

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Факультет компьютерных технологий и прикладной математики
Кафедра информационных технологий

КУРСОВАЯ РАБОТА

**РАЗРАБОТКА ГИС УЧЕТА И АНАЛИЗА ГЕОДАННЫХ О
ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВАХ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО
ДВИЖЕНИЯ**

Работу выполнил _____ А.С. Онянов
(подпись)

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность Системное программирование и компьютерные технологии
(Математическое и программное обеспечение вычислительных машин)

Научный руководитель
канд. техн. наук, доц. _____ А.Н. Полетайкин
(подпись)

Нормоконтролер
ст. преп. _____ А.В. Харченко
(подпись)

Краснодар
2020

РЕФЕРАТ

Курсовая работа содержит 40 страниц, 14 рисунков, 14 источников.

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА, ГЕОДААННЫЕ, ТЕХНИЧЕСКИЕ
СРЕДСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛЕОРИТМ
ЭВОЛЮЦИЯ КРОССИНЕОВЕР МУТАЦИЯ

Цель работы разработать приложение для оптимизации организации обслуживания технических средств обеспечения движения на основе генетического алгоритма.

Задачи:

- аналитический обзор аналогов;
- выбор средств разработки;
- проектирование базы данных;
- разработка генетического алгоритма;
- реализация программного продукта.

Генетические алгоритмы актуальны в тех случаях, когда необходимо найти решение с небольшими затратами времени и ресурсов.

В данной курсовой работе рассмотрено создание генетического алгоритма для составления регламента обслуживания технических средств организации дорожного движения.

В ходе курсовой работы изучены и проработаны на практике принципы разработки генетических алгоритмов.

В работе реализован приложение для составления регламента технического обслуживания технических средств обеспечения дорожного движения

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Геоинформационные системы	6
1.1 Основные понятия геоинформационных систем.....	6
1.2 Классификация геоинформационных систем	7
1.3 Структура геоинформационных систем	8
1.5 Геоинформационные системы в организации дорожного движения.....	9
1.6 Обзор геоинформационных систем	11
2 Генетические алгоритмы	12
2.1 Описание классического генетического алгоритма	12
2.2 Формирование начальной популяции.....	15
2.3 Оценка приспособленности	15
2.4 Проверка условия останова алгоритма.....	16
2.5 Селекция	16
2.6 Скрещивание	20
2.7 Мутация.....	23
2.8 Формирование новой популяции	23
2.9 Заключение.....	23
3 Инструментальные средства разработки геоинформационной системы ...	25
3.1 Обоснование выбора среды разработки	25
3.2 Qt – инструмент кроссплатформенной разработки программного обеспечения	25
3.3 Обоснование выбора СУБД.....	26
3.4 Система управления базами данных MySQL.....	26
4 Проектирование и разработка геоинформационной системы.....	28
4.1 Обоснование выбора генетического алгоритма	28

4.2 Проектирование и разработка генетического алгоритма	28
4.3 Создание базы данных для геоинформационной системы.....	31
4.4 Разработка клиентского приложения.....	33
Заключение	38
Список использованных источников	39

ВВЕДЕНИЕ

Во второй половине XX века появилось множество инновационных технологий, которые повлекли развитие официальных методов пространственной оценки. Революционные достижения в сфере компьютерных технологий, информатики и компьютерной графики, богатейший опыт топографического и, особенно, тематического картографирования, а также удачные эксперименты автоматизировать картосоставительский процесс, привели к возникновению и бурному развитию географических информационных систем.

В настоящее время во всем мире интенсивно развивается направление цифровизации и геоинформационные системы пользовательского уровня. Важнейшим направлением здесь выступает обеспечение безопасности и качества дорожного движения и цифровизация инфраструктурных средств.

Для ближайшего будущего человечества наибольший интерес представляет создание устойчивого, безопасного, надежного и инновационного общества через цифровизацию и продвижение, применения новейших технологий и эффективного использования данных.

В данной курсовой работе будет рассмотрено создание программной реализации геоинформационной системы учета и анализа геоданных о технических средствах организации дорожного движения, позволявшей составлять оптимальный регламент обслуживания технических средств обеспечения дорожного движения.

В работе реализована программа, позволяющая хранить и обрабатывать геоданные о технических средствах обеспечения дорожного движения позволяющей составлять оптимальный регламент обслуживания технических средств обеспечения дорожного движения.

1 Геоинформационные системы

1.1 Основные понятия геоинформационных систем

Географическая информационная система или геоинформационная система (ГИС) – это информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, анализ и отображение пространственных данных и связанных с ними непространственных, а также получение на их основе информации и знаний о географическом пространстве.

Использование информационных систем, в настоящее время, выходит за рамки специально подготовленных операторов и программистов. У большего числа пользователей возникает необходимость постоянной работы с информационными системами.

Для программистов и руководителей всех направлений, главным требованием в современном мире является умение обрабатывать большие потоками информации и применять новые технологии с целью решения задач управления и мониторинга.

Взаимодействие информатики и картографии стало базой для формирования нового направления - геоинформационного картографирования. Суть геоинформационного картографирования составляет автоматизированное информационно-картографическое моделирование баз знаний и социально-экономических геосистем на основе геоинформационных систем.

ГИС-технологии породили еще одну линию - оперативное картографирование. Создание и использование карт в реальном или близком к реальному масштабе времени для того, чтобы быстрого и своевременного информировать пользователей и изменения на ход процесса. Базовыми данными для оперативного картографирования служат материалы

непосредственных наблюдений, замеров, статистические данные и материалы аэрокосмических съемок.

1.2 Классификация геоинформационных систем

Геоинформационные системы в сфере организации дорожного движения создаются с целью решения задач по наблюдению, отслеживанию, оценке, прогнозированию ситуаций на дорогах в населенных пунктах и трассах, рациональному применению природных резервов и для инфраструктурного проектирования, городского и регионального планирования, для принятия оперативных мер в условиях чрезвычайных ситуаций.

Различные геоинформационные системы могут классифицироваться в зависимости от задач, возникающих в жизни (рис. 1).



Рисунок 1 – Классификация геоинформационных систем

Классификация геоинформационных систем по нижеследующим признакам:

- 1) По функциональным возможностям:

- а) полнофункциональные геоинформационные системы общего назначения;
 - б) специализированные геоинформационные системы направлены на решение определенной задачи в какой-либо предметной области;
 - в) информационно-справочные системы для домашнего и информационно-справочного пользования.
- 2) По пространственному (территориальному) охвату:
- а) глобальные (планетарные);
 - б) общенациональные;
 - в) региональные;
 - г) локальные (в том числе муниципальные).
- 3) По проблемно-тематической ориентации:
- а) общегеографические;
 - б) экологические и природопользовательские;
 - в) отраслевые (водных, дорожных ресурсов, лесопользования, геологические, туризма и т.д.);
- 4) По способу организации географических данных:
- а) векторные;
 - б) растровые;
 - в) векторно-растровые геоинформационные системы.

1.3 Структура геоинформационных систем

Несмотря на все многообразие областей информационного моделирования и атрибутов, характерных для создаваемых и действующих ГИС, можно выделить в них несколько модулей или подсистем, выполняющими четко определенные функции:

- сбор;
- обработка;
- моделирование и анализ.

1.5 Геоинформационные системы в организации дорожного движения

Организация дорожного движения — комплекс организационно-правовых, организационно-технических мероприятий и распорядительных действий по управлению движением на дорогах, направленный на гарантирование безопасности дорожного движения.

Схема организации дорожного движения состоит из:

- контуров автомобильных дорог;
- расположения светофоров;
- разметки, в том числе пешеходных переходов и тротуаров;
- дорожных знаков и ограждений;
- освещения;
- остановок общественного транспорта;
- искусственных сооружений;
- железнодорожных переездов.

Элементы управления дорожным движением имеют условные обозначения и представлены на схеме (рис. 3).

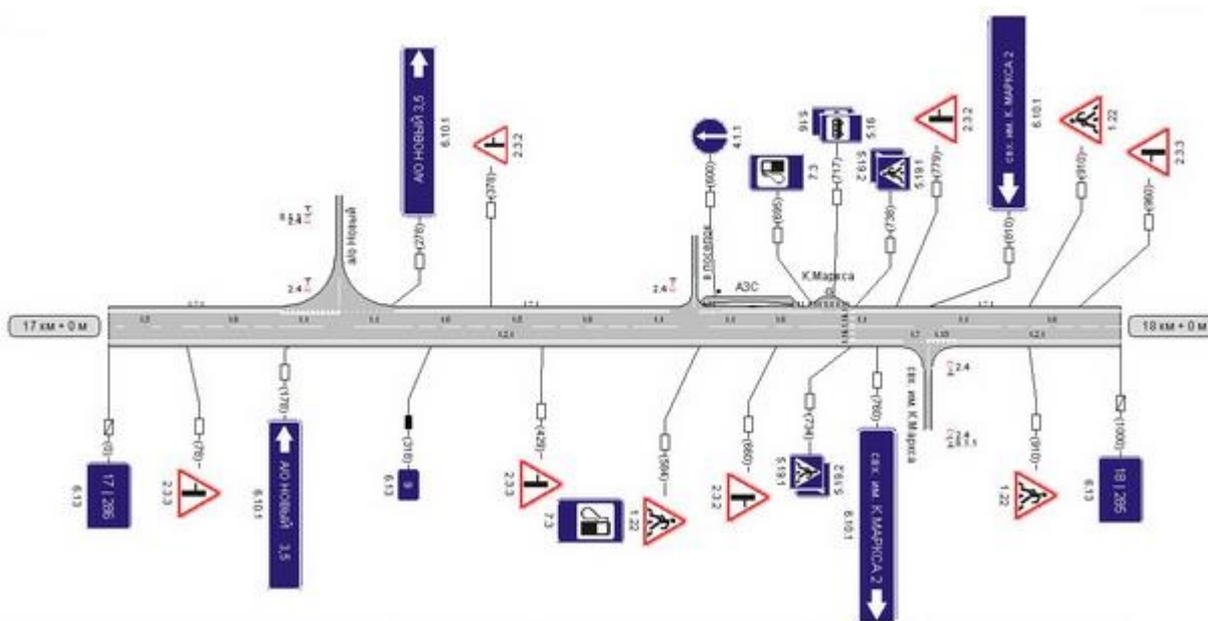


Рисунок 3 – Пример схемы организации дорожного движения

Роль ГИС заключается в отражении в графическом виде информации о реальной ситуации в городе в режиме текущего времени:

- отражение данных о дорожном движении в реальном времени;
- отражение объектов (оборудование, транспортные средства и т.п.)
- сообщение команд в картографическом формате в службу оперативного реагирования;
- контроль оборудования (камеры, коммуникативное оборудование);
- сообщение данных о дорожном движении в
- картографическом формате оперативному персоналу и водителю.

Знаки и светофоры устанавливают так, чтобы они оценивались только участниками движения, для которых они предназначены. Знаки и светофоры закрыты какими-либо препятствиями (рекламой, зелеными насаждениями,

опорами наружного освещения и т.п.), обеспечивали удобство эксплуатации и уменьшали вероятность их повреждения.

1.6 Обзор геоинформационных систем

В ходе выполнения курсовой работы были рассмотрены следующие программные продукты: EasyTrace, MapEdit, OziExplorer.

Easy Trace Pro – инструмент для обработки и векторизации топографическая карта, снимков городской застройки и других материалов.

MapEdit – это программное обеспечение для создания и редактирования цифровых векторных карт с использованием в качестве основы растровых изображений традиционных карт, космических и аэрофотоснимков, схем и других картографических материалов.

OziExplorer – это программное обеспечение для растровой навигации и картографии.

Каждый из перечисленных программных продуктов создавался непосредственно для решения определенного количества задач. Не один из рассмотренных программных продуктов не решил бы все необходимые задачи. Так же существует проблема модификации рассмотренного программного обеспечения так как эти решения лицензированы и нет доступа к исходному коду. Поэтому было принято решение разрабатывать свою геоинформационную систему.

2 Генетические алгоритмы

2.1 Описание классического генетического алгоритма

Генетические алгоритмы – процедуры поиска, основанные на механизмах естественного отбора и наследования.

Определения, используемые в области генетического алгоритма:

Популяция – конечное множество особей [10].

Особь – набор хромосом с закодированными в них множествами параметров задачи, т.е. решений (точки в пространстве поиска).

Хромосома - упорядоченная последовательность генов [10].

Ген – атомарный элемент генотипа [10].

Генотип или структура - набор хромосом данной особи. Следует учесть, что особь может быть представлена как генотипом, так и единичной хромосомой.

Фенотип – набор значений, соответствующих данному генотипу, т.е. декодированная структура или множество параметров задачи [10].

Аллель – значение конкретного гена, также определяемое как значение свойства или вариант свойства [10].

Локус – место размещения данного гена в хромосоме [10]. Множество позиций генов - локи.

Генетический алгоритм широко используется в областях поиска оптимальных решений. В качестве задач, которые решаются при помощи генетического алгоритма, можно привести [11]:

- задача об одномерном ранце;
- задача покрытия множества;
- задача дихотомического разбиения графа;
- задача о назначениях;

- задача коммивояжера.

Достоинства генетического алгоритма [13]:

- широкая область применения;
- возможность использования с не эволюционными алгоритмами;
- пригодность для поиска в сложном пространстве решений

большой размерности;

- отсутствие ограничений на вид целевой функции;
- интегрируемость с искусственными нейросетями.

– недостатки генетического алгоритма [13]:

- отсутствие гарантии оптимальности полученного решения;
- относительно высокая вычислительная трудоемкость;

- невысокая эффективность на заключительных этапах

моделирования. Классический генетический алгоритм включает в себя следующие операции:

- формирование начальной популяции;
- вычисление функций приспособленности особей;
- проверка условия остановки алгоритма;
- селекция. Выбор самых приспособленных особей;
- скрещивание особей. Обмен генами между особями;
- мутация. Замена случайного гена у определенной части

поколения.

- формирование новой популяции,
- повторяем шаги 2 – 7 до тех пор, пока не будет достигнуто

условие. Блок-схема классического генетического алгоритма представлена на рисунке 4.

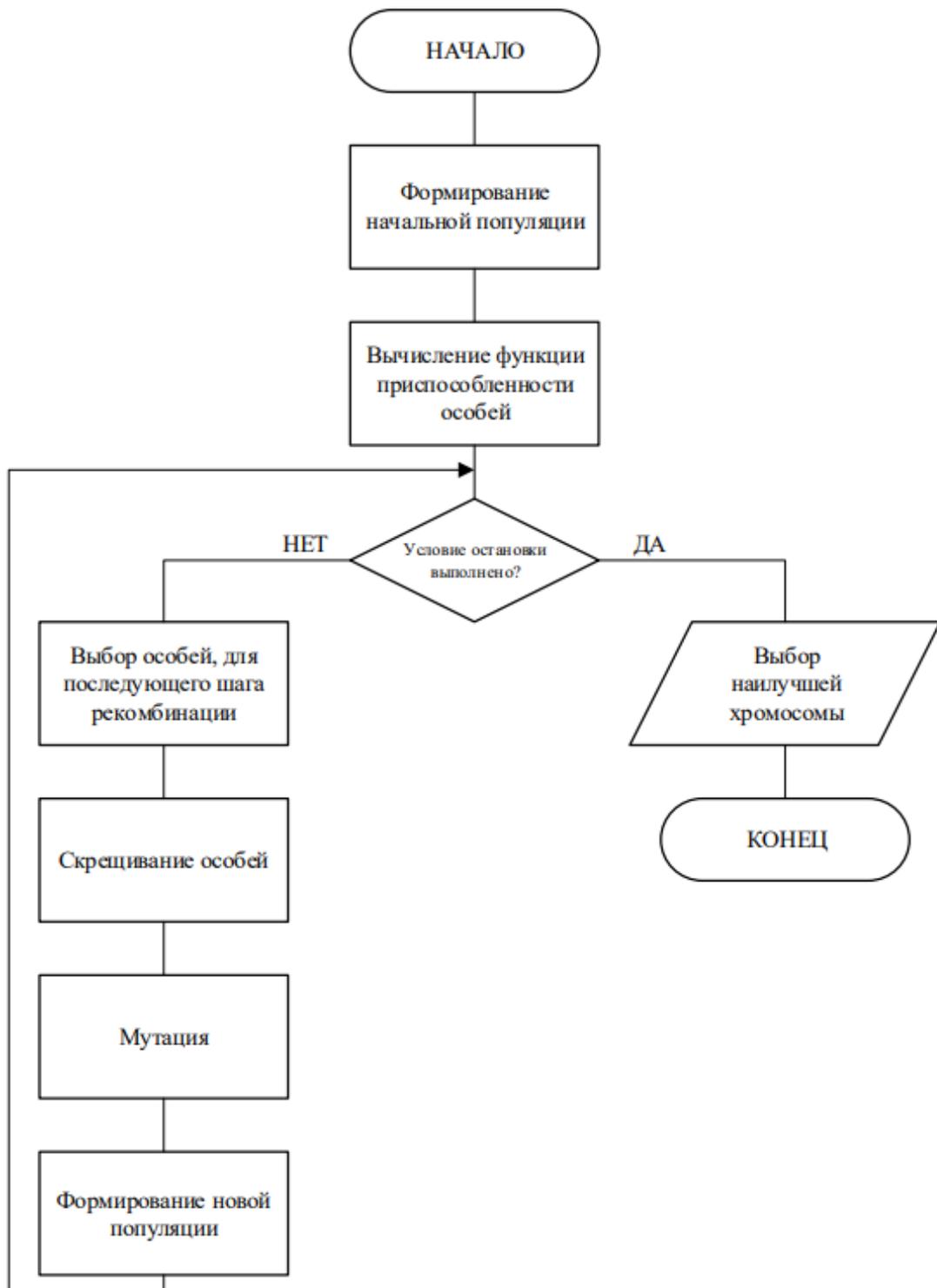


Рисунок 4 – Блок-схема классического генетического алгоритма

2.2 Формирование начальной популяции

Формирование начальной популяции является первым этапом в реализации генетического алгоритма. Первоначальная популяция создается путем случайной генерации хромосом, причем приспособленность хромосом не является важным показателем на данном этапе. Таким образом, начальная популяция может быть совершенно не конкурентоспособна, однако в ходе работы алгоритма популяция станет более приспособленной [10].

Выбор исходной популяции связан с представлением параметров задачи в форме хромосом особи. Это представление определяется способом кодирования. В классическом генетическом алгоритме обычно используется двоичное кодирование [12], то есть аллели генов представлены в виде 0 или 1. Длина хромосом зависит от условия задачи. Помимо двоичного кодирования генов также существуют логарифмическое и вещественное кодирования [12].

Логарифмическое кодирование применяется в генетических алгоритмах для уменьшения длины хромосом. Оно используется в задачах многомерной оптимизации с большими пространствами поиска решений.

При вещественном кодировании аллели гена представлены в виде вещественных чисел. Такое кодирование позволяет уменьшить объем вычислительных процедур на каждом шаге эволюции за счет отсутствия двоично-десятичных преобразований при расчете значений функций приспособленности и уменьшения размеров хромосом.

2.3 Оценка приспособленности

Оценка приспособленности особей в популяции заключается в расчете функции приспособленности каждой отдельной особи. Форма функции приспособленности зависит от характера решаемой задачи. Предполагается

что значение функции приспособленности всегда принимает неотрицательные значения и что для решения оптимизационной задачи необходимо максимизировать или минимизировать эту функцию. Если исходная форма функции приспособленности не удовлетворяет условиям задачи, то выполняется соответствующее преобразование [10].

2.4 Проверка условия остановки алгоритма

Условие остановки генетического алгоритма зависит от его конкретного применения. В оптимизационных задачах, если известно максимальное или минимальное значение функции приспособленности, то остановка алгоритма может произойти после достижения ожидаемого оптимального значения. Остановка алгоритма также может произойти в случае, когда его выполнение не приводит к улучшению уже достигнутого значения. Алгоритм может быть остановлен по истечении определенного времени выполнения либо после выполнения заданного количества итераций. Если условие остановки выполнено, то производится переход к завершающему этапу выбора «наилучшей хромосомы». В противном случае на следующем шагу выполняется селекция [10].

2.5 Селекция

Селекция заключается в выборе особей, которые будут участвовать в создании потомков для следующей популяции. Отбор особей ведется исходя из рассчитанных ранее функций приспособленности. Существуют различные методы селекции:

- рулеточная селекция,
- турнирная селекция,

- ранговая селекция.

Также существуют особые процедуры репродукции, такие как элитарная стратегия и генетический алгоритм с частичной заменой популяции.

Рулеточная селекция является основным методом отбора особей для родительской популяции. В данном методе вероятность выбора особи тем вероятнее, чем лучше ее значение функции приспособленности (1):

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^N f_i} \quad (1)$$

p_i – вероятность выбора особи. Компоненты в правой части формулы:

- f_i – значение функции приспособленности для i особи,
- N – количество особей в популяции.

В турнирной селекции популяция разбивается на несколько групп, каждая группа содержит в себе несколько особей. Затем, из каждой такой группы выбирается особь с наилучшим показателем функции приспособленности, она и попадает в родительский пул. Схема турнирной селекции для групп, состоящих из двух особей представлена на рисунке 5.

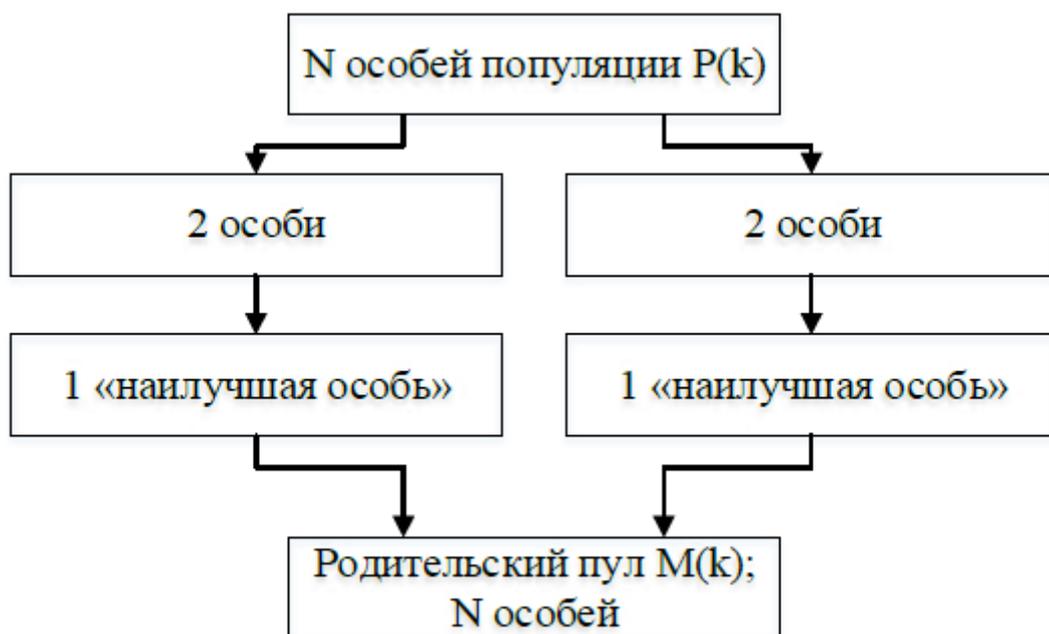


Рисунок 5 – Схема турнирной селекции

При ранговой селекции особи популяции ранжируются по значениям их функции приспособленности. Это можно представить, как отсортированный список особей, упорядоченных по направлению от наиболее приспособленных к наименее приспособленным или наоборот, в котором каждой особи приписывается число, определяющее ее место в списке и называемое рангом. Количество копий каждой особи, введенных в родительскую популяцию, рассчитывается по заданной функции в зависимости от ранга особи [14]. Пример такой функции может быть график, представленный на рисунке 6.



Рисунок 6 – График функции для ранговой селекции

В силу того, что в основе генетического алгоритма лежит случайный поиск, высока вероятность потери лучших особей в популяции, так как они могут не попасть в родительский пул. Для того, чтобы избежать подобного случая можно использовать генетический алгоритм с элитарной стратегией. Его суть заключается в том, что определенное количество особей, имеющих лучшие показатели функции приспособленности, гарантировано переносится в следующую популяцию.

Генетический алгоритм с частичной заменой популяции, характеризуется тем, что часть популяции переходит в следующее состояние без каких-либо изменений.

2.6 Скрещивание

На первом этапе скрещивания выбираются пары особей из родительской популяции. Это временная популяция, состоящая из особей, отобранных в результате селекции [10]. Выбор родительской пары может производиться несколькими методами:

- панмиксия,
- инбридинг,
- аутбридинг.

При панмиксии оба родителя выбираются случайным образом, следовательно, все особи в родительской популяции имеют одинаковые шансы быть выбранными.

При инбридинге первый родитель выбирается случайным образом, а вторым выбирается такой, который наиболее похож на первого родителя.

При аутбридинге первый родитель выбирается случайным образом, а вторым выбирается такой, который наименее похож на первого родителя

Инбридинг и аутбридинг бывают двух форм: фенотипный и генотипный. В случае фенотипной формы похожесть измеряется в зависимости от значений функций приспособленности, а в случае генотипной формы похожесть измеряется в зависимости от представления генотипа.

На следующем этапе производится обмен генами между родительскими парами. Обмен генами производится случайным образом в соответствии с вероятностью p_c . Данный этап называется кроссинговером. Кроссинговер может быть представлен в виде одноточечного скрещивания, двухточечного скрещивания, многоточечного скрещивания и равномерного скрещивания.

При одноточечном скрещивании выбираются пары хромосом из родительской популяции. Далее для каждой пары отобранных таким образом родителей разыгрывается позиция гена (локус) в хромосоме, определяющая так называемую точку скрещивания – $l(k)$. Если хромосома каждого из родителей состоит из L генов, то очевидно, что точка скрещивания $l(k)$ представляет собой натуральное число, меньшее L . Поэтому фиксация точки скрещивания сводится к случайному выбору числа из интервала $[1, L - 1]$. В результате скрещивания пары родительских хромосом получается следующая пара потомков:

– потомок, хромосома которого на позициях от 1 до $l(k)$ состоит из генов первого родителя, а на позициях от $l(k) + 1$ до L – из генов второго родителя;

– потомок, хромосома которого на позициях от 1 до $l(k)$ состоит из генов второго родителя, а на позициях от $l(k) + 1$ до L – из генов первого родителя.

Действие одноточечного кроссинговера представлено на рисунке 7.

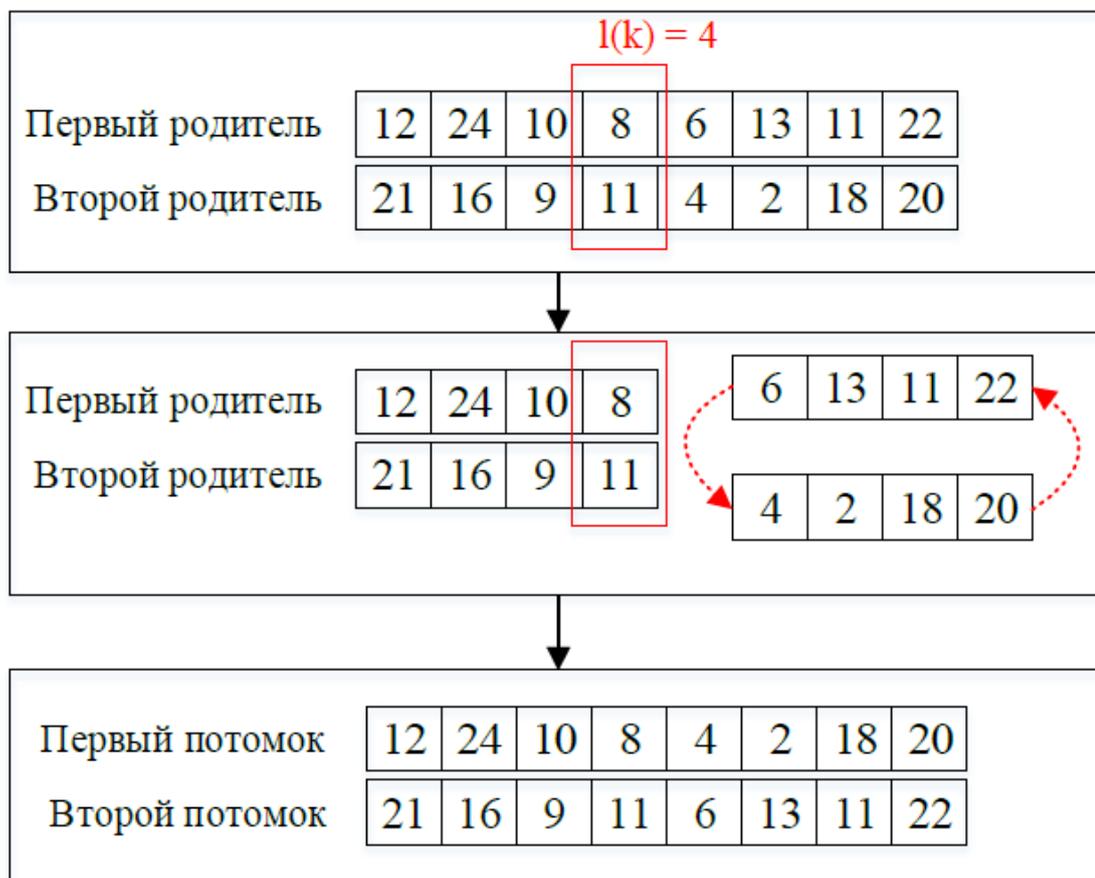


Рисунок 7 – Одноточечный кроссинговер

Двухточечное скрещивание отличается от одноточечного скрещивания тем, что родительские хромосомы обмениваются участком генетического кода, который находится между двумя случайно выбранными точками скрещивания.

Многоточечное скрещивание представляет собой обобщение предыдущих операций и характеризуется соответственно большим количеством точек скрещивания.

Равномерное скрещивание, иначе называемое монолитным или одностадийным, выполняется в соответствии со случайно выбранным эталоном, который указывает, какие гены должны наследоваться от первого родителя, а какие от второго.

2.7 Мутация

Оператор мутации с вероятностью p_m изменяет значение гена в хромосоме. Вероятность мутации обычно очень мала. Вероятность мутации может эмулироваться, например, случайным выбором числа из интервала $[0, 1]$ для каждого гена и отбором для выполнения этой операции тех генов, для которых разыгранное число оказывается меньшим или равным значению p_m .

2.8 Формирование новой популяции

Особи, полученные в результате применения генетических алгоритмов к особям временной родительской популяции, включаются в состав новой популяции. Она становится так называемой текущей популяцией для данной итерации генетического алгоритма. На каждой итерации рассчитываются значения функций приспособленности для всех особей этой популяции, после чего проверяется условие остановки алгоритма и либо фиксируется результат в виде хромосомы с наилучшим значением функции приспособленности, либо осуществляется переход к следующему шагу генетического алгоритма, то есть к селекции.

2.9 Заключение

Генетический алгоритм является эффективным методом для решения задач поиска оптимального решения. Операции, используемые в генетическом алгоритме, обеспечивают быстрое схождение популяции к максимальному или минимальному решению для заданной функции. Однако, в виду того, что в основе генетического алгоритма лежит метод случайного

поиска, нельзя определить точное время нахождения оптимального решения. Для того чтобы уменьшить время поиска используются различные виды операций генетического алгоритма, а иногда и различные модификации генетического алгоритма, такие как генетический алгоритм с частичной заменой популяции и генетический алгоритм с элитарной стратегией.

3 Инструментальные средства разработки геоинформационной системы

3.1 Обоснование выбора среды разработки

Для выполнения поставленной задачи, потребовались средства для создания пользовательского интерфейса и работы с базами данных. На основании этих требований были рассмотрены следующие инструменты разработки таких как Microsoft Visual Studio 2019, Embarcadero C++ Builder, Qt Creator 4.10.1, основанный на Qt версии 5.13.2. Вследствие чего была выбрана среда разработки Qt Creator. Эта среда разработки была выбрана так как она предоставляет все необходимые средства для работы с базами данных и разработки пользовательского интерфейса.

3.2 Qt – инструмент кроссплатформенной разработки программного обеспечения

Qt – инструмент кроссплатформенной разработки программного обеспечения, которой применяется для создания приложений с графическим интерфейсом на языке программирования C++. Существуют также и инструменты для многих других языков программирования, таких как Python (PyQt, PySide), Ruby (QtRuby), Java (Qt Jambi), PHP (PHP-Qt) и другие.

Qt позволяет запускать написанное с его помощью ПО в большинстве современных операционных систем, путём простой компиляции программы для каждой ОС, без изменения исходного кода. Qt включает в себя все основные классы, необходимые для разработки прикладного программного обеспечения, начиная от элементов графического интерфейса и заканчивая

классами для работы с сетью, базами данных и XML. Выбранная среда является полностью объектно-ориентированной, легко расширяемой и поддерживающей технику компонентного программирования.

3.3 Обоснование выбора СУБД

В качестве СУБД для реализации информационной системы была выбрана MySQL.

Это связано в первую очередь с тем, что MySQL распространяется под «Универсальной общественной лицензией» или «General Public License» (GNU), которой «снабжаются» все open-source ПО.

Так же MySQL обладает высокой скоростью работы.

Следующим преимуществом является возможность использования MySQL в качестве сервера.

3.4 Система управления базами данных MySQL

Под базами данных (БД) понимаются системы хранения и обработки данных, для доступа к которым используется язык SQL (Structured Query Language). База данных представляет собой структурированную совокупность данных. Управление базами данных играет центральную роль в вычислениях, так как компьютеры отлично справляются с обработкой больших объемов данных. Такое управление может быть по-разному - как в виде отдельных утилит, так и в виде кода, входящего в состав других приложений. MySQL — это система управления реляционными базами данных. Высокая скорость и гибкость работы достигается благодаря тому, что реляционной базе данных данные хранятся в отдельных таблицах. Таблицы связываются между собой при помощи отношений. Благодаря

этому обеспечивается возможность объединять при выполнении запроса данные из нескольких таблиц. SQL как часть системы MySQL можно охарактеризовать как язык структурированных запросов плюс наиболее распространенный стандартный язык, используемый для доступа к базам данных.

4 Проектирование и разработка геоинформационной системы

4.1 Обоснование выбора генетического алгоритма

Генетический алгоритм это одним из многочисленных способов машинного обучения. Генетический алгоритм тесно связан с развитием искусственного интеллекта.

В настоящее время, развитие искусственного интеллекта является очень актуальной темой. Искусственный интеллект может применяться в любой сфере деятельности без особого вмешательства человека. Уже сегодня существуют различные интеллектуальные системы, однако они имеют узкую область применения. Одной из особенностей искусственного интеллекта является его способность к самообучению, которая позволяет самостоятельно совершенствоваться.

Помимо машинного обучения, генетический алгоритм актуален в тех сферах, где необходимо найти оптимальное решение с небольшими затратами времени и ресурсов.

Для реализации алгоритма составления регламента обслуживания технических средств организации безопасного движения было принято использовать генетический алгоритм исходя из следующих его преимуществ:

- широкая область применения;
- пригодность для поиска в сложном пространстве решений большой размерности;
- отсутствие ограничений на вид целевой функции.

4.2 Проектирование и разработка генетического алгоритма

Задача генетического алгоритма (ГА) составление оптимального регламента обслуживания ТСОД. А именно необходимо составить такой

комплекс работ, который обеспечивал наибольшую эффективность при минимальной затрате средств. Эффективность регламента зависит не только от проведенных работ, но и интервалов между ними. Регламент обслуживания ТСОД состоит из:

- наименования проводимой работы,
- наименования ТСОД,
- даты проведения,
- координат нахождения ТСОД.

Каждая из работ имеет несколько параметров:

- продолжительность,
- объём необходимых средств,
- эффективность повышения безопасности.

Регламент обслуживания ТСОД имеет ряд требований:

- ограничение продолжительности рабочего дня,
- ограничения на интервалы проведения работ.

Для решения данной задачи в ГА принято было решение использовать матричную бинарную хромосому. Строчками которой являются дни, а столбцами работы, которые необходимо провести.

Фитнес функция оценивает соотношение эффективности проведённых мероприятий, затрат на их проведение (2):

$$F = \begin{cases} e/kr, & d \leq l \\ 0, & d > l \end{cases} \quad (2)$$

F – это оценка регламента. Компоненты в правой части формулы:

- e – суммарная эффективность проведенных работ;
- k – коэффициент эффективности выбранных интервалов выполнения работ;
- r – количество затрачиваемых ресурсов;

– d – это максимальная суммарная продолжительность работ за день;

– l – ограничение на суммарная продолжительность работ в день.

Коэффициент k вычисляется по формуле (3):

$$k = \sum_{i=1}^n \frac{k_i}{n} \quad (3)$$

Компоненты в правой части формулы:

– k_i – коэффициент оптимальности i -ого интервала,

– n – количество интервалов.

Где параметр k_i вычисляется по формуле (4):

$$k_i = \frac{1}{2} \left(\left(\frac{t_i}{a_i} \right)^2 + \left(\frac{a_i}{t_i} \right)^2 \right) \quad (4)$$

Компоненты в правой части формулы:

– t_i – требуемая длина интервала,

– a_i – длина интервала в расписании для i -ого интервала.

Данная фитнес функция позволяет оценить оптимальность не только набора мероприятий, но расписания их проведения.

Для скрещивания выбираются хромосомы случайно, но хромосомы с большим значением фитнес функции имеют больший шанс быть выбранными. Для достижения это используется рулеточная селекция (5).

$$p_j = \frac{f_j}{\sum_{i=1}^N f_i} \quad (5)$$

p_i – вероятность выбора особи. Компоненты в правой части формулы:

– f_i – значение функции приспособленности для i особи,

– N – количество особей в популяции.

При скрещивании особей определяется случайный локус. Новая хромосома получает участок генетического кода до этого локуса от первого родителя, а участок после от второго.

При мутации из популяции выбираются случайные особи и их часть значений хромосомы меняется. Мутации не обходимы для минимизации шанса попадания в локальный минимум.

После проведения операций скрещивания и мутации производится процесс исключения малоэффективных хромосом. Малоэффективные хромосомы выбираются случайным образом с большим шансом у особей с низким значением фитнес функции больше (6).

$$p_j = \frac{\max_{i=1,N} f_i - f_j}{\sum_{k=1}^N (\max_{i=1,N} f_i - f_k)} \quad (6)$$

p_i – вероятность выбора особи. Компоненты в правой части формулы:

- f_i – значение функции приспособленности для i особи,
- N – количество особей в популяции.

Алгоритм останавливается если на протяжении нескольких поколений значение фитнес функции наиболее приспособленной особи не меняется.

4.3 Создание базы данных для геоинформационной системы

Особенности предметной области:

- каждое техническое средство организации движения характеризуется названием, типом, координатами, видимостью, состоянием;
- светофоры и знаки дорожного движения также характеризуются их высотой;

- некоторые типы разметки характеризуются не одной, а несколькими координатами;
- необходимо хранить информацию о проведённых работах.

При проектировании база данных выделены следующие сущности:

- ТСОД (Технические средства организации дорожного движения);
- Координаты;
- Произведенные работы.

На основании вышеизложенного были выделены объекты модели данных и связи между ними. К справочникам относятся: тип ТСОД, названия ТСОД, координаты, состояния, группы работ, работы. К таблицам относятся: ТСОД, произведённые работы.

На рисунке 8 изображена структура базы данных.

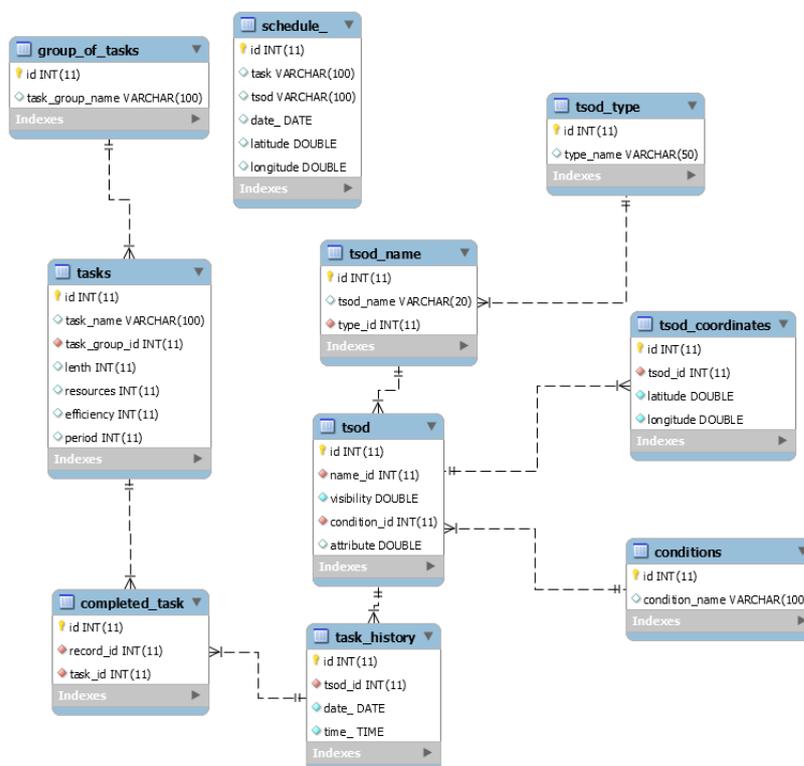


Рисунок 8 – Структура базы данных

4.4 Разработка клиентского приложения

Разработанное приложение предоставляет пользователю: удобный интерфейс для работы геоданными и средства их визуализации.

Для удобства работы пользователя информация о ТСОД выводится на карту участка города в виде точек: красная точка – знак дорожного движения, зеленая точка – светофор; серые точки, соединенные линиями – элементы разметки. Главное меню изображено на рисунке 9.

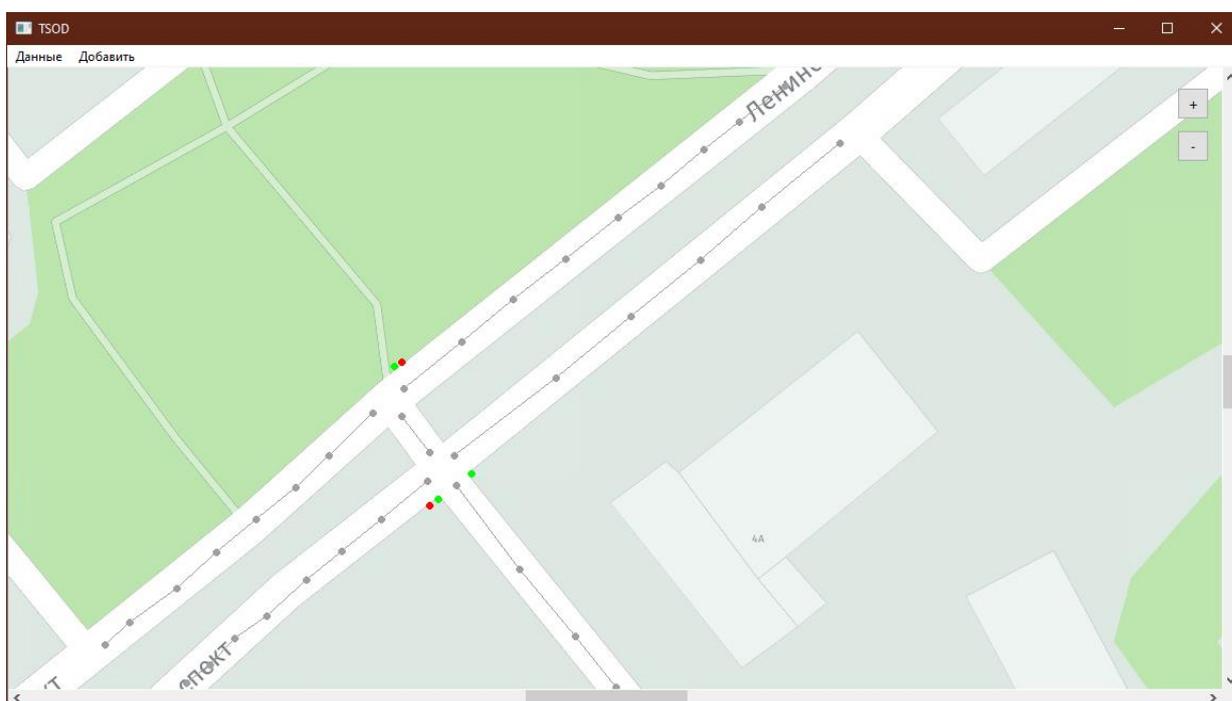


Рисунок 9 – Главное меню приложения

Для получения информации от ТСОД, необходимо кликнуть на выбранную точку. При нажатии появляется всплывающий меню, в котором отображаются:

- тип;
- название;
- видимость;

- состояние;
- атрибут, значение которого зависит от ТСОД.

Помимо этого, всплывающее меню содержит кнопки:

- добавления записи в историю работ (дата, время и конкретные работы);
- просмотра истории для конкретно выбранного ТСОД;
- кнопки, позволяющие редактировать и удалять этот ТСОД.

Всплывающее меню содержащее информацию о ТСОД изображено на рисунке 10.

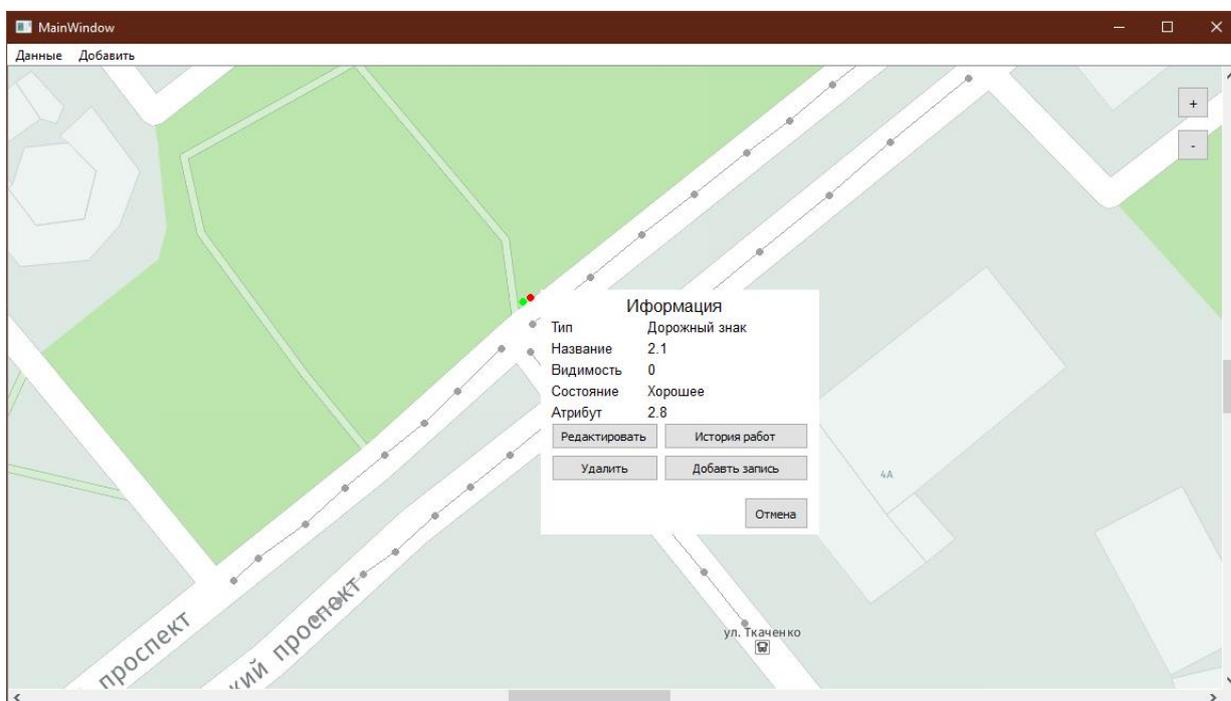


Рисунок 10 – Всплывающее меню

При нажатии на кнопку «Добавить запись» открывается меню добавления записи в историю работ. В этом меню содержатся поля для ввода: времени, даты, типов работ, и самих работ. Меню для добавления записи изображено на рисунке 11.

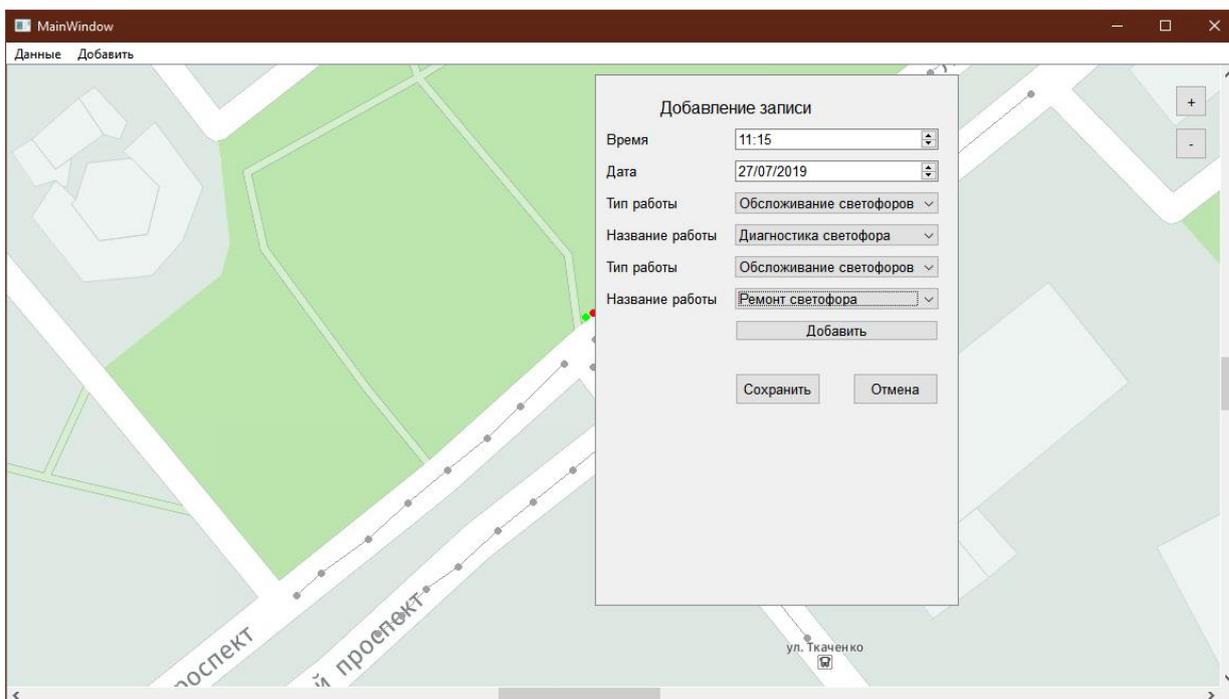


Рисунок 11 – Добавление записи

Для добавления нового ТСОД во вкладке «Добавить» выбрать пункт «Добавить ТСОД». Тогда справа в приложении откроется меню ввода характеристик ТСОД. Ввод координат осуществляется путем правого клика на нужном месте на карте. В дополнительном меню расположено поле с выпадающим списком для выбора типа ТСОД, поле с выпадающим списком для выбора названия ТСОД, поле с выпадающим списком для ввода состояния, поля для ввода атрибута, а так же две кнопки «Добавить», и кнопка «Отмена». Поля с выпадающим списком заполняются на основе запросов к базе данных. Поле содержащее название ТСОД заполняется в соответствии с выбранным ранее типом ТСОД. Кнопка «Добавить» добавляет запись. Кнопка «Отмена» – закрывает меню. Меню для ввода данных изображено на рисунке 12.

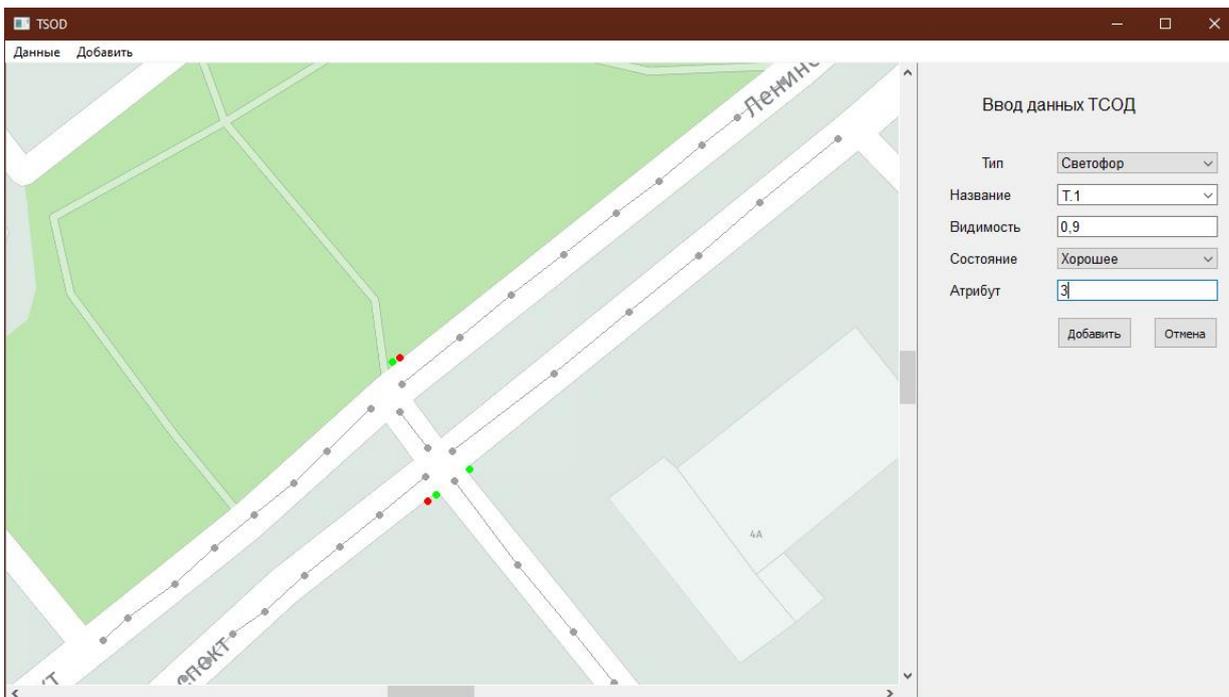


Рисунок 12 – Меню ввода информации о ТСОД

В приложении расположена вкладка «Данные», позволяющая производить следующие действия:

- вернуться в главное меню,
- открыть истории всех произведенных работ,
- открыть регламент обслуживания ТСОД.

Отображение всех произведённых работ осуществляется посредством таблицы. В таблицы выводится название ТСОД, его тип, произведение работы, дата и время. Таблица для вывода произведённых работ представлена на рисунке 13.

Отображение регламента обслуживания ТСОД осуществляется посредством таблицы. В таблице выводится название работы, название ТСОД, дата проведения работы и координаты ТСОД. Таблица для вывода регламента проведения работ представлена на рисунке 14.

MainWindow

Данные Добавить

ID	Название ТСОД	Тип ТСОД	Произведенные работы	Дата	Время
9	T.1.п	Светофор	Ремонт светофора	7/7/2019	1:10 PM
9	T.1.п	Светофор	Ремонт светофора	8/7/2019	2:10 PM
10	T.1	Светофор	Ремонт светофора	8/7/2019	3:10 PM
11	T.1	Светофор	Ремонт светофора,Диагностика светофора	8/7/2019	4:10 PM
11	T.1	Светофор	Ремонт светофора,Диагностика светофора	8/7/2019	1:10 PM

Рисунок 13 – Таблица произведённых работ

Регламент обслуживания ТСОД

Новое расписание

	Работа	Название ТСОД	Дата	Широта	Долгота
1	Проверка и устранение недостатков	1.1 7	5/9/2020	59.6922	47.9747
2	Устранение недостатков и выявленных неисправностей на предмет ...	2.1 12	5/9/2020	59.6885	47.9685
3	Техническое обслуживание светофора: замена лампочек/светодиодных ...	T.1.п 13	5/9/2020	59.7152	47.9623
4	Ревизия клеммных соединений	T.1.п 13	5/9/2020	59.7152	47.9623
5	Чистка и мойка знаков	2.1 4	5/9/2020	59.7058	47.9556
6	Ревизия клеммных соединений	T.1 9	5/10/2020	59.6897	47.9705
7	Замена знаков	2.3.1 9	5/10/2020	59.6897	47.9705
8	Осмотр контроллер	T.1 2	5/10/2020	59.6977	47.9745
9	Измерение напряжения выходных цепей контроллера	T.1.п 3	5/10/2020	59.7103	47.9625
10	Чистка и мойка знаков	2.3.1 4	5/10/2020	59.7058	47.9556
11	Проверка и устранение недостатков	1.1 8	5/11/2020	59.7052	47.9623
12	Ревизия клеммных соединений	T.1.п 13	5/11/2020	59.7152	47.9623
13	Ревизия клеммных соединений	T.1 10	5/11/2020	59.7142	47.9603
14	Ремонт/замена стоек/кронштейнов держателей знаков	2.3.1 10	5/11/2020	59.7142	47.9603
15	Проверка тросового хозяйства с устранением неисправностей при ...	T.1 11	5/11/2020	59.6946	47.9782
16	Ревизия клеммных соединений	T.1 11	5/11/2020	59.6946	47.9782

Выход

Рисунок 14 – Регламент обслуживания ТСОД

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В курсовой работе решена актуальная задача учета и анализа геоданных о состоянии городской улично-дорожной сети.

В теоретической части курсовой работы рассмотрены основы разработки автоматизированной информационной системы: процесс создания, проектирования и использования базы данных MySQL, разработки приложений с использованием библиотеки Qt, разработка генетического алгоритма и был проведен обзор и сравнение аналогов.

В практической части курсовой работы реализован генетический алгоритм составления регламента обслуживания технических средств организации дорожного движения, реализована структура базы данных для хранения и обработки информации о технических средствах организации дорожного движения и описан процесс создания приложения с использованием программы Qt.

Таким образом, все задачи были решены, поставленная цель – разработка приложение для оптимизации организации обслуживания технических средств обеспечения движения на основе генетического алгоритма – достигнута.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1) ГЕОИНФОРМАТИКА: Учеб. Для студ. Вузов / Е.Г. Карпов, А.В. Кошкарёв, В.С. Тикунов и др.; Под ред. В.С. Тикунова.-М.: Издательский центр «Академия», 2005.-480 с.
- 2) Эльвик Р. Справочник по безопасности дорожного движения/Пер. с норв. Под редакцией проф. В.В.Сильянова. М.: МАДИ(ГТУ), 2001. 754с.
- 3) Гис URL – <http://loi.sccc.ru/gis/gt/rd2f.htm> (дата обращения 01.05.2020)
- 4) Геоинформационная система URL – https://ru.wikipedia.org/wiki/Геоинформационная_система. (дата обращения 02.05.2020)
- 5) Гольцман В. MYSQL5. Библиотека программиста. СПб. Изд-во: Питер,0 2010. – 253 с.
- 6) Бланшет Ж. Qt 4. Программирование GUI на C++ [(+ CD-ROM) – СПб.: Изд-во КУДИЦ-Пресс, 2008. - 718 с
- 7) Шлее. М. Qt4. Профессиональное программирование на C++. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 880 с.
- 8) Кузнецов М. В., Симдянов И. В. Самоучитель MySQL 5 [Электронный ресурс]. – СПб.: Изд-во БХВ-Петербург, 2006. - 560 с
- 9) Гладков, Л.А. Генетические алгоритмы : учебник / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик ; под ред. В.М. Курейчик. – Москва : Физматлит, 2010. – 317 с
- 10) Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: науч. изд. / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский; под общ. ред. А. С. Попова - М. : Горячая линия-Телеком. - 2006. - 452 с

- 11) Батищев, Д. И. Применение генетических алгоритмов к решению задач дискретной оптимизации : науч. изд. / Д. И. Батищев, Е. А. Неймарк, Н. В. Старостин. - Н. Новгород: Изд-во Нижегор. госуниверситета, 2006. - 88 с
- 12) Пантелеев, А. В. Метаэвристические алгоритмы поиска глобального экстремума : учебное пособие / А. В. Пантелеев. - М.: МАИ-ПРИНТ, 2009. - 160 с
- 13) Генетические алгоритмы на примерах решения задач раскрытия. Проблемы управления : отчет о НИР / Подлазова А. В. - М.: Московский государственный институт стали и сплавов (технологический университет), 2008. - 7 с.
- 14) Курейчик, В. М. Генетические алгоритмы: науч. изд. / В.М. Курейчик, Л. А. Гладков, В.В. Курейчик ; под ред. В.М. Курейчика. - 2-е изд., испр. и доп. -М.: ФИЗМАЛИТ, 2006. - 320 с.