

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

Институт кибернетики
Направление подготовки 09.04.02 Информационные системы и технологии
Кафедра информационных систем и технологий

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка геоинформационного веб-сервиса для решения задач передвижения по городским территориям с ограничениями по мобильности

УДК 004.75.656.1-056.24

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ5Б	Гапонов Евгений Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ИСТ	Ковин Роман Владимирович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	Данков Артем Георгиевич	к.и.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	Акулов Петр Анатольевич	—		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ИСТ	Мальчуков Андрей Николаевич	к.т.н.		

Томск – 2017 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Общепрофессиональные компетенции	
P1	Воспринимать и самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.
P2	Владеть и применять методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе в глобальных компьютерных сетях.
P3	Демонстрировать культуру мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных, анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.
P4	Анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании со способностью и готовностью к саморегулированию дальнейшего образования и профессиональной мобильности. Владеть, по крайней мере, одним из иностранных языков на уровне социального и профессионального общения, применять специальную лексику и профессиональную терминологию языка.
Профессиональные компетенции	
P5	Разрабатывать стратегии и цели проектирования, критерии эффективности и ограничения применимости, новые методы, средства и технологии проектирования геоинформационных систем (ГИС) или промышленного программного обеспечения.
P6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области создания интеллектуальных ГИС и ГИС технологии или промышленного программного обеспечения с использованием методов системной инженерии.
P7	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и сопровождения ГИС и ГИС технологий или промышленного программного обеспечения с использованием методов и средств системной инженерии, осуществлять подготовку и обучение персонала.
P8	Формировать новые конкурентоспособные идеи в области теории и практики ГИС и ГИС технологий или системной инженерии программного обеспечения. Разрабатывать методы решения нестандартных задач и новые методы решения традиционных задач. Организовывать взаимодействие коллективов, принимать управленческие решения, находить компромисс между различными требованиями как при долгосрочном, так и при краткосрочном планировании.
Общекультурные компетенции	
P9	Использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских, проектных работ и профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, в управлении коллективом.
P10	Свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения.
P11	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. Проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности.
P12	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, способность к педагогической деятельности.

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

Институт кибернетики

Направление подготовки (специальность) 09.04.02 Информационные системы и технологии
Кафедра информационных систем и технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата)

А.Н. Мальчуков
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ5Б	Гапонов Евгений Александрович

Тема работы:

Разработка геоинформационного веб-сервиса для решения задач передвижения по городским территориям с ограничениями по мобильности	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 896/с от 22.02.2017 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	16.06.2017 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<ol style="list-style-type: none">1. Объект исследования/проектирования – информационно-поисковые картографические веб-сервисы2. Исходные данные: полученная на основе данных волонтеров информация о доступности зон городской среды, данные о категориях лиц с ограниченными возможностями, открытые картографические данные проекта OpenStreetMap
---------------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитический обзор существующих информационно-поисковых картографических веб-сервисов 2. Решение задачи поиска доступного пути с учетом исходных данных 3. Проектирование баз данных 4. Проектирование и разработка веб-сервисов 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 6. Социальная ответственность
Перечень графического материала	<ul style="list-style-type: none"> – Диаграмма вариантов использования – Диаграмма потоков данных – Архитектура разработанного веб-сервиса – Физическая модель базы данных разработанного веб-сервиса – Скриншоты разработанного веб-сервиса – Скриншоты веб-сервисов-аналогов
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Данков Артем Георгиевич
Социальная ответственность	Акулов Петр Анатольевич
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Картографические сервисы для людей с ограниченными возможностями (Cartographic Map Services for Disabled People)	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.02.2017
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ИСТ	Ковин Роман Владимирович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ5Б	Гапонов Евгений Александрович		

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

Институт кибернетики

Направление подготовки 09.04.02 Информационные системы и технологии

Уровень образования: магистратура

Кафедра информационных систем и технологий

Период выполнения: весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	16 июня 2017
--	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.02.2017	<i>Обзор проекта Maps for Easy Paths</i>	10
13.02.2017	<i>Обзор существующих картографических веб-сервисов</i>	5
27.02.2017	<i>Определение доступности участков дорожной сети на основе точечных данных, разработка алгоритма поиска доступных путей</i>	20
29.03.2017	<i>Разработка архитектуры геоинформационного веб-сервиса для решения задач передвижения по городским территориям с ограничениями по мобильности</i>	15
10.04.2017	<i>Реализация</i>	20
01.05.2017	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	5
11.05.2017	<i>Социальная ответственность</i>	5
20.05.2017	<i>Оформление пояснительной записки</i>	10
05.06.2017	<i>Обязательное приложение на иностранном языке</i>	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ИСТ	Ковин Р.В.	к.т.н.		01.02.2017 г.

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Информационных систем и технологий	Мальчуков А.Н	к.т.н.		01.02.2017 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 88 страниц, 16 иллюстраций, 13 таблиц, 19 формул, 25 использованных источников, 2 приложения.

Ключевые слова: доступность городской среды, ограниченная мобильность, доступные пути, краудсорсинг, картографический веб-сервис, веб-приложение.

Объектами исследования являются информационно-поисковые и социальные картографические веб-сервисы, пространственные базы данных.

Целью работы является разработка веб-сервиса для поиска доступных путей на основе открытых и предоставляемых пользователями сервиса данных о доступности зон городской среды для лиц с ограниченными возможностями и с учетом категории ограничений пользователя в рамках проекта Миланского технического университета Maps for Easy Paths (MEP).

При выполнении работы был проведен аналитический обзор существующих проектов, предоставляющих информацию о доступности городской среды.

Результатом работы является веб-сервис, обеспечивающий пользователя актуальными данными о доступности городских зон. Сервис обеспечивает генерацию и обновление данных для осуществления поиска доступных маршрутов и дальнейшего использования в других приложениях MEP.

Поскольку на данный момент при построении маршрутов сервисы проекта MEP не учитывают данных о доступности, разработанный сервис является актуальным. Несмотря на то, что целевыми пользователями сервисов MEP являются лица с ограниченной мобильностью, впоследствии разработанный сервис также может успешно использоваться для поиска путей обычными пользователями, не имеющими таковых ограничений.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

БД – база данных;

СУБД – система управления базами данных;

Краудсорсинг – привлечение широкого круга лиц для добровольного решения задач инновационной деятельности, стоящих перед бизнесом, государством или обществом, посредством использования инфокоммуникационных технологий.

Лица с ограниченной мобильностью – лица, испытывающие затруднения при самостоятельном передвижении. К данной категории относятся не только инвалиды с нарушением опорно-двигательного аппарата или передвигающиеся на креслах-колясках, но и лица старшей возрастной группы, а также люди с детьми либо детскими колясками.

Point Of Interest (POI) – природный объект, объект инфраструктуры, достопримечательность или любой другой представляющий интерес объект, нанесенный в виде точки карту.

Global Positioning System (GPS) – система глобального позиционирования – спутниковая система навигации, разработанная Министерством обороны США.

Геотег – географические метаданные, присоединяемые к различным видам информационных ресурсов.

ГЛОНАСС (Глобальная Навигационная Спутниковая Система) – Российская спутниковая система навигации.

NMEA (National Marine Electronics Association) – текстовый протокол связи морского (как правило, навигационного) оборудования, разработанный Национальной морской ассоциацией электроники США и использующийся в GPS-приемниках.

REST (Representational State Transfer) – архитектурный стиль программного обеспечения для распределенных систем.

OSM (OpenStreetMap) – открытый некоммерческий веб-картографический проект

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1 КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ СЕРВИСЫ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ	13
1.1 Обзор существующих решений для получения данных о доступности городской среды.....	14
1.2 Проект Maps for Easy Paths.....	18
1.2.1 Сбор данных	19
1.2.2 Обработка и коррекция данных.....	22
1.3 Описание требований к разрабатываемому веб-сервису	24
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ВЕБ-СЕРВИСА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ПО ГОРОДСКИМ ТЕРРИТОРИЯМ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ ПО МОБИЛЬНОСТИ	25
2.1 Определение доступности участков дорожной сети на основе точечных данных.....	25
2.2 Разработка алгоритма поиска доступных путей	27
2.3 Архитектура веб-сервиса.....	29
3 РЕАЛИЗАЦИЯ	31
3.1 Используемые технологии.....	31
3.1.1 ASP.NET WEB API 2	31
3.1.2 PostgreSQL, PostGIS и Npgsql	31
3.1.3 Overpass API и ogr2ogr.....	33
3.1.4 Leaflet.....	33
3.2 Структура базы данных	33
4 РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ	36
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	39
5.1 Организация и планирование работ	39
5.1.1 Продолжительность этапов работ	39
5.1.2 Расчет накопления готовности проекта	43
5.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта.....	44
5.2.1 Расчет затрат на материалы.....	44
5.2.2 Расчет заработной платы	45

5.2.3	Расчет затрат на социальный налог	46
5.2.4	Расчет затрат на электроэнергию	46
5.2.5	Расчет амортизационных расходов	47
5.2.6	Расчет расходов на услуги связи	48
5.2.7	Расчет прочих расходов.....	48
5.2.8	Расчет общей себестоимости разработки	49
5.2.9	Расчет прибыли	49
5.2.10	Расчет НДС	50
5.2.11	Цена разработки НИР	50
5.3	Оценка экономической эффективности проекта.....	51
5.3.1	Определение срока окупаемости	51
5.3.2	Оценка научно-технического уровня НИР.....	51
6	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	54
6.1	Производственная безопасность.....	54
6.1.1	Вредные производственные факторы	55
6.1.2	Опасные производственные факторы	60
6.2	Экологическая безопасность	63
6.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	64
6.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	66
6.4.1	Правовые нормы трудового законодательства для рабочей зоны оператора ПЭВМ.....	66
6.4.2	Обеспечение беспрепятственного доступа инвалидов к объектам социальной, инженерной и транспортной инфраструктур.....	69
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
	СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ	72
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	73
	Приложение А	76
	Приложение Б.....	88

ВВЕДЕНИЕ

По данным Всемирной организации здравоохранения, на сегодняшний день более миллиарда человек, составляющих около 15% мирового населения, имеют ту или иную форму инвалидности. Согласно статистике, медицинская помощь требуется инвалидам гораздо чаще, чем другим людям [1]. Одним из факторов, влияющих на ее своевременное получение, является наличие физических препятствий на пути к зданиям. Такие привычные элементы городской архитектуры, как лестницы, бордюры и пешеходные переходы могут являться серьезной проблемой для людей с ограниченной мобильностью. Вопрос обеспечения доступной городской среды для лиц всех категорий инвалидности является актуальным по всему миру – повсеместно принимаются меры, направленные на оборудование городских пространств и объектов социальной инфраструктуры. Однако данные работы требуют значительного количества ресурсов, главным образом временных.

Одним из способов частичного решения проблемы доступности городской среды является создание специализированных карт, содержащих данные о доступности зон городских территорий и путях внутри них. Существует достаточно большое количество исследований и проектов, связанных с данной темой. Последние чаще всего представляют собой картографические сервисы, примерами могут служить такие проекты, как Jasscede, Marability и Smooth. Несмотря на то, что подобные решения могут быть очень эффективными, при их разработке и использовании неизбежно возникает проблема эффективного сбора данных и поддержания их актуальности [2]. Также в большинстве таких сервисов рассматривается доступность только определенных объектов городской инфраструктуры, а не городская среда в целом, а разработанные методы определения доступных путей и идентификации

препятствий в малой степени опираются на требования потенциальных пользователей.

Проект Миланского технического университета Maps for Easy Paths (MEP) [3], задачей которого является создание карт доступности городской среды на основе пользовательских и открытых данных, позволяет преодолеть ограничения других подходов к решению рассматриваемой проблемы. Сервисы проекта позволяют оперативно вносить новые данные о городской территории, визуализировать имеющуюся информацию, а также осуществлять поиск пешеходных путей внутри населенных пунктов. Однако в настоящий момент при построении путей не учитывается информация о их доступности. Цель данной работы состоит в разработке картографического веб-сервиса в рамках проекта MEP для поиска доступных пешеходных путей с учетом данных о доступности городских зон и ограничений категории инвалидности пользователя.

Объектами исследования в данной работе являются информационно-поисковые картографические сервисы, пространственные базы данных.

В основные задачи входят аналитический обзор существующих картографических сервисов для людей с ограниченными возможностями, разработка метода выделения доступных участков дорожной сети и алгоритма поиска доступных маршрутов, проектирование и разработка информационно-поискового веб-сервиса.

Ввиду особенностей работы и взаимодействия решений, входящих в проект MEP, данный сервис может использоваться для получения данных о доступности городской инфраструктуры в населенных пунктах по всему миру, что в свете важности решаемой проектом проблемы делает его разработку еще более актуальной и социально значимой.

1 КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ СЕРВИСЫ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

Развитие телекоммуникационных технологий и интенсивное использование жителями городов ПК и мобильных устройств в повседневной жизни способствовало рождению такого явления, как краудсорсинг. Краудсорсинг подразумевает решение проблем инновационной деятельности путем мобилизации широкого круга людей посредством информационных технологий и делегирования им некоторых организационных и производственных функций. Данная практика может использоваться для решения различного рода задач, однако чаще всего краудсорсинг применяется при решении проблем социального характера, стоящих перед обществом в целом.

Одним из наиболее активно обсуждаемых сегодня в мире вопросов является создание доступной безбарьерной городской среды для людей с ограниченными возможностями. В условиях растущей урбанизации инвалидам становится все сложнее передвигаться в городской среде из-за большого количества объектов, препятствующих достижению конечных пунктов назначения. Далекое не все элементы городской архитектуры предусмотрены для их использования людьми, чья мобильность ограничена, будь это человек, использующий кресло-коляску, или городской житель с детской коляской. В результате значительная часть населения не имеет доступа к большому количеству услуг и объектов городской инфраструктуры.

Проекты по созданию «дружелюбной» и доступной городской среды для жителей всех категорий разрабатываются по всему миру. В настоящий момент в РФ действует утвержденная в 2015 г. государственная программа «Доступная среда», целью которой является обеспечение равного доступа инвалидов и граждан без ограничения потребностей к транспортной, информационной и

другим инфраструктурам. Однако разработка в прямом смысле доступной среды является лишь одной из задач комплекса мер по поддержке инвалидов. Программа реализуется до 2020 года, и, с учетом масштаба задачи, утверждать о полном решении проблемы полноценного использования городских ресурсов лицами с ограниченными возможностями нельзя.

Тем не менее, частичное ее решение возможно посредством сбора данных о доступности тех или иных объектов и предоставления открытого доступа к данной информации. Эта задача может быть осуществлена путем использования краудсорсинга в сочетании с современными доступными средствами навигации.

1.1 Обзор существующих решений для получения данных о доступности городской среды

На сегодняшний день популярные навигационные системы (такие, как Google Maps [4], TomTom [5], Garmin [6] или Яндекс.Карты [7]) не учитывают информацию о доступности городской среды для лиц с ограниченными возможностями. Тем не менее, разработано достаточно большое количество других, как сугубо теоретических, так и непосредственно проектных решений, посвященных проблемам сбора и использования этих данных. Проектные решения чаще всего представляют собой картографические веб-сервисы с функцией прокладки маршрутов.

Однако данные проекты не обеспечивают решение поставленной проблемы в полной мере. Причинами этого являются либо лежащие в их основе подходы к ее решению, либо особенности функционирования, негативно влияющие на их актуальность, популярность среди предполагаемой целевой аудитории, и, как следствие, на дальнейшее развитие проектов. Для выявления присущих данным веб-сервисам ограничений, был проведен аналитический

обзор некоторых отечественных и зарубежных решений, основные характеристики которых приведены в таблице 1.1.

Скриншоты сервисов Smooth и Jaccede приведены на рисунках 1.1 и 1.2 соответственно.

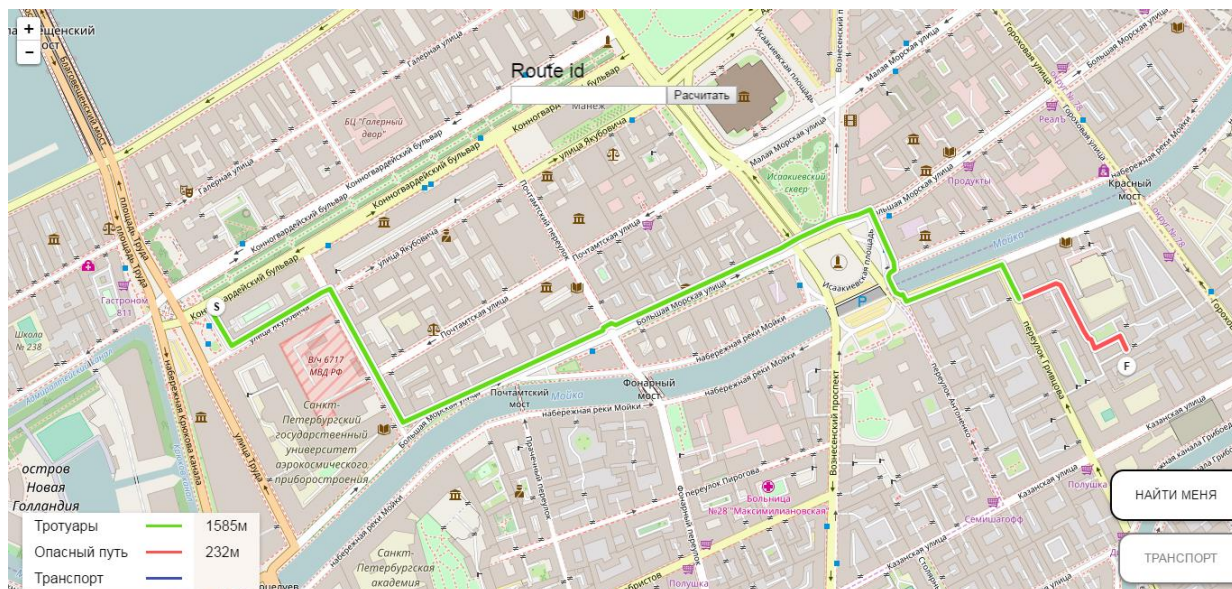


Рисунок 1.1 – Поиск пути с помощью сервиса Smooth

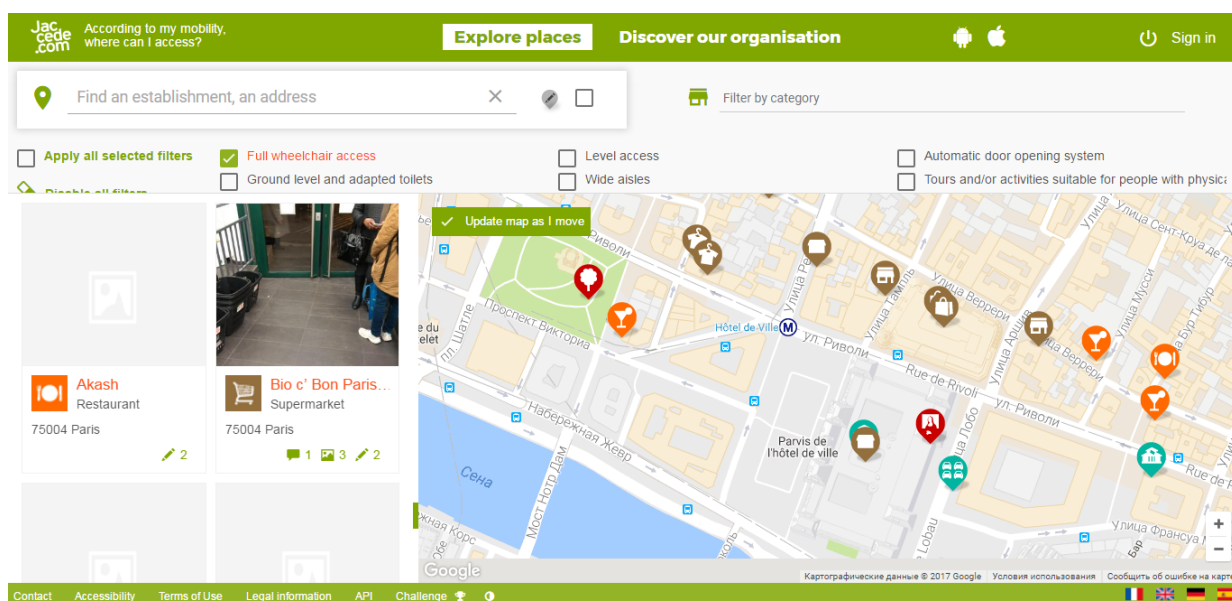


Рисунок 1.2 – Просмотр карты доступных POI Парижа с помощью сервиса Jaccede

Таблица 1.1 – Основные характеристики веб-сервисов, предоставляющих данные о доступности городской среды

Название, URL	Страна разработки	Платформы	Рассматриваемые элементы	Категории инвалидности	Охват данных	Поиск пути	Типы используемых данных
Доступная среда: карта доступности объектов, http://zhit-vmeste.ru/map	РФ	WEB	POI	ограниченная мобильность	РФ	–	пользовательские, открытые
Smooth, http://smooth.city	РФ	WEB	тротуары, общественный транспорт	ограниченная мобильность	РФ (Санкт-Петербург)	+	открытые
Jaccede.com, https://www.jaccede.com	Франция	WEB, iOS, Android	POI, парковки	ограниченная мобильность	Европа, мир (некоторые крупные города)	–	пользовательские
Accessible.net, http://accessible.net	Франция	WEB, iOS	POI, парковки	все	Франция (Париж)	–	пользовательские, открытые
MapAbility (I-Scope), http://www.mapability.org	Италия	WEB, iOS, Android	POI, парковки, бордюры, препятствия	ограниченная мобильность	Италия (некоторые города)	–	пользовательские
Wheelmap, https://wheelmap.org	Германия	WEB, iOS, Android	POI, парковки	ограниченная мобильность	Европа (преимущественно Германия)	–	пользовательские

В результате анализа были выявлены следующие типичные недостатки:

- ограниченный охват данных – чаще всего доступна информация только о том государстве/населенном пункте, в котором разработан сервис;
- ориентированность на POI – большинство сервисов располагает данными о доступности только точек интереса и таких непосредственно связанных с ними объектов, как тротуары и парковки;
- отсутствие функции поиска доступных маршрутов – сервисы, обладающие данным функционалом, обычно используют способы прокладки маршрутов, не учитывающие требования пользователей;
- ориентированность на определенную категорию лиц с ограниченными возможностями – данные практически всех сервисов являются актуальными только для пользователей, относящихся к малоподвижной группе населения;
- способы сбора данных – механизмы сбора пользовательских данных, используемые в основывающихся на них сервисах, не являются удобными для пользователей, что отрицательно влияет на скорость пополнения баз данных проектов и делает их малоинформативными и неактуальными.

Одним из главных минусов рассмотренных сервисов является направленность на сбор информации только о различных POI, которые представлены в своем большинстве государственными, медицинскими и образовательными учреждениями. Данные об объектах других типов разрознены между сервисами, что не позволяет пользователям получить полное представление о доступности общественных пространств населенного пункта. Построение подходящих для пользователей с ограниченными возможностями путей при наличии данных только о конкретных объектах инфраструктуры также не представляется возможным. Преодолеть большую часть ограничений рассмотренных решений позволяет проект Maps for Easy Paths, основывающийся на отличных от применяемых в них подходах и методах [8].

1.2 Проект Maps for Easy Paths

Maps for Easy Paths (MEP) – это проект Миланского технического университета, главной целью которого является разработка автоматизированного набора средств для получения пространственных данных о доступности городских пешеходных зон с использованием инновационных решений.

Основная идея проекта заключается в том, что путь, подходящий для пользователя какой-либо категории инвалидности, с большой вероятностью также будет являться доступным для другого пользователя с той же или более низкой категорией. Иными словами, маршруты пользователей с ограниченными возможностями безопасны в большей степени, чем пути, которые выбирают пользователи с отсутствием таковых [8]. Принять участие в проекте и внести свой вклад может любой желающий. Как и в большинстве других существующих решений, в проекте MEP используются данные с мобильных устройств, оснащенных средствами навигации (GPS и ГЛОНАСС), однако помимо навигационных данных также производится сбор показателей датчиков устройства для получения более точной информации о маршрутах пользователя. Кроме того, пользователи могут вручную вносить в базу проекта сведения о встречающихся на их пути препятствиях.

Диаграмма вариантов использования сервисов MEP представлена на рисунке 1.3. Целевой аудиторией являются прежде всего такие маломобильные группы населения, как инвалиды-колясочники, лица старшей возрастной группы, пешеходы с детскими колясками или детьми. Тем не менее, потенциальными пользователями могут быть и лица с иными ограничениями, как например, слабовидящие, и жители городов в целом.



Рисунок 1.3 – Диаграмма вариантов использования сервисов МЕР

В развитии проекта играет роль непосредственно каждый пользователь, значительную помощь могут оказать различные заинтересованные общественные организации и объединения.

1.2.1 Сбор данных

Сбор пользовательских данных осуществляется с помощью двух мобильных приложений МЕР Traces и МЕР APP. Описанные в секции 1.2 наборы пользовательских данных разделены на «неявные» (implicit) и «явные» (explicit). К первой группе относятся данные приемников GPS и данные сенсоров устройств, во вторую группу входят изображения и текстовые данные барьеров и препятствий, с которыми пользователи могут сталкиваться в городской среде. Приложение МЕР Traces обеспечивает получение и загрузку как «явных», так и «неявных» данных, в то время как приложение МЕР APP позволяет пользователю просматривать итоговые данные о доступности территорий и добавлять «явные» данные о возможных препятствиях. Сервер является ответственным за обработку информации и оперативную передачу информацию

между двумя приложениями. Обмен данными между всеми компонентами в виде диаграммы на рисунке 1.4.

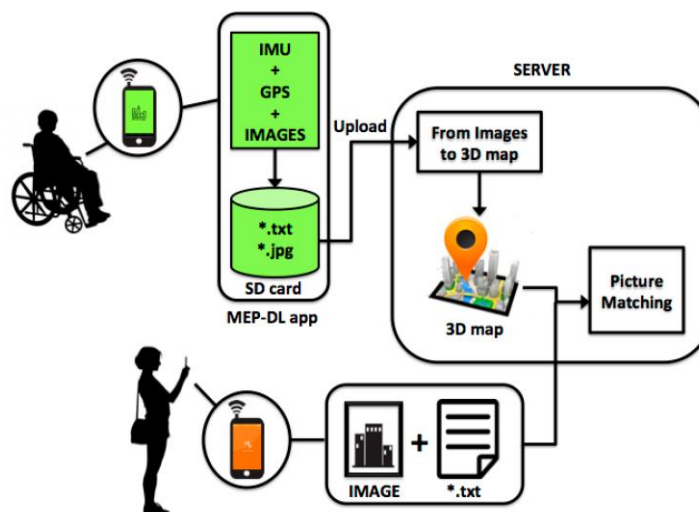


Рисунок 1.4 – Диаграмма потоков данных между компонентами проекта MEP

1.2.1.1 Сбор данных в автоматическом режиме

Главное меню приложения MEP Traces показано на рисунке 1.5. Запись «невяных» данных происходит в невидимом для пользователя режиме и осуществляется на внутреннюю или внешнюю память устройства. Приложение позволяет также добавлять «явные» данные в виде геотегируемых изображений с временными метками. Отправка данных на сервер производится после выбора соответствующего пункта в меню.



Рисунок 1.5 – Главное меню приложения MEP Traces

Запись данных осуществляется в текстовые файлы со следующим содержанием:

- MEP POSITION INFO.txt – данные GPS, замеряемые каждую секунду,
- MEP MOTION INFO.txt – данные с датчиков устройства
- MEP NMEA INFO.txt stores – данные GPS в формате NMEA
- MEP DEVICE INFO.txt – информация о характеристиках устройства и использовании батареи.

1.2.1.2 Сбор данных в ручном режиме

Доступ пользователей к накопленным проектом данным осуществляется посредством приложения MEP APP, интерфейс которого приведен на рисунке 1.6.

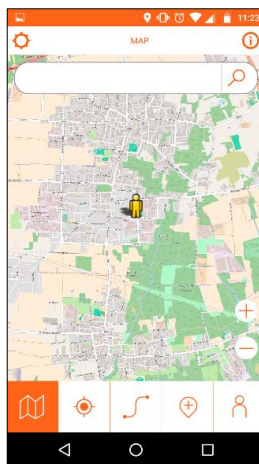


Рисунок 1.6 – Интерактивная карта в приложении MEP APP

Данное приложение отображает зарегистрированному пользователю актуальные объекты городской инфраструктуры в зависимости от его категории, а также предоставляет возможность добавления на карту данных о препятствиях и внесения корректировок к уже имеющейся информации. Для уведомления о встреченных на пути барьерах необходима следующая информация:

- фотографии объекта, сделанных с разных точек обзора (в количестве от 1 до 3)
- оценка степени значимости препятствия (от 1 до 3)
- краткое текстовое описание.

Таким образом, добавляемые вручную пользователями данные представляют собой фундаментальную информацию для построения карты доступности, которую невозможно извлечь из «неявных» данных.

1.2.2 Обработка и коррекция данных

На сервере полученные данные подвергаются коррекционной обработке, состоящей из этапов, представленных на схеме на рисунке 1.7.

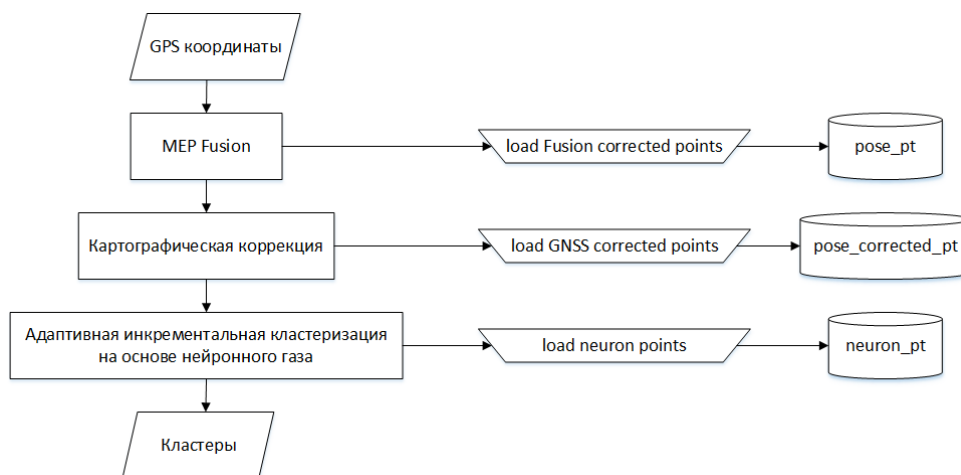


Рисунок 1.7 – Порядок обработки данных сервером

На первом этапе производится реконструкция пути с помощью средства MEP Fusion, совместно использующего данные GPS и таких сенсоров, как акселерометр, гироскоп и магнитометр. В MEP Fusion применяется библиотека ROAMFREE (Robust Odometry Applying Multisensor Fusion to Reduce Estimation Errors), являющаяся фреймворком, разработанным лабораторией робототехники и искусственного интеллекта Миланского технического университета [9].

Далее происходит коррекция полученных путей с учетом географической привязки зданий, источником геоданных служит OpenStreetMap [10]. Если в ходе проверки путей возникает пересечение с контуром здания, точки проецируются за его пределы в сторону ближайшей дороги (рисунок 1.8).

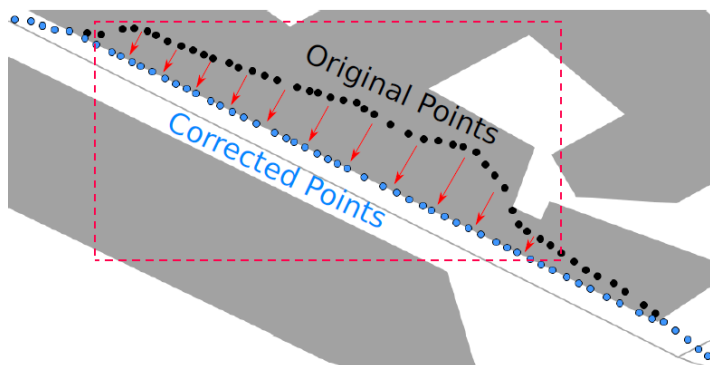


Рисунок 1.8 – Картографическая коррекция пути

На заключительном этапе обработки осуществляется кластеризация данных с помощью алгоритма MER-Clusterpath, опирающегося на алгоритм адаптивного инкрементального кластеринга на основе нейронного газа. Результатом кластеризации является набор точек-нейронов, определяющий доступность той или иной зоны городской территории.

Использование данных проекта MER для обеспечения эффективной навигации пользователей в городской среде посредством предоставления им возможности поиска доступных путей является их наиболее важным практическим применением. Поскольку информация о доступности постоянно обновляется, а данные могут применяться не только непосредственно для ориентации в городской среде целевой аудитории, но и в иных приложениях, наиболее оптимальным способом предоставления данных о доступных путях является создание веб-сервиса для доступа к ним.

1.3 Описание требований к разрабатываемому веб-сервису

Разрабатываемый картографический веб-сервис для поиска доступных пешеходных маршрутов должен:

- отображать интерактивную карту;
- позволять пользователю указывать категорию мобильности;
- позволять пользователю указывать пункты отправления и назначения;
- визуализировать найденный маршрут на карте.

При построении маршрутов должны учитываться следующие критерии:

- доступность путей;
- длина путей;
- наличие критичных для категории пользователя препятствий.

В качестве исходных данных сервис должен использовать кластеризованные данные о препятствиях и путях пользователей, данные о категориях пользователей и их ограничениях, а также открытые данные дорожной сети населенных пунктов.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ВЕБ-СЕРВИСА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ПО ГОРОДСКИМ ТЕРРИТОРИЯМ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ ПО МОБИЛЬНОСТИ

2.1 Определение доступности участков дорожной сети на основе точечных данных

Задачи поиска путей наиболее эффективно решаются с помощью алгоритмов теории графов. На рисунке 2.1 представлен фрагмент графа дорог г. Комо (Италия), с вершинами в точках пересечения сегментов (отмечены синим цветом).

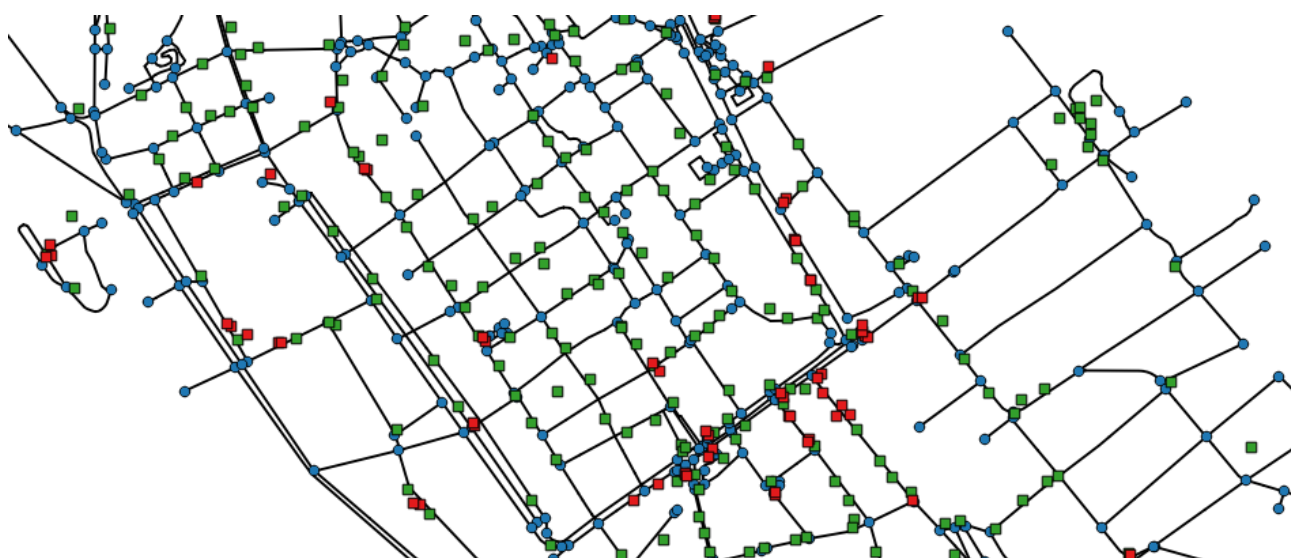


Рисунок 2.1 – Представление дорожной сети г. Комо в виде графа

Чтобы определить доступность тех или иных участков дорожной сети нужно задать значения весов ребер соответствующего графа путем оценки возможного влияния на них исходных данных – точек доступности (далее – нейронов) и препятствий (объекты обоих типов отмечены на графе зеленым и красным цветом соответственно). Поскольку участки дорожной сети, сегментированной только в точках пересечения дорог, являются достаточно протяженными, для получения точных результатов недостаточно необходимо ее

принудительное разбиение на более мелкие сегменты. В качестве оптимальной длины сегмента подходит величина $d(n, n)_{avg}$, равная среднему расстоянию между соседними нейронами населенного пункта. Так как практически все данные сосредоточены вдоль дорог, предположено, что каждая точка (нейрон или препятствие) влияет на все сегменты дорог, находящие в пределах минимального расстояния от точки до ближайшего сегмента $d(p_i, r)_{min}$, при этом ближайшая к рассматриваемой точке точка сегмента должна находиться внутри него. Доступность сегмента определяется формулой

$$W_j = \sum_i v(p_i) * coef(p_i, r_j), \quad (2.1)$$

где $v(p_i)$ – степень серьезности препятствия / доступности нейрона,

$coef(p_i, r_j)$ – коэффициент влияния точки.

Коэффициент влияния точки характеризует формула

$$coef(p_i, r_j) = \begin{cases} 1, & d(p_i, r_j) \leq d(p, r)_{avg} \\ f(p_i, r_j), & d(p_i, r_j) > d(p, r)_{avg} \end{cases}, \quad (2.2)$$

где $d(p_i, r_j)$ – удаленность точки от сегмента,

$d(p, r)_{avg}$ – среднее расстояние от точки данного типа до ближайшей дороги в населенном пункте,

$f(p_i, r_j)$ – линейная передаточная функция с насыщением.

В данном случае используется функция следующего вида:

$$f(p_i, r_j) = \frac{d(p, r)_{max} - d(p_i, r_j)}{2(d(p, r)_{max} - d(p, r)_{avg})} + 0,5, \quad (2.3)$$

где $d(p, r)_{max}$ – максимальное расстояние от точки данного типа до ближайшей дороги в населенном пункте.

Таким образом, величина $d(p, r)_{avg}$ является рубежной, при достижении которой влияние точки на сегмент является максимальным. Коэффициент наиболее удаленной от дороги точки населенного пункта равен 0,5.

Результат классификации сегментов продемонстрирован на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 – Представление дорожной сети г. Комо в виде графа

2.2 Разработка алгоритма поиска доступных путей

Для поиска доступных путей была разработана модификация алгоритма Дейкстры. Алгоритм определяет наиболее доступные кратчайшие пути от одной вершины графа, соответствующего исходной дорожной сети, до всех остальных. Поскольку требуется осуществлять поиск пешеходных путей, дорожная сеть должна быть представлена в виде неориентированного графа.

В графе $G = (V, E)$ ребра имеют 2 веса: один из них является длиной ребра и определяется функцией $l: E \rightarrow \mathbf{R}$, другой соответствует уровню доступности соответствующего сегмента и характеризуется функцией $a: E \rightarrow \mathbf{R}$, вершина, из которой требуется найти пути обозначена как s . Множество U содержит вершины, для которых кратчайший наиболее доступный путь уже был найден, в множество W входят вершины, для которых он был определен предварительно.

Каждой вершине графа v соответствуют следующие величины:

- $d(v)$, равная сумме $l(e)$ всех входящих в текущий кратчайший путь из s в v ребер e ,

- $d_a(v)$, равная сумме $l(e)$ всех входящих в текущий кратчайший путь из s в v ребер e , для которых $a(e) > 0$,
- $a(v)$, равная сумме $a(e)$ всех входящих в текущий кратчайший путь из s в v ребер e , для которых $a(e) > 0$,
- $i(v)$, равная сумме $-a(e)$ всех входящих в текущий кратчайший путь из s в v ребер e , для которых $a(e) < 0$.

В начале алгоритма для всех вершин $d_a(v) = 0$, $a(v) = 0$, $i(v) = 0$; $d(v) = \infty$ для всех вершин, кроме s .

На каждой итерации алгоритма из всех вершин, не входящих в U , выбирается вершина u с минимальным i , минимальным d , максимальным $a(v)$ и максимальным d_a и заносится в U . Далее проверяется каждая вершина n из не входящих в U соседних с u вершин. При каждой проверке для пути, включающего в себя кратчайший путь из вершины s в u $\rho(s, u)$ и ребро (u, n) , вычисляются величины $d(u, n)$, $d_a(u, n)$, $d_i(u, n)$, $a(u, n)$ и $i(u, n)$, имеющие тот же смысл, что и приведенные выше величины для каждой из вершин графа v . Если вершина не состоит в множестве W , то наиболее доступный кратчайший путь в вершину n прокладывается через вершину u : $d(n) = d(u, n)$, $d_a(n) = d_a(u, n)$, $a(n) = a(u, n)$, $i(n) = i(u, n)$, а n заносится в W . Если $n \in W$, то путь из s в n изменяется только в том случае, если $i(u, n) \leq i(n)$, $d(u, n) \leq d(n)$, $a(u, n) \geq a(n)$, $d_a(u, n) \geq d_a(n)$.

Алгоритм останавливается, когда не остается вершин, не входящих в множество U , или, если требуется найти путь до определенной вершины f , до тех пор, пока в качестве u не будет взята f .

Иными словами, в рамках рассматриваемой проблемы приоритетными для алгоритма являются те кратчайшие пути среди путей с наименьшей суммарной критичностью непроходимых участков, которые имеют наибольшую суммарную проходимость и наибольшее количество проходимых участков.

Блок-схема алгоритма приведена в приложении Б

2.3 Архитектура веб-сервиса

Для построения системы была выбрана архитектура REST. Главным преимуществом данной архитектуры является ее простота: REST не просто использует протокол HTTP для сетевого взаимодействия, но базируется на нем (что позволяет использовать кеширование на уровне сервера, масштабирование и другие решения на его основе). В основе этой особенности лежит основной принцип архитектуры, заключающийся в работе не с операциями, а непосредственно с ресурсами. Другими важными свойствами концепции REST являются осуществление взаимодействие без хранения на сервере состояния о клиенте, а также возможность возвращения ответов в различных форматах. Совокупность данных качеств делают REST подходящей архитектурой при текущих требованиях к разрабатываемой системе. Схема архитектуры представлена на рисунке 2.3.

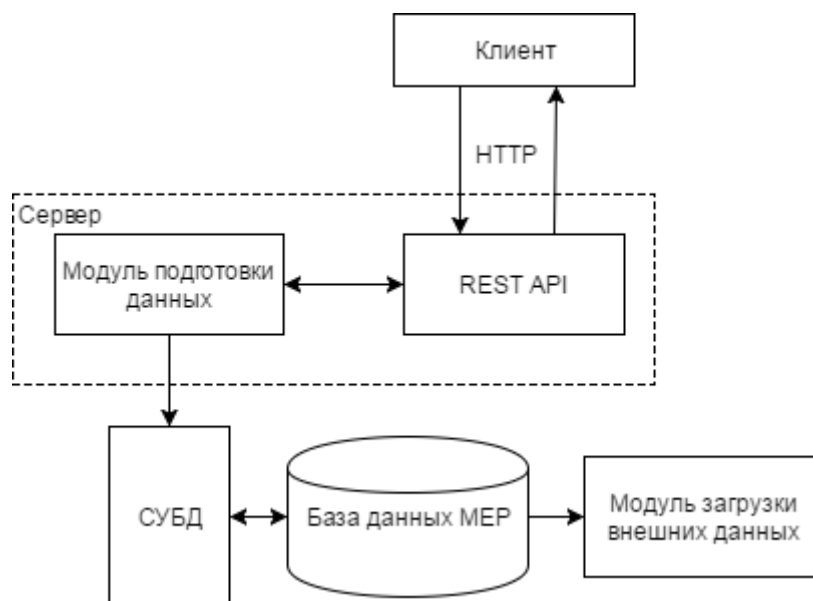


Рисунок 2.3 – Архитектура разрабатываемого веб-сервиса

Система состоит из следующих функциональных компонентов:

- Модуль загрузки внешних данных осуществляет загрузку в базу отсутствующих данных OSM при появлении новых данных о доступности

зон городской среды для обновления имеющейся информации о дорожной сети.

- Модуль подготовки данных обеспечивает извлечение запрошенных данных и осуществляет их подготовку для отправки клиенту.
- Активная база данных МЕР хранит информацию о точках доступности и препятствиях населенных пунктов, данные доступности сегментов их дорожной сети, а также данные об ограничениях категорий пользователей с ограниченными возможностями. База содержит всю бизнес-логику системы в виде хранимых процедур и триггеров, выполняющихся на стороне СУБД.
- Клиент, реализованный в виде одностраничного веб-приложения. Для передачи данных клиенту используется формат JSON.

3 РЕАЛИЗАЦИЯ

3.1 Используемые технологии

3.1.1 ASP.NET WEB API 2

В качестве основного средства разработки была выбрана платформа ASP.NET - технология создания веб-приложений и веб-сервисов, разработанная компанией Microsoft.

Преимущества ASP.NET:

- Поддержка любых .NET-совместимых языков;
- Возможность компиляции;
- Полная поддержка юникода
- Огромные возможности, включенные в состав стандартных библиотек.
- Наличие средств визуального программирования

Для построения RESTful приложений с помощью ASP.NET используется технология ASP.NET WEB API 2. Данное средство может быть задействовано как в приложениях с конструкцией Model-View-Controller, так и в приложениях Web Forms. Взаимодействие клиентской и серверной части осуществляется с помощью технологии AJAX.

3.1.2 PostgreSQL, PostGIS и Npgsql

Для хранения данных проекта МЕР используется PostgreSQL – наиболее развитая объектно-реляционная система управления базами данных (СУБД) с открытым исходным кодом. PostgreSQL обладает такими преимуществами, как:

- надежность и устойчивость на больших нагрузках;
- кроссплатформенность: работает в широком диапазоне диалектов UNIX, а также на платформе Microsoft Windows;

- высокий уровень соответствия стандартам;
- расширяемость;
- быстроедействие;
- наследование;
- поддержка баз данных практически неограниченного размера.

Кроме того, существует множество интерфейсов и библиотек взаимодействия для других языков программирования: Java (JDBC), ODBC, Perl, Python, Ruby, C, C++, PHP, Lisp, Scheme и Qt.

Для создания необходимых триггеров и хранимых процедур, реализующих бизнес-логику, было использовано процедурное расширение языка SQL PL/pgSQL (Procedural Language/PostGres Structured Query Language)

Данный язык обладает следующими особенностями:

- добавляет управляющие конструкции к стандарту SQL;
- допускает сложные вычисления;
- может использовать все объекты БД, определенные пользователем;
- прост в использовании [11].

Работа с пространственными данными в базах PostgreSQL осуществляется с помощью расширения PostGIS. Оно обеспечивает поддержку пространственных типов данных и пространственных запросов [12].

В качестве провайдера для обеспечения доступа к базе данных было использовано средство Npgsql. Npgsql поддерживает программы на языках C#, Visual Basic и F# и является бесплатным решением с открытым исходным кодом [13].

3.1.3 Overpass API и ogr2ogr

Для загрузки данных дорожной сети населенных пунктов был использован Overpass API. Он представляет собой доступный только для чтения API, который позволяет извлекать выборочные данные из базы OSM по пользовательскому запросу. В отличие от основного API, который оптимизирован для редактирования, Overpass API оптимизирован для разного уровня потребителей данных и позволяет задавать такие критерии поиска как расположение, тип объектов, свойства тегов, близость или их комбинации. Зачастую он применяется в качестве базы данных для различных сервисов [14].

Добавление полученных данных в таблицы используемой базы осуществлялось с помощью утилиты ogr2ogr, поставляющейся с библиотекой OGR и предназначенной для конвертации векторных данных [15].

3.1.4 Leaflet

Для отображения интерактивной карты в приложении-клиенте использовалась библиотека с открытым исходным кодом Leaflet, написанная на Javascript.

3.2 Структура базы данных

Физическая модель использующейся сервисом базы данных представлена на рисунке 3.1.

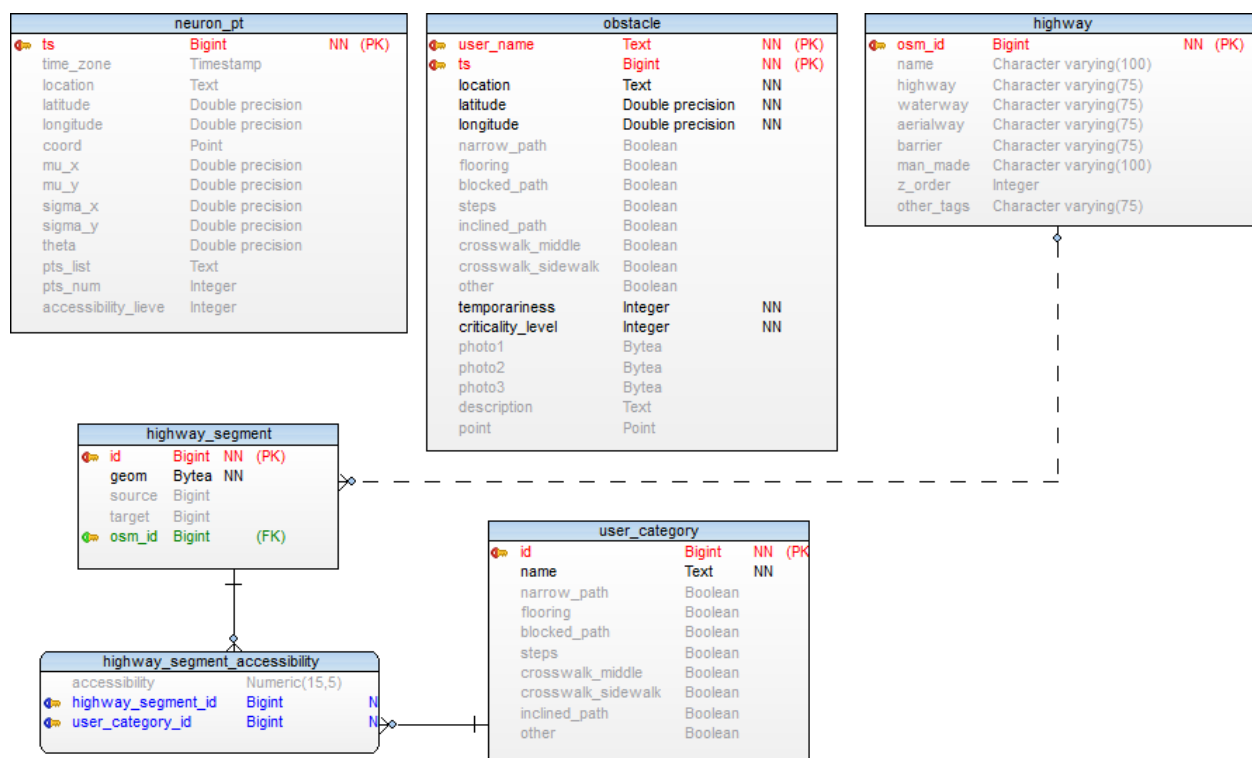


Рисунок 3.1 – Физическая модель базы данных

Далее приведены описания созданных таблиц:

- neuron_pt – таблица для хранения кластеризованных точечных данных о доступности (нейронов). Для разделения данных по населенным пунктам присутствует поле «location».
- obstacle – таблица для хранения точечных объектов препятствий. Помимо геоданных хранятся также тип и степень критичности препятствия.
- highway – таблица для хранения информации об исходных загруженных данных дорожной сети OSM.
- highway_segment – таблица для хранения дорожной сети, разбитой на равные участки для осуществления поиска доступного пути.
- user_category – категории пользователей с ограниченными возможностями. Для каждой категории указаны критичные виды препятствий.
- highway_segment_accessibility – таблица для хранения уровней доступности участков дорожной сети для каждой категории мобильности.

Для поиска маршрутов была создана хранимая процедура *MEP_Dijkstra*, принимающая на вход идентификатор категории пользователя и параметры широты и долготы пунктов отправления и назначения и возвращающая список сегментов дорожной сети.

Обновление данных об уровнях доступности сегментов дорожной сети для каждой из категорий инвалидности производится с помощью триггеров, вызывающихся при добавлении и изменении данных в таблицах *neuron_pt* и *obstacle*, а также при их удалении из них.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ

При запуске приложения в окне браузера отображается карта и элемент управления управления типа «выпадающий список» для выбора категории пользователя. Пункты отправления и назначения задаются выбором точек на карте (рисунок 4.1).

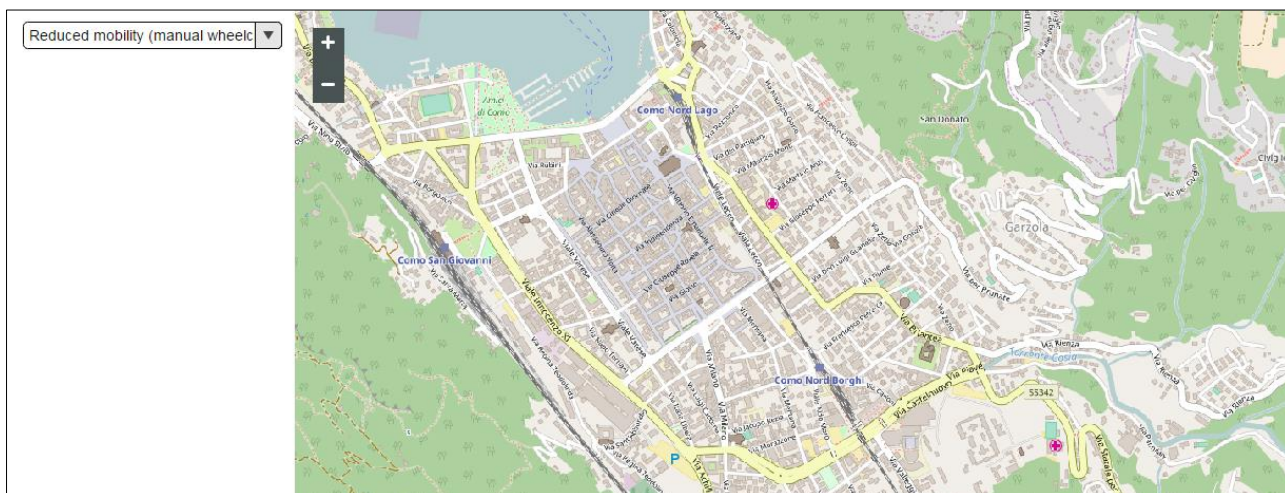


Рисунок 4.1 – Окно клиентского приложения

Сразу после последовательного выбора пунктов отправления и назначения осуществляется отправка запроса на сервер и после получения данных на карте визуализируется построенный маршрут.

На рисунках 4.3-4.4 представлены результаты поиска маршрута на одном и том же участке с использованием разработанного сервиса и с использованием действующего сервиса МЕР APP. Расположение препятствий и точек доступности показано на графе дорожной сети на рисунке 4.2.

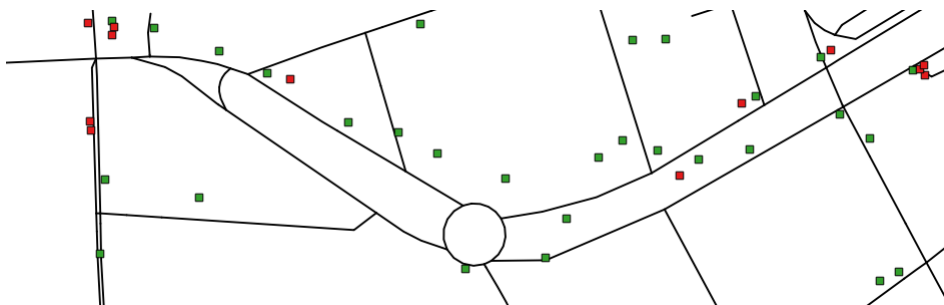


Рисунок 4.2 – Расположение точек доступности и препятствий на участке дорожной сети

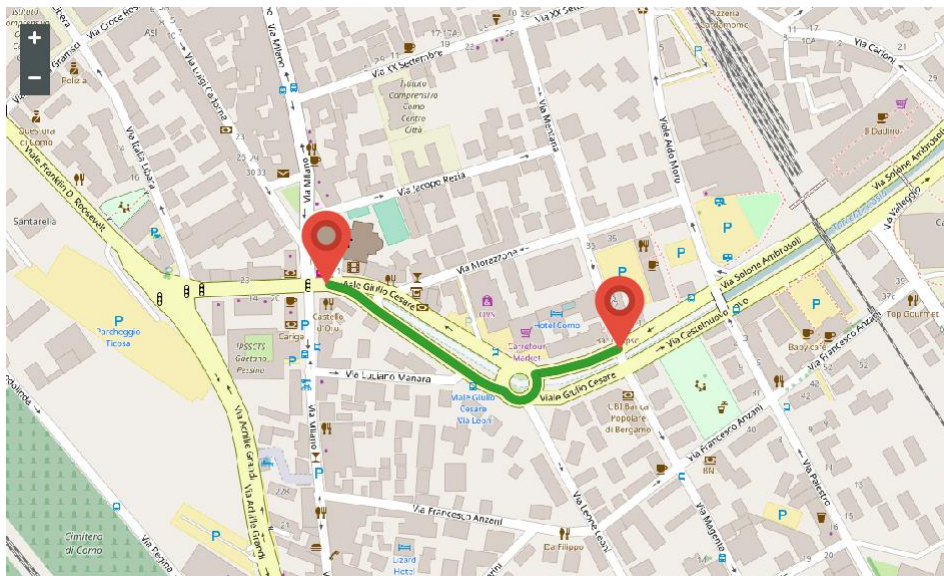


Рисунок 4.3 – Результаты поиска пути с помощью разработанного сервиса

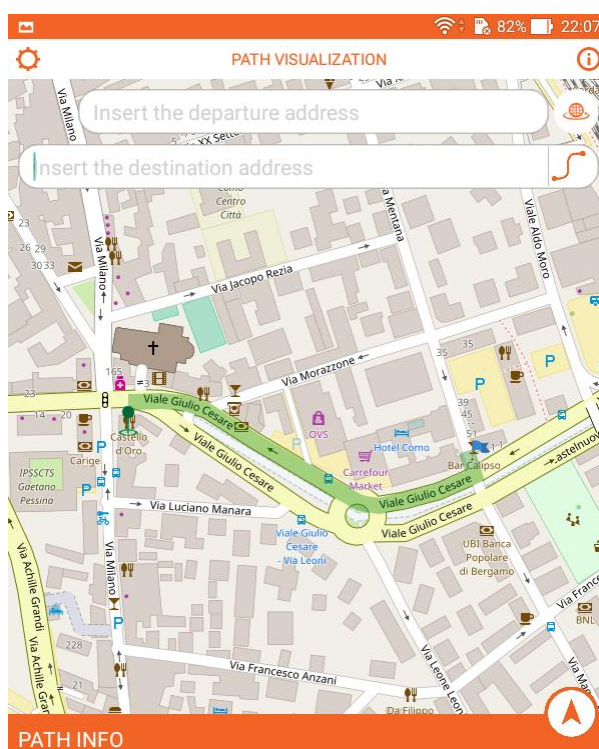


Рисунок 4.2 – Результаты поиска пути с помощью сервиса MER APP

Сервис MER APP строит кратчайший путь несмотря на находящееся в самом начале препятствие, в то время как путь разработанного сервиса огибает его перед переходом на более доступную часть дороги.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ5Б	Гапонов Евгений Александрович

Институт	кибернетики	Кафедра	ИСТ
Уровень образования	магистратура	Направление	09.04.02 Информационные системы и технологии

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. *Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих*
2. *Нормы и нормативы расходования ресурсов*
3. *Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования*

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

- | | |
|--|---|
| 1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i> | |
| 2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i> | <i>Планирование структуры НТИ, определение трудоемкости работ и составление календарного графика распределения работ.</i> |
| 3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i> | |
| 4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i> | <i>Определение срока окупаемости проекта и его научно-технического уровня</i> |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *График проведения и бюджет НТИ*
2. *Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Данков Артем Георгиевич	к.и.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ5Б	Гапонов Евгений Александрович		

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

5.1 Организация и планирование работ

Исполнителями работ являются инженер (в его роли действует исполнитель ВКР) и научный руководитель (НР). Перечень работ и загрузка участвующих в них исполнителей представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Загрузка инженера, %	Загрузка научного руководителя, %
Постановка целей и задач		100
Составление и утверждение ТЗ	50	50
Разработка календарного плана	20	80
Подбор и изучение материалов по тематике	90	10
Аналитический обзор аналогов	80	20
Разработка алгоритма поиска доступных путей	70	30
Проектирование базы данных	100	
Проектирование архитектуры веб-сервиса	60	40
Выбор средств разработки	70	30
Разработка веб-сервиса	100	
Тестирование и отладка	90	10
Оформление расчетно-пояснительной записки	100	

5.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ осуществляется опытно-статистическим методом экспертным способом по формуле:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (5.1)$$

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

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет

продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (5.2)$$

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

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей (в рамках данной ВКР установлена равной 1);

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ (принимается равным 1,1).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, \quad (5.3)$$

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

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

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (5.4)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни, $T_{КАЛ} = 365$;

$T_{ВД}$ – выходные дни, $T_{ВД} = 52$;

$T_{ПД}$ – праздничные дни, $T_{ПД} = 10$.

При подстановке значений в формулу 5.4 был получен следующий результат:

$$T_{К} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,205.$$

Трудозатраты на выполнение проекта отражены в таблице 5.2. Линейный график работ представлен в таблице 5.3.

Таблица 5.2 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап работы	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
				Т _{РД}		Т _{КД}	
	t _{min}	t _{max}	t _{ож}	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8
1 Постановка целей и задач	1	2	1,4	1,68	0,00	2,02	0,00
2 Составление и утверждение ТЗ	3	5	3,8	2,28	2,28	2,75	2,75
3 Разработка календарного плана	2	5	3,2	3,07	0,77	3,70	0,93
4 Подбор и изучение материалов по тематике	7	14	9,8	1,18	10,58	1,42	12,75
5 Аналитический обзор аналогов	7	10	8,2	1,97	7,87	2,37	9,49
6 Разработка алгоритма поиска доступных путей	14	21	16,8	6,05	14,11	7,29	17,00
7 Проектирование базы данных	3	5	3,8	0,00	4,56	0,00	5,49
8 Проектирование архитектуры веб-сервиса	5	7	5,8	2,78	4,18	3,35	5,03
9 Выбор средств разработки	5	7	5,8	2,09	4,87	2,52	5,87
10 Разработка веб-сервиса	14	21	16,8	0,00	20,16	0,00	24,29
11 Тестирование и отладка	4	6	4,8	0,58	5,18	0,69	6,25
12 Оформление расчетно-пояснительной записки	14	20	16,4	0,00	19,68	0,00	23,71
Итого	79	123	96,6	21,67	94,25	26,11	113,57

Таблица 5.3 – Линейный график работ

Этап	НР	И	Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
1	2,02	0,00	■												
2	2,75	2,75	▨												
3	3,70	0,93	■	▨											
4	1,42	12,75		▨											
5	2,37	9,49			▨										
6	7,29	17,00				■	▨								
7	0,00	5,49						▨							
8	3,35	5,03							▨						
9	2,52	5,87								▨					
10	0,00	24,29									▨				
11	0,69	6,25											▨		
12	0,00	23,71												▨	

НР – ■ И – ▨

5.1.2 Расчет накопления готовности проекта

В данной секции описан расчет текущих состояний работы над проектом. Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом.

Степень готовности определяется формулой (5.5)

$$CG_i = \frac{TP_i^H}{TP_{\text{общ.}}} = \frac{\sum_{k=1}^i TP_k}{TP_{\text{общ.}}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TP_{kj}}{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TP_{kj}}, \quad (5.5)$$

где TP_i^H – накопленная трудоемкость i -го этапа проекта по его завершении;

$TP_{\text{общ.}}$ – общая трудоемкость проекта;

TP_k – трудоемкость k -го этапа проекта, $k = \overline{1, i}$;

TP_{kj} – трудоемкость работ, выполняемых j -м участником на k -м этапе, здесь $j = \overline{1, m}$ – индекс исполнителя, в данной работе $m = 2$, так как в разработке проекта участвуют научный руководитель и инженер (исполнитель).

Применительно к таблице (5.2) величины TP_{ij} (TP_{kj}) находятся в столбцах (5, $j = 1$) и (6, $j = 2$). $TP_{\text{общ.}}$ равна сумме чисел из итоговых клеток этих столбцов. Пример расчета TP_i (%) и CG_i (%) на основе этих данных содержится в таблице (5.4).

Таблица 5.4 – Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

Этап	TP_i , %	CG_i , %
Постановка целей и задач	1,45	1,45
Составление и утверждение ТЗ	3,93	5,38
Разработка календарного плана	3,31	8,70
Подбор и изучение материалов по тематике	10,14	18,84
Аналитический обзор аналогов	8,49	27,33
Разработка алгоритма поиска доступных путей	17,39	44,72
Проектирование базы данных	3,93	48,65
Проектирование архитектуры веб-сервиса	6,00	54,66
Выбор средств разработки	6,00	60,66
Разработка веб-сервиса	17,39	78,05
Тестирование и отладка	4,97	83,02
Оформление расчетно-пояснительной записки	16,98	100,00

5.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

Разработка приложения велась на компьютере с использованием бесплатного программного обеспечения и без аренды помещения. Поэтому расчет сметной стоимости выполнения проекта будет производиться по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные начисления;
- оплата услуг связи;
- прочие (накладные) расходы.

5.2.1 Расчет затрат на материалы

Так как все работы выполнялись преимущественно на компьютерном оборудовании, то потребовались затраты на покупку различных канцелярских принадлежностей, а также USB-накопитель. Все материальные затраты отображены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Бумага для принтера формата А4	290	1 уп.	290
Тонер для принтера	250	1 шт.	250
Модель персонажа	1890	1 шт.	1890
Итого:			2430

Транспортно-заготовительные расходы (ТЗР) составляют 5% от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны

$$C_{\text{мат}} = 2430 * 1,05 = 3013,5 \text{ руб.}$$

5.2.2 Расчет заработной платы

Заработная плата рассчитывается на основе суммы заработной платы исполнителей и научного руководителя исходя из трудоемкости каждого этапа и занятости каждого из них на данном этапе. Величина месячного оклада научного руководителя ($MO_{\text{НР}}$) получена из открытых данных, размещенных на официальном сайте Национального Исследовательского Томского политехнического университета. Величина месячного оклада инженера ($MO_{\text{И}}$) берется как месячный оклад инженера кафедры.

Среднедневная тарифная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = MO/N, \quad (5.6)$$

где MO – месячный оклад, руб.;

N – количество рабочих дней в месяц, при шестидневной рабочей неделе

$N = 24,91$, а при пятидневной рабочей неделе $20,58$.

Среднедневная тарифная заработная плата научного руководителя равна

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \frac{38800}{24,91} = 1557,61 \frac{\text{руб.}}{\text{раб. день}}$$

Среднедневная тарифная заработная плата инженера равна

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \frac{7864,11}{20,58} = 382,12 \frac{\text{руб.}}{\text{раб. день}}$$

Затраты времени каждого исполнителя в рабочих днях взяты из таблицы 5.2. Для перехода от тарифной суммы заработка исполнителя к соответствующему полному заработку необходимо умножить ее на интегральный коэффициент. Интегральный коэффициент находится по формуле

$$K_{\text{и}} = K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{доп.ЗП}} \cdot K_{\text{р}}, \quad (5.7)$$

где $K_{\text{пр}}$ – коэффициент премий, $K_{\text{пр}} = 1,1$;

$K_{\text{доп.ЗП}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты; при шестидневной рабочей неделе $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$, а при пятидневной рабочей неделе – $1,113$;
 K_p – коэффициент районной надбавки (для г. Томска $K_p = 1,3$).

Результаты вычислений представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	ЗП _{дн-г} , руб./раб. день	Затраты времени, раб. дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб
НР	38 800	1557,61	22	1,70	58220,35
И	7 864,11	382,12	94	1,62	58189,23
Итого:					116409,58

5.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Единый социальный налог установлен в размере 30% от заработной платы. Затраты на социальный налог рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{соц}} = C_{\text{ЗП}} \cdot 0,3, \quad (5.8)$$

где $C_{\text{ЗП}}$ – размер заработной платы.

При подстановке необходимых значений в формулу 5.8:

$$C_{\text{соц}} = 116409,58 \cdot 0,3 = 34922,87 \text{ руб.}$$

5.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot C_{\text{э}}, \quad (5.9)$$

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

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

$C_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час. Для ТПУ $C_{\text{э}} = 5,782 \text{ руб./кВт} \cdot \text{час}$.

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 5.2 для инженера ($T_{рд}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{об} = T_{рд} \cdot K_t, \quad (5.10)$$

где K_t – коэффициент использования оборудования по времени, $K_t = 0,9$.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{об} = P_{ном} \cdot K_C, \quad (5.11)$$

где K_C – коэффициент загрузки. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Таблица 5.7 – Затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $\Delta_{об}$, руб.
Персональный компьютер инженера 1	676,8	0,09	352,2
Итого:			352,2

5.2.5 Расчет амортизационных расходов

Для расчета амортизационных расходов используется формула:

$$C_{ам} = \frac{N_A \cdot Ц_{об} \cdot t_{рф} \cdot n}{F_D}, \quad (5.12)$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$Ц_{об}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР, стоимость ПК инженера 27850 руб.;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта,
 $t_{рф} = 94 \cdot 8 = 752$ часа;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования;

F_D – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, $F_D = (365 - 52 - 10) \cdot 8 = 2424$ часа.

N_A определяется по формуле:

$$N_A = \frac{1}{CA}, \quad (5.13)$$

где CA – срок амортизации, который можно получить из постановления правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы». Для электронно-вычислительной техники CA свыше 2 лет до 3 лет включительно. В данной работе принимается равным 3 годам:

$$N_A = \frac{1}{3}.$$

Таким образом,

$$C_{AM}(ПК1) = \frac{0,33 \cdot 27850 \cdot 752 \cdot 1}{2424} = 2851,18 \text{ руб.}$$

5.2.6 Расчет расходов на услуги связи

Расходы на услуги связи определены наличием подключения к сети Интернет на компьютере, использованном в данной работе.

Ежемесячная оплата, согласно тарифу ТРУnet, составляет 350 рублей. В соответствии с таблицей 5.2, трудоемкость выполняемой задачи составляет четыре календарных месяца. Таким образом, сумма расходов на услуги связи составляет $4 \cdot 350 = 1400$ руб. Общая сумма расходов $C_{CB} = 1400$.

5.2.7 Расчет прочих расходов

Прочие расходы следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов. Они находятся по формуле:

$$C_{\text{проч}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{ЗП}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{AM}} + C_{\text{CB}}) \cdot 0,1, \quad (5.14)$$

где $C_{\text{мат}}$ – расходы на материалы, руб.;

$C_{\text{ЗП}}$ – основная заработная плата, руб.;

$C_{\text{соц}}$ – расходы на единый социальный налог, руб.;

$C_{\text{эл.об.}}$ – расходы на электроэнергию, руб.;

$C_{\text{АМ}}$ – амортизационные расходы, руб.;

$C_{\text{св}}$ – расходы на услуги связи, руб.

При подстановке полученных выше результатов получено:

$$C_{\text{проч}} = (3013,5 + 116409,58 + 34922,87 + 352,2 + 2851,18 + 1400) \cdot 0,1 = 15894,933 \text{ руб.}$$

5.2.8 Расчет общей себестоимости разработки

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

Таблица 5.8 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	3013,5
Основная заработная плата	$C_{\text{ЗП}}$	116409,58
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	34922,87
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.об.}}$	352,2
Амортизационные отчисления	$C_{\text{АМ}}$	2851,18
Расходы на услуги связи	$C_{\text{св}}$	1400
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	15894,93
Итого:		174844,26

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 174844,26$ руб.

5.2.9 Расчет прибыли

Цель разработанного веб-сервиса – предоставлять пользователям информацию о доступных пешеходных путях на основе открытых и предоставляемых пользователями сервиса данных о доступности зон городской среды для лиц с ограниченными возможностями и с учетом категории

ограничений пользователя. Поскольку проект имеет социальную направленность, прямая экономическая выгода не предполагается.

Прибыль с данной работы можно получить путем размещения актуальной для целевой аудитории рекламы на веб-сайте сервиса.

По данным Федеральной службы государственной статистики, число инвалидов в РФ на 1 января 2017 года составляет 12259000 человек. В предположении о том, что в первый год постоянная аудитория сервиса составит 10000, то при стоимости перехода по рекламной ссылке, равной 3 руб., и принятой величине показателя CTR (click-through-rate, коэффициенте «кликабельности» рекламных баннеров) 1%, то годовая прибыль составит

$$\text{Прибыль} = 10000 * 0,01 * 365 * 3 = 109\,500 \text{ рублей.}$$

Однако с каждым годом количество пользователей будет увеличиваться ввиду актуальности сервиса и уникальности предоставляемой им информации, и прибыль соответственно тоже будет расти.

5.2.10 Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку и прибыли. В данном случае

$$\text{НДС} = (174844,26 + 109500) \cdot 0,18 = 51181,97 \text{ руб.}$$

5.2.11 Цена разработки НИР

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

$$\text{Ц}_{\text{НИР(КР)}} = 174844,26 + 109500 + 51181,97 = 335526,23 \text{ руб.}$$

5.3 Оценка экономической эффективности проекта

В рамках данной работы оценить экономическую эффективность проекта невозможно.

5.3.1 Определение срока окупаемости

Срок окупаемости используется, как показатель эффективности проекта. Чем меньше срок окупаемости, тем эффективнее проект. Для расчета используется формула:

$$PP = \frac{C}{ПР_ч}, \quad (5.15)$$

где C – затраты на разработку, руб.;

$ПР_ч$ – годовая чистая прибыль, руб.

При подстановке полученных выше результатов получено:

$$PP = \frac{174844,26}{109500} = 1,6 \text{ года или } 19 \text{ месяцев.}$$

Данный срок окупаемости не учитывает роста аудитории сервиса и его прибыли. Так, при увеличении постоянного количества пользователей в 1,5 раза на второй год работы, срок окупаемости увеличится до 1,4 года (16,8 месяцев).

Однако главной целью проекта является достижение социального экономического эффекта, а не получение коммерческой выгоды.

5.3.2 Оценка научно-технического уровня НИР

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

Балльная оценка заключается в том, что каждому фактору по принятой шкале присваивается определенное количество баллов. На основе обобщенной оценки делается вывод о целесообразности НИР.

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

$$I_{НТУ} = \sum_{i=1}^3 R_i \cdot n_i, \quad (5.16)$$

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

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

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

Частные оценки уровня n_i и их краткое обоснование даны в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Оценки научно-технического уровня НИР

Весовой коэффициент параметра	Оценочный фактор НТУ	Балл	Обоснование выбранного балла
0,4	Уровень новизны решения	9	Решение использует уникальные данные, формирующиеся на основе данных пользователей других сервисов проекта.
0,35	Охват данных решения	8	Система не привязана к определенной локации и может использоваться повсеместно.
0,25	Скорость работы	7	Алгоритмы, используемые решением, могут быть оптимизированы, скорость работы сервиса также может быть увеличена путем использования дополнительных вычислительных мощностей.

Интегральный показатель научно-технического уровня для данного проекта составляет:

$$I_{НТУ} = 0,4 \cdot 9 + 0,35 \cdot 8 + 0,25 \cdot 7 = 8,15.$$

По полученным данным можно сделать вывод, что проект имеет высокий уровень научно-технического эффекта.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ5Б	Гапонов Евгений Александрович

Институт	кибернетики	Кафедра	ИСТ
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	09.04.02 Информационные системы и технологии

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: информационно-поисковые картографические веб-сервисы. Цель исследования: разработка геоинформационного веб-сервиса для решения задач передвижения по городским территориям с ограничениями по мобильности. Разработанная система может применяться для навигации внутри городской среды как лицами с ограниченными возможностями, так и лицами с отсутствием таковых
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	1.1 Анализ таких вредных факторов, как недостаточная освещенность рабочей зоны, отклонения показателей микроклимата и монотонный режим работы. 1.2 Анализ таких выявленных опасных факторов, как возможность возникновения пожара и опасность поражения электрическим током.
2. Экологическая безопасность	2.1 Анализ воздействия бумажных и технических отходов на литосферу. 2.2 Меры, применяемые для обеспечения экологической безопасности.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	3.1 Перечень наиболее вероятных для объекта ЧС 3.2 Меры при возникновении ЧС
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	4.1 Описание правовых норм для работ, связанных с работой за ПЭВМ. 4.2 Обеспечение беспрепятственного доступа инвалидов к объектам социальной, инженерной и транспортной инфраструктур.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Акулов Петр Анатольевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ5Б	Гапонов Евгений Александрович		

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Разработанная система представляет собой картографический веб-сервис для поиска пешеходных путей между указанными пунктами отправления и назначения с учетом данных о доступности городских зон и ограничений заданной пользователем категории инвалидности. Данный сервис может использоваться как лицами с ограниченными возможностями, так и лицами без каких-либо ограничений. Применение разработанной системы способствует безопасному перемещению по городским территориям и позволяет пользователям с различными категориями инвалидности избежать на пути критичные для них препятствия. Сервис является частью более крупного проекта, использование данных которого может обеспечить условия доступности для инвалидов объектов городской инфраструктуры.

В процессе разработки сервиса были проведены работы по анализу предметной области и требований к продукту, проектированию программной архитектуры разрабатываемого веб-сервиса, кодированию и тестированию. При выполнении работ были использованы ПК, а также различные периферийные устройства. Работа с сервисом может осуществляться как посредством ПК, так и с помощью любого другого устройства, имеющего выход в Интернет.

6.1 Производственная безопасность

В данном разделе рассматриваются вредные и опасные факторы производственной среды для разработчиков. Поскольку разработанная система не предусматривает применения на производстве, ответственность за безопасность при использовании веб-сервиса лежит непосредственно на пользователях.

Для идентификации вредных и опасных факторов рабочей зоны требуется определить операции, выполняемые в процессе проведенных работ. Поскольку бóльшая часть работ была проведена на рабочем месте с использованием ПК (рабочей станции) основными являются следующие операции:

- ввод информации с использованием периферийных устройств;
- считывание информации с монитора;
- распечатка текста с использованием принтера;
- установка и настройка аппаратного обеспечения;
- анализ и обработка информации.

Вредные и опасные производственные факторы для приведенных работ были выделены в соответствии с [16]. К вредным факторам относятся:

- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- отклонение показателей микроклимата;
- монотонный режим работы.

К опасным факторам рабочей зоны относятся:

- возможность возникновения пожара;
- опасность поражения электрическим током.

6.1.1 Вредные производственные факторы

6.1.1.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Правильно спроектированное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на работников, способствует повышению эффективности и безопасности труда. Поскольку профессиональная деятельность разработчика подразумевает зрительный тип работы, пренебрежение правилами организации освещения может привести как к

снижению производительности работников, так и к профессиональным болезням зрения.

К системам освещения предъявляют следующие требования:

- соответствие уровня освещенности рабочих мест характеру выполняемой зрительной работы;
- достаточно равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях и в окружающем пространстве;
- отсутствие резких теней, прямой и отраженной блескости;
- постоянство освещенности во времени;
- оптимальная направленность излучаемого осветительными приборами светового потока;
- долговечность, экономичность, электробезопасность и пожаробезопасность, эстетичность, удобство и простота эксплуатации.

В рабочей зоне сочетаются естественное освещение (через окна) и искусственное освещение (использование ламп при недостатке естественного освещения).

В рабочих помещениях используется система комбинированного освещения, включающая общее равномерное освещение с использованием осветительных приборов, устанавливаемых на потолке, и местное освещение с использованием настольных ламп. В данном расчётном задании для всех помещений рассчитывается общее равномерное освещение.

Для освещения помещения выбраны наиболее широко применяемые лампы типа ЛБ.

Для освещения помещений используются встраиваемые светильники с четырьмя лампами размером 0,6 м × 0,6 м. Светильники в помещении расположены равномерно по площади потолка и обеспечивают равномерное освещение рабочих мест, высота светильников над полом – 3,4 м, высота светильников над рабочей поверхностью – 2,6 м.

Зрительная работа программиста относится к разряду III подразряду Г (зрительная работа высокой точности). В таблице 6.1 представлены нормативные показатели искусственного освещения при работах заданной точности [17].

Таблица 6.1 – Нормативные значения освещенности

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение			Совмещенное освещение				
						Освещённость, Лк						КЕО, %	
						При комб. освещении		При общ. освещении	при верхнем или комб. освещении	при боковом освещении			
						всего	В том числе от общего						
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	III	Г	Средний << Большой	Светлый << Средний	400	200	200	3,0	1,2			

6.1.1.2 Отклонение показателей микроклимата

В рабочей зоне должны обеспечиваться параметры микроклимата, соответствующие оптимальным и допустимым значениям.

Микроклимат производственных помещений определяется сочетанием температуры, влажности, подвижности воздуха, температуры окружающих поверхностей и их тепловым излучением. Параметры микроклимата определяют теплообмен организма человека и оказывают существенное влияние на функциональное состояние различных систем организма, самочувствие, работоспособность и здоровье. Нарушение теплового баланса в условиях высокой температуры может привести к перегреву тела, и, как следствие, к тепловым ударам с потерей сознания. В условиях низкой температуры воздуха

возможно переохлаждение организма, могут возникнуть простудные болезни, радикулит, бронхит и другие заболевания.

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Оптимальные значения этих характеристик зависят от сезона (холодный, тёплый), а также от категории физической тяжести работы. Для инженера-программиста она является лёгкой (I а), так как работа проводится сидя, без систематических физических нагрузок.

В производственных помещениях, в которых работа на компьютере является основной, обеспечиваются оптимальные параметры микроклимата (таблица 6.2) [18].

Таблица 6.2 – Оптимальные значения характеристик микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	опт. – 22-24 доп. – от 20-21,9 до 24-25	опт. – 21-25 доп. – 19-26	опт. – 40-60 доп. – 15-75	опт. – 0,1 доп. – 0,1
Теплый	опт. – 23-25 доп. – от 21-22,9 до 25,1-28	опт. – 22-26 доп. – 20-29	опт. – 40-60 доп. – 15-75	опт. – 0,1 доп. – 0,2

Для создания благоприятных условий труда и повышения производительности, необходимо поддерживать оптимальные параметры микроклимата производственных помещений. Для этого предусмотрены

следующие средства: центральное отопление, вентиляция (искусственная и естественная), искусственное кондиционирование.

6.1.1.3 Монотонный режим работы

При работе с ПЭВМ основным фактором, влияющим на нервную систему программиста или пользователя, является большое количество информации, которое он должен воспринимать. Это является сложной задачей, которая очень сильно влияет на сознание и психофизическое состояние из-за монотонности работы. Меры, регулирующиеся [19], позволяют снизить воздействие этого вредного производственного фактора, увеличить производительность труда и предотвратить появление профессиональных болезней.

Организация работы с ПЭВМ осуществляется в зависимости от вида и категории трудовой деятельности. Виды трудовой деятельности разделяются на 3 группы: А – работа по считыванию информации с экрана с предварительным запросом; Б – работа по вводу информации; В – творческая работа в режиме диалога с ПЭВМ. Работа разработчика, рассматриваемая в данной работе, относится к группе В. Категории трудовой деятельности различаются по степени тяжести выполняемых работ. Для снижения воздействия рассматриваемого вредного фактора предусмотрены регламентированные перерывы для каждой группы работ, отраженные в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Суммарное время регламентированных перерывов в зависимости от продолжительности работы, вида категории трудовой деятельности с ПЭВМ

Категория работы с ПЭВМ	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ с ПЭВМ			Суммарное время регламентированных перерывов, мин.	
	группа А, количество знаков	группа Б, количество знаков	группа В, ч	при 8-часовой смене	при 12-часовой смене
I	до 20 000	до 15 000	до 2	50	80
II	до 40 000	до 30 000	до 4	70	110
III	до 60 000	до 40 000	до 6	90	140

При работе над разрабатываемой системой выполнялись перерывы длительностью 15 мин. через каждые 60 мин. работы.

6.1.2 Опасные производственные факторы

6.1.2.1 Опасность возникновения пожара

В помещениях с ПК повышен риск возникновения пожара. Причинами могут служить:

- возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электрораспределительных щитов;
- возгорание устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры;
- возгорание мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок;
- возгорание устройств искусственного освещения.

Согласно [20] помещение, в котором проводилась работа, относится к категории В, поскольку горючие вещества и материалы находятся в твердом состоянии без выделения пыли.

Для предупреждения пожаров от коротких замыканий и перегрузок необходимы правильный выбор, монтаж и соблюдение установленного режима эксплуатации электрических сетей, дисплеев и других электрических средств автоматизации. Следовательно, необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного, организационного плана, соответствующих данной категории помещения.

Для предупреждения возникновения пожара в помещении необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия должны включать:

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию;
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.

Технические мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения;
- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

В помещении имеется порошковый огнетушитель типа ОУ–2, установлен рубильник, обесточивающий все помещение, приведен план эвакуации в случае пожара, на достигаемом расстоянии находится пожарный щит.

6.1.2.2 Опасность поражения электрическим током

В связи с наличием электрооборудования для данного производственного объекта характерным является возможность поражения электрическим током. Для снижения данного риска необходимо соблюдать нормы электробезопасности.

Электробезопасность – это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного для жизни воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Опасность поражения электрическим током усугубляется тем, что человек не в состоянии без специальных приборов обнаружить напряжение дистанционно.

Помещение, где расположены персональные вычислительные машины, относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствуют следующие факторы [19]:

- сырость;
- токопроводящая пыль;
- токопроводящие полы;
- высокая температура;
- возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землёй металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам и механизмам и металлическим корпусам электрооборудования.

Персональный компьютер питается от сети 220 В переменного тока с частотой 50 Гц. Это напряжение опасно для жизни, поэтому обязательны следующие меры предосторожности:

- перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей;
- при обнаружении неисправности оборудования и приборов необходимо, не делая никаких самостоятельных исправлений, сообщить человеку, ответственному за оборудование.

К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током следует отнести:

- при производстве монтажных работ необходимо использовать только исправный инструмент, аттестованный службой КИПиА.

- с целью защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом при пробое сетевого напряжения на корпус, корпуса приборов и инструментов должны быть заземлены.
- при включенном сетевом напряжении работы на задней панели должны быть запрещены.
- все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал.
- необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки.

6.2 Экологическая безопасность

При разработке используется ПК, который потребляет сравнительно небольшое количество электроэнергии (мощностью 220 Вт).

Охрана окружающей среды характеризуется мероприятиями, влияющими на такие природные зоны, как атмосфера, гидросфера, литосфера.

В ходе выполнения ВКР и дальнейшем использовании алгоритмов отсутствуют выбросы каких-либо вредных веществ в атмосферу, следовательно, загрязнение воздуха не происходит. Не происходит также и сбросов в водоемы, поэтому не оказывается никакого влияния на гидросферу.

Но непосредственно во время разработки системы образовывался канцелярский (бумага, различные расходные материалы) и технический (аккумуляторы) мусор.

Для уменьшения вредного влияния на литосферу производилась сортировка отходов, утилизация производилась специализированными службами для дальнейшей переработки или захоронения. Использованная и ненужная бумага сдается в макулатуру.

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

При работе в кабинете могут возникнуть чрезвычайные ситуации следующих классов:

- преднамеренные/непреднамеренные;
- техногенные (взрывы, пожары, обрушение помещений, аварии на системах жизнеобеспечения/природные – связанные с проявлением стихийных сил природы);
- экологические (загрязнения биосферы, разрушение озонового слоя, кислотные дожди/ антропогенные – являются следствием ошибочных действий людей).
- биологические (различные эпидемии, эпизоотии);
- комбинированные.

Основным источником чрезвычайных опасностей при разработке программного продукта является возникновение пожара, возникновение других видов ЧС маловероятно.

Обеспечение пожарной безопасности учреждений достигается, прежде всего, установлением жесткого противопожарного режима и обучением обслуживающего персонала мерам пожарной безопасности и действиям во время пожара.

Территория учреждения, а также участки, прилегающие к нему, должны своевременно очищаться от горючих отходов, мусора, которые следует собирать на специально выделенных площадках в контейнеры или ящики, а затем вывозить на свалку. Необходимо контролировать состояние дорог, проездов, подъездов и проходов к зданиям, следить за тем, чтобы они ничем не загромождались, а в зимнее время регулярно очищались от снега и льда. В зданиях, относящихся к объектам с массовым пребыванием людей, особое внимание должно уделяться содержанию путей эвакуации. Каждое здание

должно иметь не менее двух эвакуационных выходов, все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в сторону выхода из помещений.

На случай отключения электроэнергии, у обслуживающего персонала должны быть электрические фонари.

На каждом этаже здания, на видном месте должен быть вывешен план эвакуации с этажа (здания).

Необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

– организационные:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;

– эксплуатационные:

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию;
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников;

– технические:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения;
- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

В случае возникновения пожара сотрудники должны предпринять следующие меры:

– сообщить о пожаре в пожарную охрану, задействовать систему оповещения;

– задействовать план эвакуации (открыть запасные двери и включить светоуказатели эвакуационных путей);

- вывести людей в безопасное место в соответствии с планом эвакуации;
- проверить поименно, все ли эвакуированы;
- приступить к тушению пожара первичными средствами;
- встретить пожарные подразделения и сообщить, где могли остаться люди, как туда можно подойти;
- принять меры к эвакуации имущества.

Для тушения пожаров необходимо применять углекислотные и порошковые огнетушители, которые обладают высокой скоростью тушения, большим временем действия, возможностью тушения электроустановок, высокой эффективностью борьбы с огнем. Воду разрешено применять только во вспомогательных помещениях [21].

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.4.1 Правовые нормы трудового законодательства для рабочей зоны оператора ПЭВМ

Рабочее место за ЭВМ, используемое только в короткие промежутки времени, может быть организовано при положении пользователя стоя. Если же пользователь постоянно загружен работой с ЭВМ, более приемлемой является поза сидя. В положении сидя основная нагрузка падает на мышцы, поддерживающие позвоночный столб и голову. При этом давление большей части массы тела приходится на бедра, препятствуя проникновению крови в нижнюю ее часть. В связи с этим при длительном сидении время от времени необходимо сменять фиксированные рабочие позы. К тому же при работе сидя обычно естественный прогиб поясничного участка позвоночного столба вперед изменяется на изгиб назад, что зачастую является причиной появления болей в пояснице.

Для физиологически правильно обоснованной рабочей позы, сидя должны быть, обеспечены оптимальные положения частей тела: корпус выпрямлен, сохранены естественные изгибы позвоночного столба и угол наклона таза. Необходимо избегать сильных наклонов туловища, поворотов головы и крайних положений суставов конечностей.

Исходя из общих принципов организации рабочего места, в нормативно-методических документах сформулированы требования к конструкции рабочего места.

Основными элементами рабочего места оператора являются: рабочий стол, рабочий стул (кресло), дисплей, клавиатура [22].

Взаимное расположение элементов рабочего места должно обеспечивать возможность осуществления всех необходимых движений и перемещений для эксплуатации и технического обслуживания оборудования. При этом должны учитываться ограничения, налагаемые спецодеждой и снаряжением человека-оператора [23].

Рабочие места с ЭВМ должны располагаться на расстоянии не менее 1,5 м от стены с оконными проемами, от других стен – на расстоянии 1 м, между собой – на расстоянии не менее 1,5 м. При размещении рабочих мест необходимо исключить возможность прямой засветки экрана источником естественного освещения. Источник естественного освещения (окно) не должен также попадать в зону прямого наблюдения пользователя. По отношению к световым проемам рабочие места целесообразно располагать таким образом, чтобы естественный свет падал на него сбоку, преимущественно слева.

При размещении ЭВМ на рабочем месте должно обеспечиваться пространство для пользователя величиной не менее 850 мм с учетом выступающих частей оборудования и применения (при необходимости) спецодежды. Для стоп должно быть предусмотрено пространство по глубине и высоте не менее 150 мм, по ширине – не менее 530 мм.

Располагать ЭВМ на рабочем месте необходимо так, чтобы поверхность экрана находилась на расстоянии 400 – 700 мм от глаз пользователя. Рекомендуется размещать элементы рабочего места таким образом, чтобы выдерживалось равное расстояние глаз пользователя от экрана, клавиатуры, держателя документов.

Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы [24].

Если конструкция рабочего места предполагает течение трудового процесса, в позе сидя, то высота рабочей поверхности стола должна регулироваться в пределах 680– 800 мм, в среднем она должна составлять 725 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной не менее 500 мм, глубиной на уровне колен, но не менее 450 мм и на уровне вытянутой ноги – не менее 650 мм.

Рабочее кресло обеспечивает поддержание рабочей позы в положении сидя, и чем длительнее это положение в течение рабочего дня, тем жестче должны быть требования к созданию удобных и правильных рабочих сидений.

Высота поверхности сиденья должна регулироваться в пределах 400–550 мм. Ширина и глубина его поверхности должна быть не менее 400 мм. Поверхность сиденья должна быть плоской, передний край – закругленным. Сиденье и спинка кресла должны быть полумягкими, с нескользящим, неэлектризующимся и воздухопроницаемым покрытием, материал которого обеспечивает возможность легкой очистки от загрязнения.

Опорная поверхность спинки стула должна иметь высоту 280–320 мм, ширину – не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости – 400 мм. Расстояние сципки от переднего края сиденья должно регулироваться в пределах 260–400 мм.

Рабочее место должно быть оборудовано устойчивой и просто регулируемой подставкой для ног, располагающейся, по возможности, по всей ширине отводимого участка для ног. Подставка должна иметь ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20. Поверхность подставки должна быть рифленой, по переднему краю иметь бортик высотой 10 мм.

При организации рабочего пространства необходимо учитывать индивидуальные антропометрические параметры пользователя с соответствующими допусками на возможные изменения рабочих поз и потребность в перемещениях.

Площадь на одно рабочее место с компьютером (жидкокристаллические, плазменные дисплеи) для взрослых пользователей должна составлять не менее 4,5 м².

Рациональной рабочей позой может считаться такое расположение тела, при котором ступни работника расположены на плоскости пола или на подставке для ног, бедра сориентированы в горизонтальной плоскости, верхние части рук – вертикальный угол локтевого сустава колеблется в пределах 70–90, запястья согнуты под углом не более чем 20, наклон головы – в пределах 15–20, а также исключены частые ее повороты [22].

6.4.2 Обеспечение беспрепятственного доступа инвалидов к объектам социальной, инженерной и транспортной инфраструктур.

Федеральный закон «О Социальной защите инвалидов в Российской Федерации» [25] предусматривает обеспечение безбарьерной среды для лиц с ограниченными возможностями, подразумевающей беспрепятственный доступ к услугам и объектам инфраструктуры, предоставляющим услуги. Использование

данных, используемых разработанным сервисом и проектом, в рамках которого он реализован, позволяет выявить проблемные зоны городской среды, специальное оборудование которых необходимо в первую очередь, а также обеспечить эффективное и безопасное передвижение инвалидов в пределах городской территории.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом выполнения выпускной квалификационной работы является разработанный веб-сервис для поиска наиболее доступных кратчайших пешеходных путей.

На этапе исследования были рассмотрены существующие решения, предоставляющие пользователям данные о доступности городской среды, и выявлены их ограничения. На основе результатов исследования были определены требования к разработанному продукту.

В ходе проектирования были разработаны метод определения доступности участков дорожной сети по точечным данным, алгоритм для нахождения доступных кратчайших пешеходных маршрутов, а также архитектура разработанной системы

При наличии достоверных исходных данных разработанная система может успешно применяться повсеместно широким кругом лиц, включающим как пользователей с ограниченными возможностями, так и пользователей без каких-либо ограничений.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

Список публикаций не по теме магистерской диссертации:

1. Гапонов Е.А., Ушакова Н.С. Анализ температурного режима территорий снежных отвалов в г. Томске // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4-8 Апреля 2016. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016 – Т.2 – с. 738-740.
2. Гапонов Е.А., Макарцова Е.С. Анализ состояния территории снежных отвалов с использованием спутниковых и наземных данных // Экология России и сопредельных территорий: материалы XXI Международной экологической студенческой конференции, Новосибирск, 28-30 Октября 2016. – Новосибирск: НГУ, 2016 – с. 142.
3. Gaponov E.A., Pasko O.A., Tokareva O.S., Ushakova N.S., Makartsova E.S. The application of satellite methods for monitoring snow dump sites / Применение спутниковых методов исследования для оценки состояния территорий снежных отвалов // *Sovremennye Problemy Distantionnogo Zondirovaniya Zemli iz Kosmosa* – Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2016 – Vol. 13 – №. 4. – p. 20-28.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ВОЗ | Инвалидность и здоровье [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs352/ru/>, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 20.05.2017).
2. S. Comai, E. De Bernardi, M. Matteucci, F. Salice. Maps for Easy Paths (MEP): Enriching Maps with Accessible Paths Using MEP Traces. – GOODTECHS '16, 2nd EAI International Conference on Smart Objects and Technologies for Social Good, Венеция, Италия, 30 Ноября - 1 Декабря 2016.
3. Maps for Easy Paths [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://mep5x1000.wixsite.com/mepapp>, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 22.05.2017).
4. Google Maps [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://www.google.ru/maps/>, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 25.05.2017).
5. TomTom [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: https://www.tomtom.com/ge_ge/drive/maps-services/, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 25.05.2017).
6. GARMIN [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://www.garmin.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 25.05.2017).
7. Яндекс.Карты [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://maps.yandex.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 25.05.2017).
8. S. Comai, D. Kayange, R. Mangiarotti, M. Matteucci, S. Ugur Yavuz, F. Valentini. Mapping City Accessibility: Review and Analysis. – 13th Conference on Advancing Assistive Technology and eAccessibility for People with Disabilities (AAATE 2015), Будапешт, Венгрия, Сентябрь 2015.

9. Andrea Peccini. A Path Learning Approach for Building Accessibility Topologies. – Politecnico di Milano, 2017
10. OpenStreetMap [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://www.openstreetmap.org/>, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 27.05.2017).
11. PostgreSQL wiki [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://wiki.postgresql.org/>, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 28.05.2017).
12. PostGIS — Spatial and Geographic Objects for PostgreSQL [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://postgis.net/>, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 28.05.2017).
13. Npgsql - .NET Access to PostgreSQL | Npgsql Documentation [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://www.npgsql.org/>, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 29.05.2017).
14. Overpass API — OpenStreetMap Wiki [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Overpass_API, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 30.05.2017).
15. GDAL: ogr2ogr [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://www.gdal.org/ogr2ogr.html>, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 30.05.2017).
16. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1974.
17. СНиП 23–05–95. Естественное и искусственное освещение. – М.: Информационно-издательский центр Минстроя России, 1996.
18. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997.

19. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
20. Федеральный закон от 22.07.2008 (ред. от 23.06.2014) № 123–ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» – ст. 27.
21. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. М.: Энергоатомиздат, 1984 г. – 824 с.
22. ГОСТ Р 50923-96 Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа:
<http://docs.cntd.ru/document/1200025975>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 15.05.2017).
23. ГОСТ 22269-76 Система "Человек-машина". Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа:
<http://docs.cntd.ru/document/1200012834>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 15.05.2017).
24. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. Режим доступа:
<http://docs.cntd.ru/document/1200003913>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 15.05.2017).
25. Федеральный закон от 24.11.1995 N 181-ФЗ (ред. от 01.06.2017) "О социальной защите инвалидов в Российской Федерации".

Приложение А

Раздел 1

Cartographic Map Services for Disabled People

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ5Б	Гапонов Евгений Александрович		

Консультант кафедры ИСТ

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Мирошниченко Евгений Александрович	К.Т.Н.		

Консультант – лингвист кафедры ИЯИК

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Морозов Василий Сергеевич			

CARTOGRAPHIC MAP SERVICES FOR DISABLED PEOPLE

Evolution of telecommunication technologies and intense use of PCs and mobile devices in everyday life enable emerging of such activities as crowdsourcing. Crowdsourcing implies the solution of innovation activities' problems by mobilization of broad group of people using information technologies and delegation of organizational and productive functions. This practice can be applied for solving problems of many kinds, but most often is used in solution of major social problems.

One of the most discussed current international topics is the creating of accessible barrier-free city environment. In the context of growing urbanization, navigation in the city is becoming harder for people with disabilities due to the large number of objects, which impede the enrichment of the final destination points. Not many elements of city architecture are considered for using by people with restricted mobility regardless of whether he/she is the user on a wheelchair or just a citizen with a baby stroller. As a consequence, a significant part of population has no access for the large number of city services and infrastructure objects.

The projects aiming the creation of friendly and accessible for all categories of citizens are being developed all around the world. One of them is Russian government program "Accessible Environment" which was approved in 2015. It aims to provide access of the same level to transport, information and the other infrastructures for both disabled people and people without disabilities. However, creating of literally accessible environment is only one of many problems of the complex supportive program. The program is realized until 2020 and, considering the scale of the problem, its' complete solving cannot be guaranteed.

However, it can be partly solved by collecting data on the accessibility of the city objects and making this information available for the public. This task can be carried out applying crowdsourcing together with modern navigation tools.

1 Review of Existing Solutions for City Accessibility Data Acquisition

By this day, such popular navigation systems as Google Maps [4], TomTom [5], Garmin [6] or Yandex.Maps [7] do not take into account the information about urban accessibility for disabled people. Nevertheless, fairly large number of both theoretical and practical solutions that aim to solve the problems of collection and use of this data have been developed. Practical solutions are most often represented as cartographic web-services with route planning feature.

However, these projects do not provide complete solution of given problem. The reasons are usually either the approaches to its solving behind the projects or projects' implementation features, which have an adverse effect on their relevance, popularity amongst targeted users and further development as consequence. For determining the constraints inherent to given services, the analytical review of several Russian and foreign solutions was conducted. Table A.1 considers their main characteristics.

The screenshots of Smooth and Jaccede services are shown on figures A.1 and A.2 respectively.

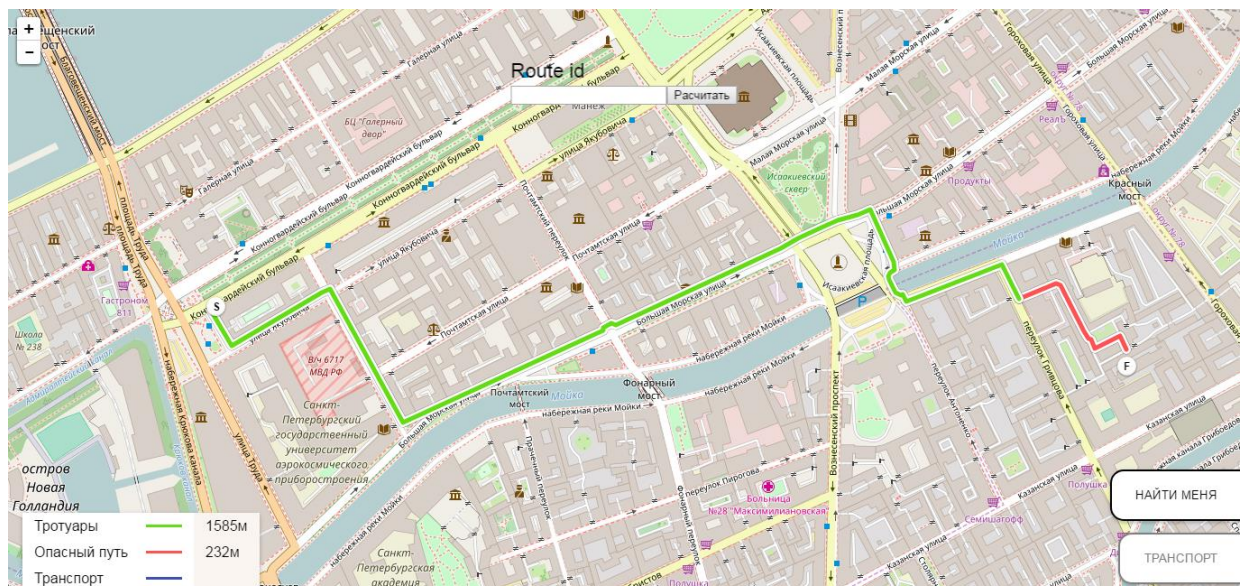


Figure A.1 – Route search with Smooth service

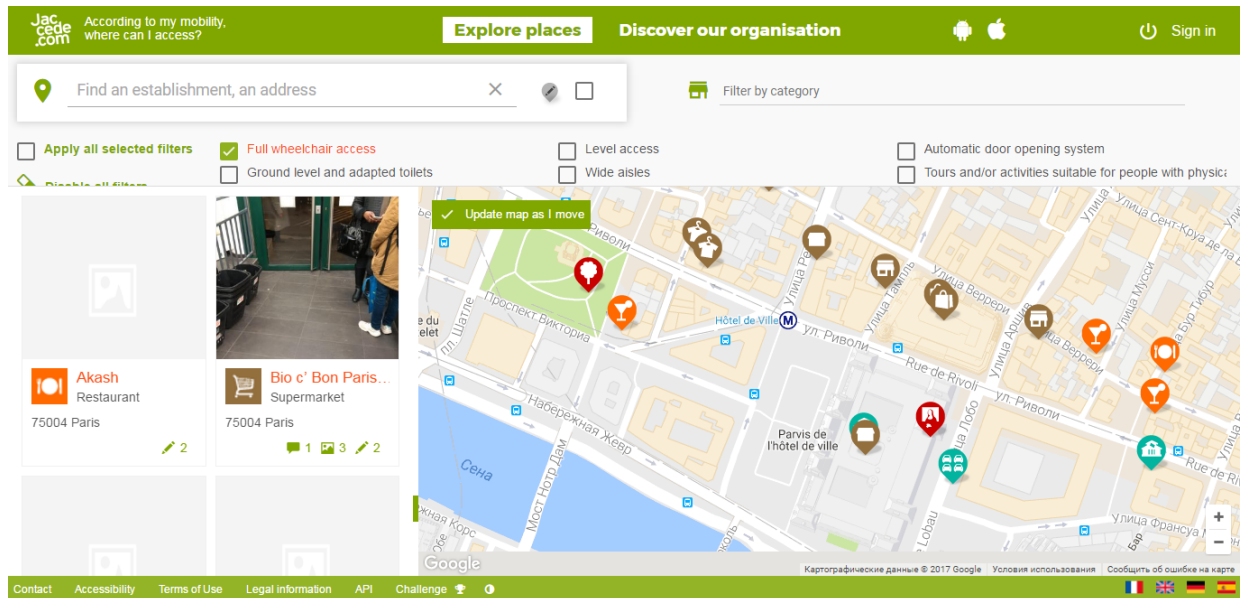


Figure A.2 – Accessible POIs of Paris (Jaccede services)

Table A.1 – The main characteristics of web-services providing urban accessibility data

Name, URL	Country	Platform	Considered elements	Disabilities	Diffusion	Route search	Types of used data
Доступная среда: карта доступности объектов, http://zhit-vmeste.ru/map	Russia	WEB	POI	reduced mobility	Russia	–	user, open
Smooth, http://smooth.city	Russia	WEB	pavements, public transport	reduced mobility	Russia (Saint Petersburg)	+	open
Jaccede.com, https://www.jaccede.com	France	WEB, iOS, Android	POI, parking lots	reduced mobility	Europe, world (some major cities)	–	user
Accessible.net, http://accessible.net	France	WEB, iOS	POI, parking lots	all	France (Paris)	–	user, open
MapAbility (I-Scope), http://www.mapability.org	Italy	WEB, iOS, Android	POI, parking lots, curbs, obstacles	reduced mobility	Italy (some cities)	–	user
Wheelmap, https://wheelmap.org	Germany	WEB, iOS, Android	POI, parking lots	reduced mobility	Europe (mainly Germany)	–	user

As follows from the analysis, the following typical limitations have been determined:

- limited data diffusion – available information is usually restricted by the country/city or even the area of development;
- POI orientation – the only information the majority of services have is about the accessibility of POI and such directly related to them objects as pavements and parking lots;
- the absence of route planning feature – the services featuring this function usually use the methods of path tracing which do not meet requirements of the users;
- orientation on certain disability category – the data of almost all examined services is relevant only for the users with mobility impairments;
- the methods of data acquisition – the techniques of user data collecting used in the services based on this type of information are not comfortable for the users. Due to this, the amount of obtained new data is low and as a result the projects become less informative and irrelevant,

One of the key constraints of examined services is orientation on collecting of the information only about POIs, which are usually represented by municipal offices and medical or educational institutions. The information about other types of objects is diffused among the services. The decentralization of data does not allow users to get the full picture of city public areas accessibility level. The calculation of paths appropriate for users with disabilities given only the data concerning specific infrastructure objects is not possible either. The project called Maps for Easy Paths (MEP) is based on the approaches and techniques different from the ones used by the other services and allows overcoming the most limitations of examined services [8].

2 Maps for Easy Paths Project

Maps for Easy Paths (MEP) is a project of Politecnico di Milano that aims to develop a set of automated tools for enrichment spatial data on city pedestrian areas accessibility with the use of innovative solutions.

The underlying idea of the project is that the route travelled by a person with disability can be considered accessible also for other persons having the same (or lower) type of disability. More in general, it is assumed that a path taken mostly by people with disabilities can be perceived as a friendlier route than routes chosen by people without them [8]. Every person is able to participate and contribute in the project. Like most of existing services, MEP project uses data from mobile devices with navigation equipment (primarily GPS and GLONASS) but besides the navigational data device sensors data is also collected for obtaining more precise information about paths of the users. Moreover, the users are able to enter data about the obstacles encountered in the streets manually.

The MEP scenario is well described by the representation in Figure A.3. Targeted audience primarily includes the people with low mobility such as wheelchair users, senior citizens and pedestrians with strollers or children. Nevertheless, potential users also can be people with the other limitations (e.g. partially sighted users) and citizens in general.



Figure A.3 – The MEP project scenario.

Every user is important for the development of the project. Significant help can be provided by involvement of public entities and associations, which may be interested in the process.

2.1 Data Collection

User data is collected with the help of two mobile applications called MEP Traces and MEP APP. The sets of data described in section 2 can be divided into implicit and explicit types. The data of the first type includes GPS receivers and sensor data of mobile devices, the data of the second type consists of image and text data on barriers and obstacles which can be encountered by the users in the city. MEP Traces application provides acquisition and uploading of both explicit and implicit data, while MEP APP allows user to visualize the aggregated data on areas' accessibility and upload explicit data on possible obstacles. The backend server operates the information's exchange between the two applications offering the set of tools to make them work properly. The data flow behind the components of the project shows up in Figure A.4.

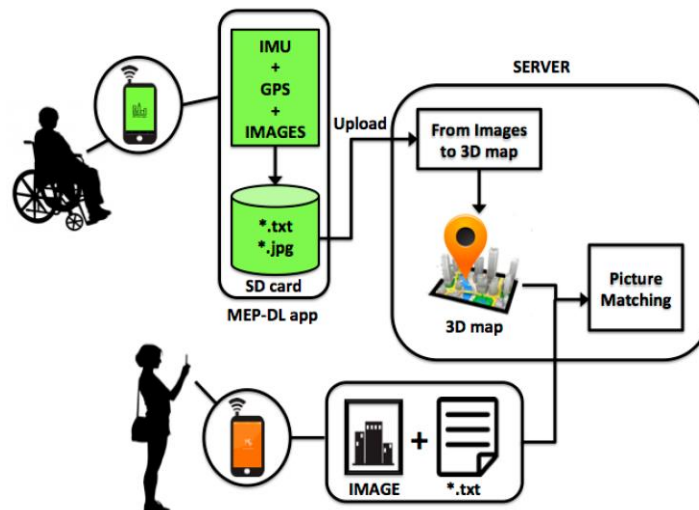


Figure A.4 – MEP project data flow diagram

2.1.1 Implicit Data Collection

MEP Traces application main menu is shown on figure A.5. The recording of implicit data is transparent for user. The information is stored on internal or external memory of the used device. The application also allows entering geotagged images with timestamps as explicit data on the obstacles encountered. The data uploading on the server starts after choosing corresponding menu option.

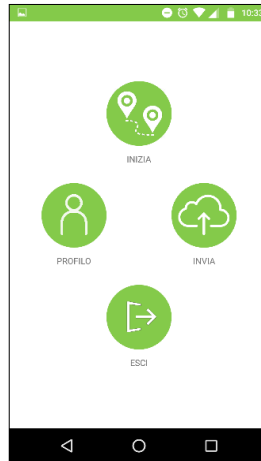


Figure A.5 – MEP Traces application main menu

All data then stores into text files, dividing into:

- MEP POSITION INFO.txt stores GPS data sampled every second.
- MEP MOTION INFO.txt stores data coming out from the sensors.
- MEP NMEA INFO.txt stores GPS data in the NMEA4 format.
- MEP DEVICE INFO.txt collects some useful information about the device characteristics and battery consumption.

2.1.2 Explicit Data Collection

The users' access to the project gathered data is carried out by MEP APP. Figure A.6 represents the MEP APP interface.

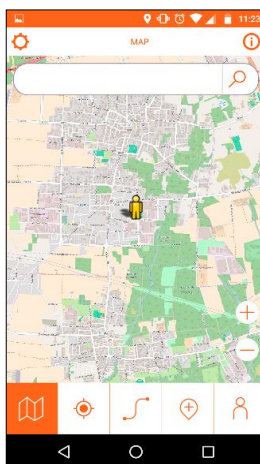


Figure A.6 – Interactive map in MEP APP application

Visualization of data stored within the MEP database is available to registered user in any moment. The application displays the relevant objects on the map considering his/her physical disease. In addition, it offers the capacity of addition the data on the obstacles on the map and correction of information already present. Notifications about the obstacles take place in the following way:

- collecting at most three pictures of the obstacle from three different points of view;
- evaluating the seriousness of a barrier expressed in a range from one to three;
- inserting a short description to give further information.

Therefore, users' notifications express fundamental information about the areas accessibility, which cannot be extracted directly from the implicit data collection conveyed by the MEP-Traces application.

2.2 Data Processing And Correction

After being uploaded on the server the data is exposed to correctional processing. The general processing schema can be found in figure A.7.

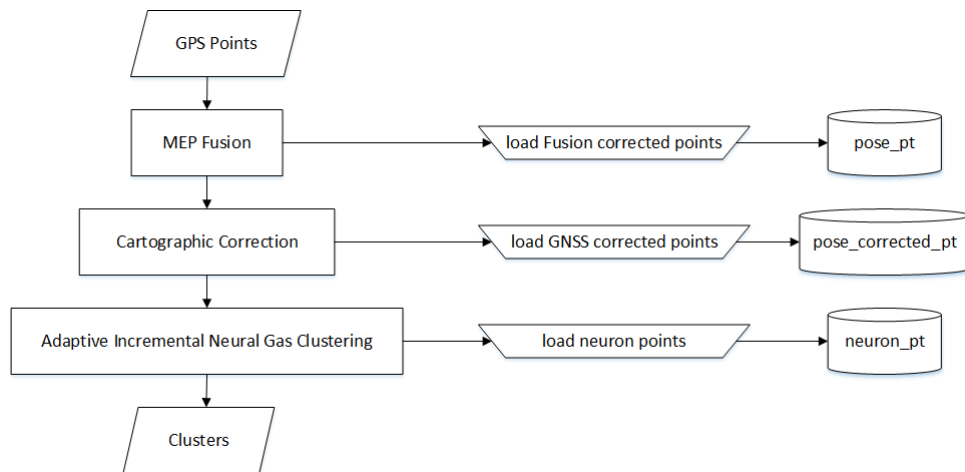


Figure A.7 – The sequence of MEP data processing operations

The first step is the path reconstruction with the help of MEP Fusion engine, which combines both GPS receiver data and data from such sensors as accelerometer, gyroscope and magnetometer. MEP Fusion uses ROAMFREE (Robust Odometry Applying Multisensor Fusion to Reduce Estimation Errors) library developed by the Artificial Intelligence and Robotics lab of Politecnico di Milano [9].

Then the reconstructed paths undergo the correction with respect to the coordinates of the buildings around. The source of geodata is OpenStreetMap [11]. If complete overlapping is detected, the point is rigidly projected outside the building's area considering the closest “road pipe” as reference (figure A.8).

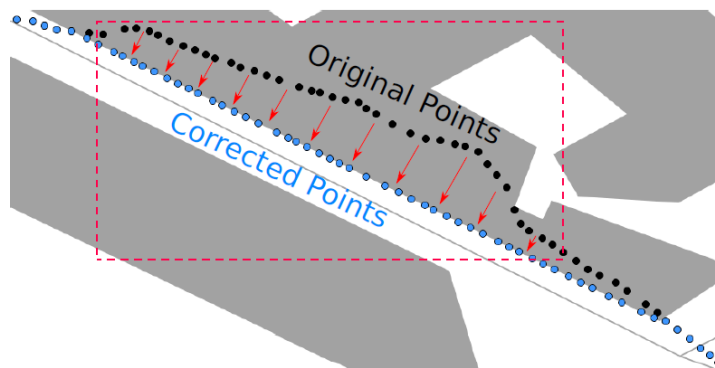


Figure A.8 – The path cartographic correction

The final step of processing consists of data clustering using MEP-Clusterpath algorithm based on adaptive incremental neural gas clustering. The result of this step is the set of neurons, which determine the accessibility of urban area zones.

Using MEP projects data for providing effective navigation in urban environment for users by offering feature of accessible routes planning is its most important practical appliance. Considering that the information about accessibility is constantly updated and the data can be applied not only for city orientation by the targeted audience, but also in the other applications, the best way of providing data on accessible paths is the development of web-service.

3 Developed Web-Service Requirements Specification

Developed web-service for accessible paths planning should meet the following requirements:

- The service should display interactive map.
- The user should be able to specify a type of disability or its absence.
- The user should be able to specify points of departure and destination.
- Calculated path should be visualized on the map.

While calculating the path, the following criterions should be considered by the service:

- Path accessibility;
- Path length;
- The presence of the crucial for the user obstacles on the path.

The initial data for the service work should consist of clustered accessibility and obstacle data, information about the categories of disability and their restrictions, and open road network data.

Приложение Б

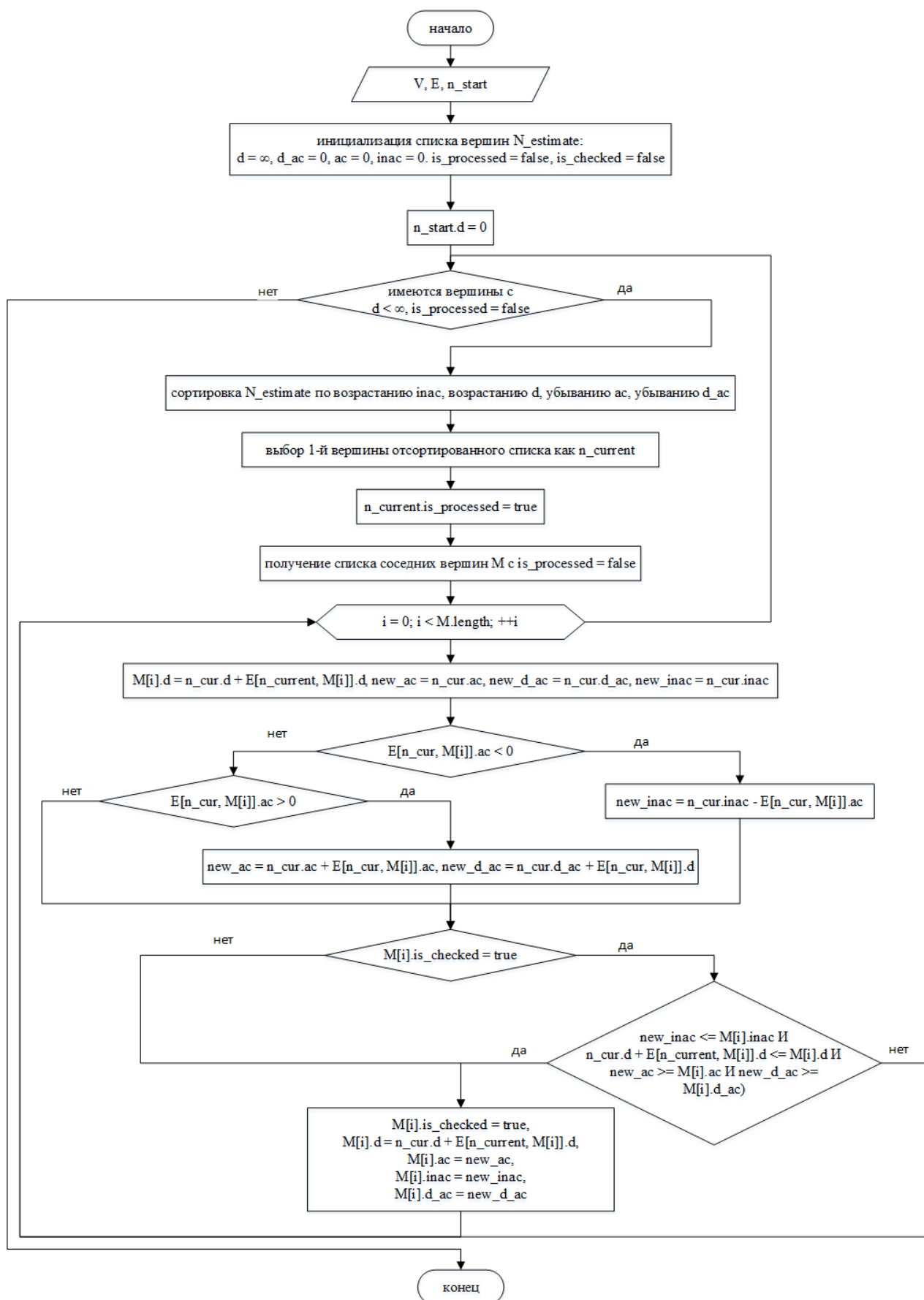


Рисунок Б.1 – Блок схема алгоритма поиска наиболее доступных кратчайших путей