МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ   
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина»

«К защите» Заведующий кафедрой ВПМ

|  |  |
| --- | --- |
|  | Овечкин Г.В. |

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**(бакалавриат)**

на тему

**«Разработка программного обеспечения для прокладывания пеших маршрутов по заданным критериям»**

Направление подготовки: 09.03.04 Программная инженерия

Наименование ОПОП: Программная инженерия

Руководитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (Пруцков А.В.)

Обучающийся \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (Зайцев В.О.)

Рязань 2022

# Введение

Уже довольно продолжительное время наблюдается тенденция переезда людей из сельской местности в города. Если говорить о России, то массовое переселение граждан началось еще в 20-е годы прошлого столетия. Разумеется, это произошло не одномоментно, а в несколько, так называемых, волн переселения. Более того, в наши дни этот процесс носит постоянный характер. Причин для переезда существует масса: близость к месту работы, более развитая инфраструктура, более высокий уровень бытовых удобств и так далее. В независимости от обстоятельств, подобная тенденция закономерно привела к значительному увеличению занимаемой городами площади, серьезному повышению плотности застройки, а с получением доступа к автомобилям большинством граждан – еще и к проблемам с экологией, нагрузкой на транспортные каналы городов и прочим последствиям.

В свою очередь, экологические проблемы мотивируют современных людей все больше заботиться о своем здоровье. Особенно это актуально после недавней пандемии COVID-19. И если начать заниматься спортом на постоянной основе есть возможность далеко не у всех, то увеличить физическую нагрузку в своей повседневной жизни посредством уменьшения количества поездок на автомобиле в пользу пешего перемещения под силу большинству населения. Однако современные города зачастую спроектированы для прежде всего транспортного движения, при этом качеству перемещения пешеходов уделяется намного меньше внимания. Во-первых, выбросы выхлопных газов автомобилей, невысокое число зеленых насаждений, обилие дорожной пыли и другие экологические проблемы негативно сказываются на здоровье людей [1]. Нивелировать эти аспекты можно путем построения своих маршрутов так, чтобы они, по возможности, проходили через парки, скверы, вдали от крупных автомобильных дорог, однако для этого необходимо хорошо знать местность и прикладывать немало усилий для планирования своего пути. Во-вторых, в большинстве городов неизвестны маршруты, охватывающие достопримечательности и значимые места [2], поэтому большим плюсом будет наличие на маршруте интересных мест, поскольку это улучшит моральное состояние человека. Для решения проблемы необходимо помочь пешеходам выстраивать свои маршруты с учетом вышеупомянутых аспектов.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что тема выпускной квалификационной работы является актуальной.

Объектом исследования являются жители городов, предметом исследования – пешеходные маршруты, повышающие качество жизни горожан.

Целью разработки программного обеспечения является повышение уровня информированности населения о маршрутах, которые максимально снижают воздействие негативных факторов окружающей среды, а также являются более интересными для прогулок. Воплотить это можно путем реализации двух функций: (1) функции построения наиболее экологичных пешеходных маршрутов, что приведет к снижению влияния негативных факторов окружающей среды на организм человека, (2) функции создания интересных пешеходных маршрутов как для горожан, так и для туристов.

Для достижения цели работы необходимо выполнить следующие задачи:

* проанализировать предметную область;
* выполнить технико-экономическое обоснование разработки программного обеспечения;
* сформулировать требования к программному обеспечению;
* произвести проектирование программного обеспечения;
* осуществить разработку программного обеспечения;
* протестировать программное обеспечение;
* оформить документацию к программному обеспечению.

# Технико-экономическое обоснование

## Обоснование необходимости разработки

На данный момент существует проблема низкой информированности населения о маршрутах, максимально снижающих воздействие негативных факторов окружающей среды на организм человека, а также являющихся более интересными для прогулок. Создание системы для построения пеших путей с учетом экологической обстановки и автоматическим включением достопримечательностей в маршрут поможет потенциальным пользователям улучшить физическое и моральное здоровье.

Внедрение описываемого программного обеспечения приведет к следующим улучшениям:

* сложность решения задачи построения маршрута для сведется практически к нулю, поскольку все необходимые вычисления, а также сама логика построения будут возложены на используемую ЭВМ;
* поиск необходимых географических объектов вкупе с информацией о них облегчится существенно, поскольку этот процесс будет проводиться программными средствами, с помощью которых организуется сам поиск и обработка больших объемов данных;
* повысится сохранность данных (например, сведений о географической области), поскольку данные будут храниться в структурированном виде в СУБД;
* повысится скорость получения готового результата (маршрута), поскольку информационная система будет готова выдавать результат сразу без проведения предварительной обработки данных.

## Анализ существующих решений

Для проведения анализа существующих разработок необходимо сформировать критерии, благодаря которым станет возможно сравнение рассматриваемых решений.

Для большинства пользователей одним из самых важных критериев является, несомненно, цена – мало кто готов оплачивать покупку программного обеспечения или подписку на какие-либо сервисы в этой сфере. Более того, как правило, у бесплатного программного обеспечения гораздо больше аудитория пользователей.

Также преимуществом является способность продукта выполнять свои функции офлайн, то есть без подключения к сети Интернет. Это особенно актуально для приложений, связанных с путешествиями, поскольку далеко не везде в наличии высокоскоростное интернет-подключение. Однако у обладающего такой особенностью программного обеспечения есть и недостатки – помимо того, что вся логика работы системы сосредоточена в клиентском приложении, необходимо также загружать на устройства пользователей необходимые для работы ресурсы (например, карты), которые занимают существенный объем постоянной памяти устройства.

Поскольку в выпускной квалификационной работе исследуются пешеходные маршруты, необходимо в критерии для сравнения включить способность программного обеспечения прокладывать именно пешие маршруты. Таким образом, возможность аналога строить пешеходные маршруты является его преимуществом при сравнении.

Положительной отличительной особенностью системы является ее способность строить пути с учетом экологической обстановки, а также с автоматическим включением в маршрут достопримечательностей, поскольку такая возможность приведет к улучшению морального и физического здоровья людей.

В современном мире несомненным плюсом для подобных систем является наличие мобильного приложения. По большому счету, такие системы и используются, в основном, с мобильного устройства.

Поскольку разрабатываемое программное обеспечение направлено, в основном, на русскоязычную аудиторию, к критериям для анализа можно также отнести поддержку русского языка.

Ввиду того, что исследование выпускной квалификационной работы направлено на перемещение людей, путешествия, в частности туризм, к преимуществам можно отнести возможность работы по всему миру, а не только в городах отдельно взятой страны.

### HERE WeGo

«HERE WeGo» – это веб-картографический и навигационный сервис, управляемый Here Technologies и первоначально разработанный Nokia. В 2013 году компанией HERE Technologies был выпущен для Windows Phone и сети Интернет в качестве обновленной версии Nokia Maps.

### Locus Map

Это многофункциональное навигационное приложение для Android, которое добавляет на устройства Android расширенные возможности онлайн и офлайн GPS. В первую очередь оно предназначено и используется для активного отдыха, например, для пеших прогулок, езды на велосипеде, геокешинга.

### Maps.me

Это бесплатное программное обеспечение для мобильных устройств на основе свободной географической карты OpenStreetMap. С ноября 2020 года Maps.me принадлежит Daegu Limited.

### Google maps

Это совокупность приложений, созданных на базе бесплатного картографического сервиса и технологии, предоставляемых компанией Google. Созданы в 2005 году. Сервис представляет собой карту и спутниковые снимки планеты Земля.

### Яндекс.Навигатор

«Яндекс.Навигатор» – автомобильное навигационное приложение для мобильных устройств под управлением Android, iOS и мобильных операционных систем семейства Windows, разработанное российской интернет-компанией «Яндекс». Было представлено в марте 2012 года.

### MapFactor Navigator

Бесплатное автономное мультиплатформенное приложение для GPS-навигации от Mapfactor. Основанный на бесплатных картах из проекта OpenStreetMaps, Navigator предлагает голосовую навигацию от поворота к повороту на разных языках со множеством полезных функций, например, ограничения скорости, предупреждения с камер, избранные маршруты и места, POI, указания полосы движения, различные режимы маршрута (автомобиль, автобус, грузовик, пешеход, велосипед, мотоцикл, дом на колесах / фургон / автофургон), режим 2D / 3D, ночной / дневной режим и дополнительная функция живого трафика.

### 2ГИС

«2ГИС» – это офлайн-карты, справочник с контактами организаций и удобный навигатор по городу. Впервые сервис был представлен одноименной компанией в 2006 году.

### ViewRanger

Это полноценная автономная служба навигации и построения маршрутов для любителей активного отдыха. Приложение и бесплатные веб-инструменты позволяют легко планировать поездки, придерживаться маршрута и делиться своим опытом.

### Waze

«Waze» – бесплатное социальное навигационное приложение для мобильных устройств, позволяющее отслеживать ситуацию на дорогах в режиме реального времени, прокладывать оптимальные маршруты, узнавать о расположении радаров скорости, получать информацию и предупреждать других пользователей об изменении дорожных условий, препятствиях, полиции, общаться с другими пользователями на карте. Карты в Waze создаются самими пользователями. Waze был создан в Израиле. В июне 2013 Google купила Waze. Программа доступна на следующих платформах: Windows Phone, iOS, Android, Windows Mobile, Symbian и BlackBerry.

### Семь дорог

«Семь дорог» – бесплатная мульти-платформенная программа навигации, разработанная командой Navikey, работающая на таких системах как WinCE/MIPS, Windows XP/Vista/7, Android OS, iOS.

### OsmAnd

«OsmAnd» – программное обеспечение с открытым исходным кодом, для офлайн-навигации. Основным источником картографических данных являются векторные карты OpenStreetMap, а также многие растровые карты, включая сервис «Яндекс.Пробки».

### Навител Навигатор

Это программное обеспечение для спутниковой навигации, выпускаемая российской компанией АО «Центр навигационных технологий». По итогам 2012 года доля NAVITEL на рынке навигационных систем СНГ составляло не менее 84 % (по данным GFK)[1] Ходаковский, Константин. Итоги 7-летней деятельности NAVITEL на рынке автомобильной навигации, 3D News (29 апреля 2013). Дата обращения 24 октября 2016 .

### СитиГИД

«СитиГИД» – автомобильная система GPS/ГЛОНАСС-навигации, выпускаемая российской компанией ООО «МИТ». Версии доступны для: Android, iOS, Windows XP/Vista, Windows Mobile, Windows CE, Windows Phone, Java, Brew, Symbian S60 ed.3 и S60 ed.5. Кроме того, существует версия для встроенных навигаторов автомобилей АвтоВАЗ Lada Kalina, Priora, Ellada. Программа распространяется как на платной основе, так и существуют бесплатные варианты с неполной функциональностью.

### iGO

«iGО» – программа спутниковой GPS-навигации, которая создаётся компанией NNG (ранее — Nav’N'Go) из Венгрии. На рынке доступны версии под Windows CE, Windows Mobile, Apple iOS и, с недавнего времени, под Android. В программе используется картография Tele Atlas, Navteq, а также локальных разработчиков.

### Сравнение существующих решений

Результат сравнения приведенных выше решений по описанным ранее критериям приведен в таблице ниже.

Для удобства представления критериев в табличном виде обозначим каждый из них следующим образом:

* К1 – цена («+» - бесплатно, «-» - платно);
* К2 – работа офлайн;
* К3 – возможность построения пеших маршрутов;
* К4 – учет экологической обстановки про построении маршрута;
* К5 – автоматическое включение в маршрут достопримечательностей;
* К6 – поддержка мобильных устройств;
* К7 – поддержка русского языка;
* К8 – работа по всему миру.

Таблица 1 – сравнение аналогов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Критерий  Аналог | К1 | К2 | К3 | К4 | К5 | К6 | К7 | К8 |
| HERE WeGo | + | - | + | - | - | + | + | + |
| Locus Map | +/- | - | + | - | - | - | - | + |
| Maps.me | + | + | + | - | - | + | + | + |
| Google maps | + | + | + | - | - | + | + | + |
| Яндекс.Навигатор | + | + | + | - | - | + | + | - |
| MapFactor Navigator | + | + | + | - | - | - | - | + |
| 2ГИС | + | + | + | - | - | + | + | - |
| ViewRanger | + | + | + | - | - | + | - | + |
| Waze | + | + | + | - | - | + | - | + |
| Семь дорог | + | - | - | - | - | + | + | + |
| OsmAnd | + | + | + | - | - | + | + | + |
| Навител Навигатор | +/- | + | + | - | - | + | + | + |
| СитиГИД | +/- | + | + | - | - | + | + | + |
| iGO | + | + | + | - | - | + | - | + |

В результате сравнительного анализа существующих аналогов выяснилось, что каждый из них в той или иной мере отвечает некоторым из обозначенных критериев, однако ни одно из решений не способен строить маршруты с учетом экологической обстановки и автоматическим включением достопримечательностей в маршрут. Ввиду этого можно сделать вывод о необходимости разработки нового решения, преимуществами которого будут:

* распространение на бесплатной основе;
* возможность построения пеших маршрутов;
* учет экологической обстановки
* автоматическое включение достопримечательностей в маршрут;
* поддержка мобильных устройств;
* поддержка русского языка;
* работа по всему миру.

## Обоснование выбора средств разработки

Прежде всего для работы разрабатываемого программного обеспечения необходимо получать информацию о географических областях. Источником таких данных решено использовать некоммерческий веб-картографический проект OpenStreetMap [3], поскольку он является одним из наиболее полных источников. Информация, которая может быть получена из этого сервиса, распространяется на условиях свободной лицензии Open Database License [4], что делает этот источник данных более подходящим. Получение данных производится путем загрузки .pbf файла с веб-ресурса https://www.geofabrik.de.

Основным языком программирования был выбран Java в сочетании с фреймворком с открытым исходным кодом Spring Framework. Такое решение обусловлено рядом преимуществ Java: быстротой, встроенными функции защиты, кроссплатформенностью [5, 6]. Эти преимущества обеспечат высокую скорость работы системы, ее надежность и простоту развертки. Фреймворк Spring Framework позволит облегчить и ускорить разработку, а также сделать проектируемую систему более гибкой и легко изменяемой [7].

Для автоматизации управления зависимостями (библиотеками) и автоматизации сборки программного обеспечения используется фреймворк Apache Maven. К его преимуществам можно отнести обилие плагинов, широкий спектр настроек, а также подробное логирование работы.

В качестве хранилища данных решено использовать объектно-реляционную СУБД PostrgreSQL. Ее преимуществами можно считать открытый исходный код, большое количество дополнений и расширений. Для обеспечения возможности хранения географических объектов используется открытое расширение PostGIS, добавляющее поддержку географических объектов, а также функции для обработки подобных данных. Такое сочетание дает возможность модификации исходных данных любым образом, не предусмотренным веб-картографическим проектом OpenStreetMap.

Для решения задачи построения маршрута используется библиотека для маршрутизации с открытым исходным кодом GraphHopper, написанная на Java. Библиотека предоставляет широкий спектр возможностей: Directions API, Routing and Navigation, Route Optimization, Geocoding, Time-dependent Route Optimization. Из всего вышеперечисленного в контексте разрабатываемой системы интересен второй пункт. Поскольку описываемое программное обеспечение, как отмечалось выше, написано на Java, существует возможность легко встроить его в разрабатываемую систему. Более того, возможно частично переопределить логику работы библиотеки, добившись тем самым возможности построения маршрута по собственным правилам. Также несомненным плюсом библиотеки является ее встроенная возможность кэшировать результат своей работы в виде бинарных файлов в постоянной памяти устройства, что приводит к существенному ускорению обработки запросов на построение маршрутов.

Для наполнения базы данных необходимой информацией из файла .pbf решено использовать открытое программное обеспечение Osm2pgsql. Оно обладает всей необходимой функциональностью, а также предоставляет возможность детальной настройки процесса загрузки данных (определение создаваемых таблиц, обработка всех объектов перед загрузкой и т.д.) в хранилище с помощью конфигурационного файла на скриптовом языке Lua.

Клиентская часть разрабатываемого программного обеспечения реализуется в виде HTML-страницы, содержащей карту необходимой географической зоны. За отображение карты отвечает Openlayers – написанная на JavaScript библиотека с открытым исходным кодом. Она позволяет встроить на веб-страницу интерактивную карту, а также добавлять на карту различные слои, что позволит выводить на экран пользователя различные маркеры, отметки, построенный маршрут.

В качестве IDE была выбрана IntelliJ IDEA Ultimate Edition. К преимуществам этой системы можно отнести умное авто дополнение кода, анализ кода в реальном времени, поддержка Java EE, Spring Framework, наличие системы контроля версий, встроенный клиент для подключения к различным СУБД.