специалистов порождает трудности в эффективном распределении персонала между гражданами с ограниченными возможностями.

Для решения данной проблемы представляется перспективным использование эволюционных вычислений. С их помощью можно разработать оптимальные стратегии распределения подопечных между социальными работниками, минимизировать затраты и повысить эффективность деятельности социальных служб. Применение эволюционных вычислений становится ключевым элементом в решении задачи оптимизации человеческих ресурсов, в том числе в условиях дефицита кадров в сфере социального обслуживания.

¹ Государственная программа Российской Федерации «Доступная среда» [Электронный ресурс] - URL: <https://mintrud.gov.ru/ministry/programms/3/0> (Дата обращения 05.02.2024). – Загл. с экрана. – Яз.Рус.

Таким образом, актуальность темы исследования проявляется в стремлении адаптировать современные технологии, включая эволюционные вычисления, к потребностям социальных служб. Это обеспечит оптимальное распределение ресурсов, повысит эффективность и качество социальной поддержки в условиях динамично меняющегося общества и сохраняющихся проблем с человеческими ресурсами в сфере социального обслуживания.

Степень научной разработанности проблемы.

Проблема эффективного управления человеческими ресурсами в сфере социального обслуживания привлекает внимание ученых и практиков в современном обществе. В этом контексте эволюционные вычисления представляют собой перспективное направление, которое находится в центре научного исследования и практической реализации.

Эволюционные вычисления в настоящее время широко применяются в различных областях, включая планирование, дизайн, моделирование и идентификацию, контроль и классификацию. Эти алгоритмы представляют собой мощный инструмент для оптимизации решения сложных задач, которые включают в себя множество переменных и ограничений.

Применение эволюционных вычислений в планировании представляет собой одно из наиболее ярких примеров их эффективного использования. Например, решение задачи коммивояжера позволяет не только планировать оптимальный маршрут, но и составлять навигацию, что делает их применимыми в различных областях, включая автомобильную промышленность и транспортную логистику².

Эволюционные вычисления широко применяются в финансовой аналитике, включая оценку рисков в финансовых учреждениях. Например, в методе Value-at-Risk (VaR) эволюционные алгоритмы используются для оценки распределения доходности финансовых активов. Традиционные модели, основанные на нормальном распределении, часто вносят систематическую

² Справочник по эволюционным вычислениям / К. Де Йонг, Л. Фогель, Х.-П. Швэфель. - М.: Изд-во IOP Publishing Ltd и Oxford University Press, - Вып. 97/1. 1997. – С. 940. (4).

ошибку. Для более точных оценок VaR используется t-распределение, а эволюционные алгоритмы позволяют оптимизировать его параметры, обеспечивая успешные расчеты VaR с высокой достоверностью³.

В медицине также широко используются эволюционные вычисления для решения разнообразных задач. Например, они применяются в синтезе информационно-измерительных устройств, которые играют важную роль в медицинском приборостроении. Эти устройства предоставляют врачам возможность проводить различные инструментальные методы исследования, необходимые для диагностики и лечения пациентов. Применение эволюционных вычислений в данной области позволяет разрабатывать оптимальные конфигурации устройств с учетом специфических требований медицинского характера и критериев оптимизации⁴.

Несмотря на широкий спектр применений, отмечается, что эволюционные вычисления почти не применяются к социологическим проблемам. Возможно, это связано с особенностями данных в этой области и спецификой задач, требующих более гибких и контекстуальных методов анализа. Тем не менее, с углублением исследований и развитием методологии применения эволюционных вычислений, их потенциал для решения социологических проблем может быть в полной мере освоен.

Таким образом, степень научной разработанности проблемы эффективного управления человеческими ресурсами в социальном обслуживании демонстрирует растущий интерес к применению эволюционных вычислений в различных сферах деятельности. Их широкий спектр применения

³ Улудаг, Г., Сенел, К., Этанер-Уяр, А.С., Даг, Х. Применение эволюционного алгоритма для расчета VaR // Материалы V международной конференции WSEAS по искусственному интеллекту, инженерии знаний и базам данных. - Мадрид, Испания, 15-17 февраля 2006 г. - С. 127-132. - (Отделение вычислительной науки и инженерии, ИТУ; Кафедра менеджмента, Университет Ишик; Кафедра компьютерной инженерии, ИТУ, Маслак, Турция)

⁴ Липницкая Н.Т. Синтез информационно-измерительных устройств с применением эволюционных вычислений: автореф. дис. ... канд. тех. наук / Н.Т. Липницкая. – Минск, 2005. - 103 с.

и потенциал для оптимизации сложных задач делают их значимым инструментом в современном мире.

Объектом в данной работе является процесс оказания социальной поддержки людям с ограниченными возможностями в городе Саратове.

Предметом выступит разработка программного решения, направленного на оптимизацию работы социальной организации через эволюционные вычисления.

Цель данной работы заключается в разработке программы, которая позволит существенно повысить эффективность работы социальной организации за счет оптимизации маршрутов и распределения нагрузки между социальными работниками.

Для достижения поставленной цели работы были определены следующие **задачи**:

- рассмотреть основные принципы и технологии разработки программ;
- описать этапы разработки программы, включая анализ требований, проектирование архитектуры, реализацию и тестирование;
- рассмотреть существующие проблемы и особенности работы социальных учреждений в городе Саратове;
- разработать и реализовать программное решение на основе эволюционного алгоритма.

Эмпирической базой выпускной квалификационной работы является авторская разработка программного обеспечения для оптимизации маршрутов и распределения нагрузки среди социальных работников.

Практическая значимость предложенного программного решения в области оптимизации работы социальной организации проявляется в потенциальной способности системы улучшить процессы при наличии достаточного количества человеческих и финансовых ресурсов. При наличии дополнительного финансирования и кадровых ресурсов система готова к масштабированию и адаптации под различные потребности социальной

организации, что делает ее ключевым инструментом для повышения эффективности работы.

Структура выпускной квалификационной работы представлена определениями, введением, тремя главами, заключением, списком использованных источников и шестью приложениями.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе «Анализ социальных организаций и применение современных технологий для решения их проблем» рассматриваются работа социальных служб в городе Саратове, проблемы и вызовы, с которыми сталкиваются социальные работники, а также возможные решения этих проблем с помощью современных технологий и эволюционных алгоритмов. В городе Саратов существует развитая система социальных служб, включающая государственные, муниципальные, общественные и частные организации. Эти службы оказывают разнообразные виды социальной поддержки, направленные на улучшение качества жизни различных категорий граждан. Государственные учреждения, такие как ГКУ СО "Комитет социальной поддержки населения (КСПН) города Саратова"⁵, реализуют государственную политику в сфере социальной защиты, предоставляя помощь людям с ограниченными возможностями, пожилым гражданам и малообеспеченным семьям. Общественные и волонтерские организации, такие как Фонд социальной поддержки "Хорошие люди"⁶ и Саратовское региональное отделение Всероссийской общественной организации "Союз добровольцев России"⁷, играют значительную роль в оказании помощи нуждающимся, организуя различные программы и мероприятия.

⁵ Комитет социальной поддержки населения города Саратова [Электронный ресурс] – URL: https://social.saratov.gov.ru/social_state_institutions/uspn/saratov_kspn/ (Дата обращения 29.04.2024). – Загл. с экрана. – Яз.Рус.

⁶ Фонд социальной поддержки «Хорошие люди» [Электронный ресурс] - URL: <https://horoshieludi.com/#actual> (Дата обращения 30.04.2024). – Загл. с экрана. – Яз.Рус.

⁷ В Саратове волонтеры открыли пункт приема гуманитарной помощи нуждающимся [Электронный ресурс] - URL: <https://molodezh64.saratov.gov.ru/news/2923> (Дата обращения 30.04.2024). – Загл. с экрана. – Яз.Рус.

Исследование выявило, что социальные работники в России сталкиваются с рядом серьёзных проблем и вызовов, которые существенно затрудняют их деятельность и снижают эффективность работы социальных организаций. Основные проблемы включают недостаточное финансирование социальных программ и организаций, что ограничивает возможности предоставления качественных услуг и снижает уровень оплаты труда социальных работников, что негативно сказывается на их мотивации и профессионализме⁸. Также значительными проблемами являются бюрократические барьеры и избыточная отчётность, требующие значительных временных затрат и уменьшающие способность социальных работников оказывать непосредственную помощь нуждающимся. Неопределённость законодательства и частые изменения в нормативных актах затрудняют координацию действий между различными уровнями власти и социальными организациями, что приводит к дублированию функций и снижению эффективности работы социальных служб⁹. Недостаток профессиональной подготовки и отсутствия систематического повышения квалификации также является серьёзным вызовом, приводящим к дефициту компетентных специалистов.

Для решения вышеуказанных проблем предложены современные технологии для оптимизации работы социальных служб, включая жадный алгоритм, метод ветвей и границ, динамическое программирование, метод роя частиц, алгоритм муравьиной колонии и эволюционные алгоритмы. Каждый из этих методов обладает своими преимуществами и недостатками. Жадный алгоритм прост в реализации и быстр, но не всегда оптимален. Метод ветвей и границ высокоэффективен, но ресурсоёмок. Динамическое программирование

⁸ В.В.Козлов Социальная работа – проблемы и стратегии развития // Официальный сайт доктора психологических наук, профессора Владимира Козлова [Электронный ресурс] - URL: <http://zi-kozlov.ru/articles/1124-socialworkproblems> (Дата обращения 01.05.2024). – Загл. с экрана. – Яз.Рус.

⁹ Шайхатдинов Владимир Шамильевич Проблемы Российской системы социального обслуживания граждан в контексте федерального закона № 442-ФЗ // Российское право: образование, практика, наука. 2017. №6 (102). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-rossiyskoj-sistemy-sotsialnogo-obsluzhivaniya-grazhdan-v-kontekste-federalnogo-zakona-442-fz> (дата обращения: 02.05.2024). – Загл. с экрана. – Яз.Рус.

эффективно для сложных задач, но требует значительных объёмов памяти. Методы роя частиц и муравьиной колонии хорошо справляются с задачами маршрутизации, но требуют точной настройки. Эволюционные алгоритмы, благодаря своей гибкости и адаптивности, оказались наиболее подходящими для решения задач оптимизации в условиях изменяющихся требований и ограничений.

Эволюционные алгоритмы (ЭА) представляют собой мощный инструмент для решения сложных задач оптимизации¹⁰. Они моделируют процесс естественного отбора, характерный для биологической эволюции, и включают такие механизмы, как наследственность, мутация и селекция. Основная идея ЭА заключается в использовании популяции возможных решений, которая эволюционирует с течением времени, чтобы найти наилучшее решение. Эти алгоритмы включают несколько основных видов, каждый из которых имеет свои особенности и применяется в различных областях: генетические алгоритмы, эволюционные стратегии, эволюционное программирование и генетическое программирование¹¹. Несмотря на схожесть принципов работы, каждый из этих алгоритмов обладает уникальными чертами, которые делают его более подходящим для определённых задач. Проведённый анализ показал, что генетические алгоритмы¹², благодаря своей гибкости и адаптивности, лучше всего подходят для решения задачи оптимизации работы социальных работников в Саратове.

Во второй главе «Этапы разработки программного решения» рассматриваются основные этапы создания программного обеспечения¹³ для

¹⁰ Introduction to Evolutionary Algorithms/ Xinjie Yu, Mitsuo Gen. London: Springer-Verlag London, 2010. 418 pp.

¹¹ Evolutionary Deep Neural Architecture Search: Fundamentals, Methods, and Recent Advances/ Yanan Sun, Gary G. Yen, Mengjie Zhang; SE. Janusz Kasprzyk. Cham, Switzerland: Springer Nature Switzerland AG., 2023. 331 pp.

¹² Гладков Л.А., Курейчик ВВ., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы / Под ред. В.М. Курейчика. – 2-е изд., исправл. И доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 368 с. с. – ISBN 978-5-9221-0510-1. С. 9-126

¹³ Перл И. А., Калёнова О. В. Введение в методологию программной инженерии: Учебное пособие. – СПб. : Университет ИТМО, 2019. – 53 с.

оптимизации работы социальных организаций, оказывающих помощь людям с ограниченными возможностями в городе Саратов. В работе использовалась спиральная модель разработки, которая объединяет итеративный и инкрементальный подходы с управлением рисками. Это позволило реализовать простой функционал, протестировать его, анализировать и дорабатывать, что в конечном итоге привело к достижению итоговой версии программного обеспечения.

Практическое применение теоретических знаний включало разработку технического задания для автоматизации процесса приема заявок, распределения нагрузки между социальными работниками и оптимизации маршрутов с помощью генетического алгоритма. В техническое задание были включены ключевые функциональные и нефункциональные требования, такие как поиск расстояний между объектами, оптимизация маршрутов, равномерное распределение заданий, хранение данных в базе данных и обеспечение безопасности информации.

Для разработки программного решения были рассмотрены несколько альтернативных подходов и технологий. Основное внимание уделено выбору языка программирования и библиотек. В результате анализа были выбраны Python и библиотеки: Geopy, Aiogram, Math, Selenium, Logging, Enum, Random, asyncio, mysql.connector и Vedis¹⁴. Telegram был выбран в качестве платформы для взаимодействия с пользователями благодаря удобству и возможности быстрого внедрения.

Практическое применение включало использование объектно-ориентированного и процедурного программирования для модульности и гибкости. Генетический алгоритм был выбран для оптимизации маршрутов. Архитектура системы основана на модели Model-View-Controller (MVC) и

¹⁴ The Python Standard Library [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.python.org/3.11/library/index.html> (Дата обращения 13.03.2024). – Загл. с экрана. – Яз.Рус.

монолитной структуре, что упрощает разработку¹⁵. Система конечных автоматов (FSM) управляет состояниями пользователей, а база данных MySQL обеспечивает надежное хранение данных. Для кэширования состояния пользователей и хранения часто используемых данных использовалась база данных Vedis. Анализ рисков охватывал технические сложности, ограничения по времени и вопросы масштабируемости, с разработкой стратегий для их минимизации. Эти меры позволили эффективно реализовать проект и минимизировать возможные проблемы.

Разработка программного решения для оптимизации работы социальных организаций в Саратове включала несколько ключевых этапов. Начальная инициализация проекта охватывала подготовку среды разработки на языке Python и создание базовой структуры проекта, включая ключевые модули и компоненты, такие как `main.py`, `config.py`, `db.py`, `yandex_coords.py`, и файл зависимостей `requirements.txt`. Функциональные зависимости включали библиотеки `aiogram`, `mysql-connector-python`, `redis`, `selenium` и `geopy`. Процесс разработки продолжился с созданием базы данных MySQL¹⁶, где были созданы таблицы для клиентов, сотрудников, магазинов и аптек, обеспечивая базовую функциональность системы. Для работы с базой данных был разработан модуль `db.py`, который включал функции для подключения, чтения, записи и перезаписи данных.

Для управления взаимодействиями с пользователями и их состояниями была внедрена система конечных автоматов (FSM) с использованием библиотеки `enum`¹⁷. FSM представляет собой математическую модель, состоящую из конечного числа состояний, переходов между ними и действий, выполняемых в каждом состоянии. Управление состояниями пользователей

¹⁵ Мартин Р. Чистая архитектура. Искусство разработки программного обеспечения. — СПб.: Питер, 2021. — 352 с.: ил. — (Серия «Библиотека программиста»). ISBN 978-5-4461-0772-8

¹⁶ MySQL Documentation [Электронный ресурс] – URL: <https://dev.mysql.com/doc/> (Дата обращения 13.03.2024). – Загл. с экрана. – Яз.Рус.

¹⁷ Конечный автомат: теория и реализация [Электронный ресурс] – URL: <https://tproger.ru/translations/finite-state-machines-theory-and-implementation> (Дата обращения 13.03.2024). – Загл. с экрана. – Яз.Рус.

осуществлялось с помощью базы данных Vedis¹⁸, обеспечивающей высокопроизводительный и быстрый доступ к данным. Значения хранились по принципу ключ-значение в виде хэш-таблицы, что позволяло системе запоминать и продолжать действия с пользователями на том этапе, где они остановились в прошлый раз.

Telegram-бот был разработан для взаимодействия с пользователями с использованием библиотеки Aiogram¹⁹. Бот выполняет ключевые функции: регистрацию пользователей, получение геолокации социальных работников, прием заявок, их распределение и предоставление обратной связи. Регистрация пользователей реализована с помощью функций, обрабатывающих команды и ввод данных, где начальное состояние пользователя обновляется в зависимости от введенной информации. Основной обработчик команды /start и функции, такие как cmd_start, управляют взаимодействием с пользователями.

Асинхронное выполнение задач обеспечивалось библиотекой asyncio, что позволяло обрабатывать несколько запросов одновременно, улучшая производительность и отзывчивость системы. Определение координат осуществлялось запросом геолокации у социальных работников через Telegram, а для клиентов использовался модуль работы с Яндекс Картами, который с помощью библиотеки Selenium автоматически определял координаты по введенному адресу. Клиенты создают заказы через бота, указывая необходимые данные, которые затем обрабатываются и записываются в базу данных. Этапы создания заказа и ввода данных реализованы в различных функциях, таких как reg_user_name и reg_user_address.

Система распределяет заявки среди доступных социальных работников, оптимизируя маршруты с помощью генетического алгоритма, реализованного в функции user_enter_grocery_list. Telegram-бот отправляет уведомления пользователям о статусе их заявок через функцию send_feedback. Основные

¹⁸ Vedis Documentation [Электронный ресурс] – URL: <https://vedis-python.readthedocs.io/en/latest/> (Дата обращения 13.03.2024). – Загл. с экрана. – Яз.Рус.

¹⁹ Aiogram [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.aiogram.dev/en/latest/> (Дата обращения 13.03.2024). – Загл. с экрана. – Яз.Рус.

функции бота, такие как `cmd_start`, `get_location` и другие, реализованы с помощью Aiogram, обеспечивая полный цикл работы с пользователями.

Генетический алгоритм был внедрен в систему для оптимизации маршрутов и распределения нагрузки между социальными работниками, минимизируя суммарное расстояние, которое должны преодолеть сотрудники. После ввода пользователем списка продуктов из аптеки и магазина заявка формируется и распределяется среди свободных сотрудников с помощью функции `matchAnEmployer`. Эта функция рассчитывает расстояния от сотрудника до аптеки, от аптеки до магазина и от магазина до клиента, выбирая наилучший маршрут. Индивидом является запись о сотруднике, включающая дистанцию и данные ближайших аптек и магазинов. Процесс оценки пригодности выполняется функцией `calc_result_dist`, где меньшая дистанция означает лучшую пригодность сотрудника. Мутация была исключена из алгоритма, так как она не являлась оптимальной для проекта. Процесс размножения включает выбор наилучшего сотрудника, который получает заказ. После выполнения всех этапов алгоритма выбранный сотрудник уведомляется о новом заказе.

Тестирование и отладка системы включали проверку работы базы данных, системы конечных автоматов, интеграции с Telegram, точности координат клиентов и эффективности генетического алгоритма. После успешного тестирования проведена сборка и интеграция всех компонентов в единую систему, обеспечив их стабильную и надежную работу. Итеративный подход к разработке, включающий инициализацию, реализацию функций, тестирование и интеграцию, обеспечил создание функциональной системы, соответствующей требованиям проекта.

В третьей главе «Практическая реализация» описываются сценарии работы для пользователей и приводятся результаты работы программы. Система позволяет социальным работникам и клиентам эффективно взаимодействовать через телеграм-бот *Compass of Kindness*, обеспечивая точное распределение задач и маршрутов с использованием генетического алгоритма.

Сценарий взаимодействия социального работника с ботом:

1. Социальный работник находит и запускает чат с ботом Compass of Kindness.
2. Иницируется диалог, вводится команда `"/start"` и выбирается роль "Социальный работник".
3. Бот запрашивает имя социального работника, которое сохраняется в базе данных.
4. Социальный работник начинает смену, передает свою геопозицию.
5. Бот назначает заказ из очереди.
6. После завершения заказа социальный работник выбирает между завершением заказа или смены.
7. Обновляется геопозиция и предоставляется новый заказ или завершается смена.

Сценарий взаимодействия клиента с ботом:

1. Клиент запускает чат с ботом.
2. Иницируется диалог, вводится команда `"/start"` и выбирается роль "Клиент".
3. Клиент вводит свое имя и адрес.
4. Клиент нажимает кнопку "Сделать заказ".
5. Клиент вводит список покупок из аптеки и магазина.
6. Система находит ближайшего свободного социального работника и назначает ему заказ.
7. Клиент получает уведомление о назначении заказа и о том, что социальный работник уже в пути.

Эффективность работы системы подтверждается результатами вычислений, представленными в логах. Логи включают данные фильтрации свободных сотрудников, вывод популяции, результаты сортировки популяции и итоговый результат - выбор наилучшего сотрудника для выполнения заказа. Эти данные демонстрируют эффективность генетического алгоритма в оптимизации маршрутов и распределении нагрузки среди социальных работников, что

значительно повышает общую производительность и качество предоставляемых социальных услуг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломной работы была разработана комплексная система оптимизации работы социальных служб города Саратова с использованием генетических алгоритмов. Основной целью исследования стало создание эффективного инструмента, способного повысить производительность социальных работников и улучшить качество обслуживания населения.

Одной из важнейших задач, выявленных в ходе анализа социальных организаций, стало обеспечение оптимизации маршрутов и равномерного распределения нагрузки среди социальных работников. Эти аспекты имеют решающее значение для повышения эффективности и качества предоставляемых услуг. Важно было разработать систему, которая могла бы автоматически и точно определять оптимальные маршруты для социальных работников, учитывая координаты подопечных, аптек и магазинов, а также обеспечивать наименьшие временные и транспортные затраты.

Разработка программного решения включала создание Telegram-бота для взаимодействия с пользователями, базы данных для хранения информации о клиентах и социальных работниках, модуля для определения координат, а также реализацию системы конечных автоматов для управления состояниями пользователей и социальных работников. Важным аспектом реализации системы стало использование асинхронного программирования с помощью библиотеки `asynсio`, что позволило значительно повысить производительность и отзывчивость системы.

Генетический алгоритм, разработанный для оптимизации маршрутов и распределения нагрузки, доказал свою эффективность в условиях реального использования. Алгоритм учитывал координаты подопечных, аптек и магазинов, обеспечивая построение наименее затратных маршрутов и равномерное распределение задач между социальными работниками. Результаты

тестирования подтвердили высокую точность и надежность разработанного решения.

Разработанная система успешно прошла этапы тестирования и отладки, продемонстрировав свою работоспособность и соответствие требованиям дипломного проекта. Основные задачи, поставленные в рамках исследования, были полностью решены. Система оптимизации работы социальных служб показала высокую эффективность и надежность, обеспечивая значительное сокращение времени на выполнение заказов и более равномерное распределение нагрузки среди сотрудников.

Результаты работы могут быть рекомендованы для использования в других регионах и на уровне всей страны. Масштабирование системы, интеграция с существующими информационными системами социальных служб и обучение пользователей позволят значительно улучшить качество социальных услуг и повысить уровень жизни населения. В дальнейшем программа может быть доработана с учетом ряда особенностей, таких как возможность делать заказ только в аптеке или только в магазине, а не в обоих местах одновременно. Также могут быть добавлены функции отслеживания выполнения заказов в реальном времени и автоматические уведомления клиентов о статусе их заказов. Внедрение разработанной системы внесет значительный вклад в развитие социальной сферы, обеспечивая более эффективное и качественное обслуживание граждан