ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(СПбГУ)

Кафедра картографии и геоинформатики

**Чупраков Семен Михайлович**

**Методы ввода, обработки, анализа и вывода пространственных данных Фонда пространственных данных Ленинградской области**

Выпускная квалификационная работа магистра

по направлению «Картография и геоинформатика»

Научный руководитель:

к.т.н., доцент Паниди Е.А.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2018

Заведующий кафедрой:

к.т.н., доцент Паниди Е.А.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2018

Санкт-Петербург

2018

**Оглавление**

[Введение 3](#_Toc515425702)

[Глава 1. Фонд пространственных данных Ленинградской области 5](#_Toc515425703)

[1.1. Описание фонда пространственных данных ленинградской области 5](#_Toc515425704)

[1.2. Методы обмена пространственными даннми фонда пространственных данных ленинградской области 7](#_Toc515425705)

[1.2.1. Применение международного стандарта OGS WMS для обмена пространственными данными 7](#_Toc515425706)

[1.2.2. Применение международного стандарта OGS WFS для обмена пространственными данными 8](#_Toc515425707)

[Глава 2. Метод отслеживания кризисных ситуации природного и техногенного характера и оперативного реагирования посредством фонда пространственных данных Ленинградской области 11](#_Toc515425708)

[2.1. Кризисные ситуации природного и техногенного характера 11](#_Toc515425709)

[2.2. Метод автоматизированного ввода и обработки данных с устройств мониторинга 13](#_Toc515425710)

[2.3. Реализация метода автоматизированного ввода данных о местоположении транспортных средств 17](#_Toc515425711)

[2.4. выводы 22](#_Toc515425712)

[Глава 3. Модуль экспорта данных с портала фонда пространственных данных Ленинградской области 23](#_Toc515425713)

[3.1. Описание модуля 23](#_Toc515425714)

[3.2. Выводы 27](#_Toc515425715)

[Заключение 28](#_Toc515425716)

[В ходе 28](#_Toc515425717)

[Список литературы 29](#_Toc515425718)

[Приложение 2 39](#_Toc515425719)

[Приложение 3 43](#_Toc515425720)

**Введение**

На сегодняшний день время для своевременной обработки пространственной информации нужны электронные карты значительного объема. Такие карты могут занимать терабайты информации. Данные могут быть различные, в зависимости от сферы применения, например, административные данные (информацию об участке, его владельце, даты постановки на учёт и др.), логистические данные (время оперативного выезда до точки, оптимальные маршруты с учетом текущей ситуации и др.), среднюю занятость и другую информацию необходимую для принятия решений или оценки текущей ситуации.

Эффективное решение задач невозможно без постоянного обновления получаемой информации и осуществления мониторинга возможного только при наличии развитого банка пространственных данных.

Обновление и поддержание достоверных данных, своевременное выявление изменений в состоянии, оценки, предупреждение и устранение последствий негативных процессов должны быть основными целями мониторинга не осуществимыми без Фонда пространственных данных (далее ФПД), использование которого требует новых и современных методов обработки, получения, анализа и интерпретации пространственной информации.

Цели работы:

* описать основные методы обмена пространственными данными фонда пространственных данных;
* реализовать метод автоматизированного ввода данных о местоположении транспортных средств на сервер;
* разработать и реализовать метод автоматизированного ввода и обработки данных с устройств мониторинга на сервер;
* разработать и реализовать алгоритм выгрузки пространственных слоев с геопортала ФПД в форматах SHP и CSV.

Структура работы представлена тремя главами. В первой главе описывается структура и методы обмена данных ФПД. Во второй главе описывается метод отслеживания и оперативного реагирования на кризисные ситуации природного и техногенного характера. В третьей главе описывается реализованный модуль экспорта данных с портала фонда пространственных данных Ленинградской области. В заключении приведены выводы работы и указаны направления дальнейшего развития. В приложение включен исходный код разработанных программных модулей

**Глава 1. Фонд пространственных данных Ленинградской области**

* 1. ОПИСАНИЕ ФОНДА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Геоинформационная система «Фонд пространственных данных Ленинградской области» является региональной государственной информационной системой, объединяющей информацию о пространственных объектах Ленинградской области из разрозненных официальных источников и связывающей указанную информацию с конкретным географическим положением, событием и периодом времени.

Фонд пространственных данных обеспечивает сбор, распределение, хранение и актуализацию базовых пространственных данных Ленинградской области, а также санкционированный доступ к фонду и отдельным его частям.

Основной задачей Фонда пространственных данных заявляется формирование единой системы управления и хранения базовых пространственных данных Ленинградской области. Фактически Фонд пространственных данных является базовым инструментом инфраструктуры пространственных данных Ленинградской области и на данный момент представляет собой набор программных модулей, выстроенных вокруг единой базы данных и общего серверного решения. В состав уже на данный момент включены готовые решения нескольких разработчиков, в том числе базовый компонент – система пространственного развития территорий ИАС «Горизонт».

Фонд пространственных данных способствует формированию единого информационного пространства и единой технологии обмена картографическими и пространственными данными на территории Ленинградской области между различными органами власти и местного самоуправления, а также подведомственных учреждений.

С 2018 года функционирует публичный портал Фонда пространственных данных Ленинградской области. Портал доступен по адресу [fpd.lenobl.ru](http://fpd.lenobl.ru/).

Цели, задачи и функции ФПД:

* Обеспечение свободного санкционированного доступа к пространственным данным ЛО;
* Формирование единой системы управления и хранения базовых пространственных данных ЛО;
* Устойчивое планирование и ускоренное развитие экономики ЛО;
* Единая система управления, учета и хранения актуальных данных;
* Повышение эффективности государственных закупок материалов ДДЗ, получаемых с отечественных КА, исключение дублирования;
* Инвентаризация данных и метаданных ДДЗ, полученных с олссийских космических аппаратов;
* ФПД способствует созданию на на основе данных ДДЗ различных картографических геосервисов, которые позволяют реализовать оперативный мониторинг для различных отраслей экономики;
* ФПД содержит навигационную информацию, в том числе информацию о системах высокоточного позиционирования на основе ГЛОНАСС/GPS;
* ФПД обеспечивает новый уровень использования геоинформационных технологий в интересах обеспечения жизнедеятельности и в целях развития ЛО;
* ФПД способствует формированию единого информационного пространства и единой технологии обмена картографическими и пространственными данными на территории ЛО.

Результаты формирования ФПД:

* Использование единых базовых геоданных при территориальном планировании;
* Снижение времени и упрощение процесса получение геоданных;
* Устранить дублирование работ по созданию базовых пространственных данных ЛО;
* Уменьшение и в последствии исключение использование неточных и противоречивых пространственных работ;
* Снижение трудозатрат на геодезические работы, на получение информации;
* Снижение трудозатрат и сокращение времени на получение информации о жизнедеятельности территории, на обработку информации, на принятие управленческих решений, в том числе взимания земельного налога;
* Повышение эффективности взимания земельного налога;
* Повышение оперативности и эффективности управленческих решений;
* Усовершенствовать механизмы контроля, учета и управления имуществом.

1.2. МЕТОДЫ ОБМЕНА ПРОСТРАНСТВЕННЫМИ ДАННМИ ФОНДА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Бурное развитие Интернет создает широкие возможности для представления геопространственной информации в мировой сети. Поэтому картографические Web - сервисы приобретают все большую популярность.

Общие принципы и стандарты в области разработки программного обеспечения, предоставляющего такого рода сервисы, разрабатываются и декларируются международной некоммерческой организацией Open Gis Consortium (OGC).

Программное обеспечение Geoserver, используемое в ФПД соответствует стандартам OGC (WMS, WFS, WMTS, WPS) и используется для администрирования и публикации геоданных на сервер.

1.2.1. Применение международного стандарта OGS WMSдля обмена пространственными данными

Сервис карт предназначен для предоставления в среде Интернет пространственной информации в виде графического изображения, описания условий получения геоданных и описания характеристик сервера по предоставлению этих данных. Использование стандарта WMS OGC обеспечивает единый доступ для поиска, обмена и предоставления геопространственных данных, создает возможности для взаимодействия ГИС-приложений и веб-сервисов.

WMS допускает выполнение двух типов операций: получение метаданных о доступных картах и возможностях сервера и вторая – получение графического изображения карты по известным ее географическим параметрам. Операции сервиса выполняются путем ввода HTTP-запроса в стандартном веб-браузере или с помощью специализированного программного обеспечения.

Сервис геопространственных данных предназначен для формирования картографических изображений цифровых геоданных с целью использования их в различных Web ГИС-технологиях.

Для получения данных сервис поддерживает базовые сервисные операции (запросы) WMS OGC: операция GetCapabilities и операция GetMap.

Запросы выполняются в соответствии с HTTP-протоколом и вводятся в виде URL: http://host[:port]/path[?{name=[value]&}], где

http://host[:port]/path - адрес сервера карт (URL префикс);

name=value& - множество параметров запроса в виде пар имя=значение. Перечень возможных параметров определяется для каждой операции сервиса.

Ответ (responce) на запрос к сервису – файл, который передается клиенту через Интернет. Текстовый вывод выполняется в XML (метаданные сервиса или сообщения об ошибках), рисунок карты выводится в формате графических файлов png.

Рисунок карты создается динамически по указанным значениям пар координат (BBOX) в указанной референсной системе координат карты (Layer CRS).

Операция предназначена для получения метаданных об имеющихся на сервере слоях (картах) и доступных значениях параметров запросов. Операция GetCapabilities выполняется, если в запросе параметр REQUEST принимает значение GetCapabilities.

1.2.2. Применение международного стандарта OGS WFSдля обмена пространственными данными

Web Feature Service (WFS) представляет собой географический протокол передачи информации, применяемый для обмена пространственными векторными данными в среде Интернет. Вместо обмена географической информацией на уровне файлов, использование протокола WFS предлагает прямой доступа к географической информации, а именно к объектам векторной карты. Данная веб-служба позволяет клиентам извлекать или изменять только те данные, которые они ищут, а не получать весь файл целиком, что значительно ускоряет обмен данными и работу с полученным файлом. Полученные данные затем можно использовать для самых различных целей.

Данный сервис поддерживает не только получение пространственных данных, но и их редактирование. В отличие от WMS сервиса WFS сервис дает доступ к векторным данным, имеющимся на сервере. WFS сервис содержит более расширенный ряд запросов.

• GetCapabilities (discovery operation)

• DescribeFeatureType (discovery operation)

• GetPropertyValue (query operation)

• GetFeature (query operation)

• GetFeatureWithLock (query & locking operation)

• LockFeature (locking operation)

• Transaction (transaction operation)

• CreateStoredQuery (stored query operation)

• DropStoredQuery (stored query operation)

• ListStoredQueries (stored query operation)

• DescribeStoredQueries (stored query operation)

Данные объектов выводятся в формате GML – международном стандарте ISO [13, 20] 19136:2007, Geographic Information – Geography Markup Language (GML). Использование GML позволяет передавать геоданные в едином стандарте независимо от технологии создания данных и способов их хранения. Сервис обеспечивает получение данных об объектах из наборов данных, выполняет преобразование географических координат объектов в указанные системы координат и преобразование форматов хранения геоданных.

Для получения данных GIS WebFeatureService поддерживает операции (запросы):GetCapabilities, GetFeature, DescribeFeatureType, ListStoredQueries,

DescribeStoredQueries, что соответствует классу Simple WFS OGC.

Запросы кодируются в соответствии с HTTP - протоколом и вводятся в виде URL: http://host[:port]/path[?{name=[value]&}], где

http://host[:port]/path - адрес сервера (URL префикс);

name=value& - множество параметров запроса в виде пар имя = значение. Перечень возможных параметров определяется для каждой операции сервиса.

Ответ операций GIS WebFeatureService выводится в формате XML/GML.

Ответ (responce) операций GIS WebFeatureService – файл, который передается клиенту через Интернет. Текстовый вывод выполняется в XML (метаданные сервиса или сообщения об ошибках), векторные данные выводятся в формате GML 3.2. Векторные данные объектов запрашиваются из базы пространственных данных. Основными операциями для доступа к пространственным данным являются GetCapabilities – получение метаданных с сервера и GetFeature – получение векторной информации.

Операция GetCapabilities генерирует документ метаданных об имеющихся типах объектов в базе пространственных данных и доступных операциях сервиса. Операция GetCapabilities выполняется, если в запросе параметр REQUEST принимает значение GetCapabilities.

**Глава 2. Метод отслеживания кризисных ситуации природного и техногенного характера и оперативного реагирования посредством фонда пространственных данных Ленинградской области**

2.1. КРИЗИСНЫЕ СИТУАЦИИ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

Согласно постановлению правительства Ленинградской области – "Об утверждении Положения о геоинформационной системе "Фонд пространственных данных Ленинградской области" и Порядка взаимодействия органов исполнительной власти Ленинградской области при формировании и использовании геоинформационной системы "Фонд пространственных данных Ленинградской области", фонд должен обеспечивать сокращение времени на принятие решений в кризисных ситуаций. Для принятия решений в кризисных ситуациях природного и техногенного характера ключевую роль играет оперативность сбора и обработки информации с последующей передачей соответствующим государственным службам.

Кризисные ситуации природного и техногенного характера делятся на:

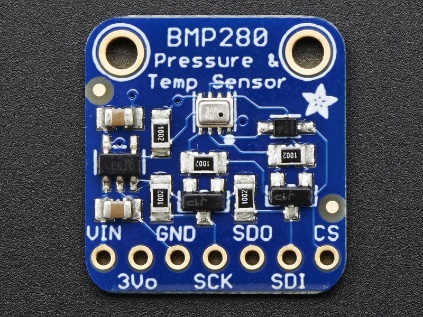
* Транспортные аварии (катастрофы) - аварии грузовых железнодорожных поездов, пассажирских поездов, аварии транспорта на мосту, аварии на магистральных трубопроводах, авиационные катастрофы и т.п. Определение транспортных аварий возможно реализацией сбора и обработки данных о местоположении, температуре, содержании углекислого газа и т.п.;
* Пожары, взрывы – пожары (взрывы) в зданиях, на коммуникациях и технологическом оборудовании промышленных объектов, пожары (взрывы) на объектах добычи, переработки и хранения легковоспламеняющихся, горючих и взрывчатых веществ, пожары (взрывы) на химически опасных объектах, пожары (взрывы) на радиационно опасных объектах и т.п. Определение пожаров реализуется сбором данных о температуре, содержании углекислого газа и т.п. в местах возможного возникновения пожаров (взрывов);
* Аварии с выбросом аварийно химически опасных веществ - аварии с выбросом (угрозой выброса) аварийно химически опасных веществ при их производстве, переработке или хранении (захоронении), аварии на транспорте с выбросом (угрозой выброса) аварийно химически опасных веществ, образование и распространение опасных химических веществ в процессе химических реакций, начавшихся в результате аварии и т.п. Определение выбросов химически опасных веществ реализуется сбором данных с газоанализаторов;
* Аварии с выбросом радиоактивных веществ - аварии транспортных средств и космических аппаратов с ядерными установками или грузом радиоактивных веществ на борту, аварии при промышленных и испытательных ядерных взрывах с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ и т.п. Определение выбросов радиоактивных веществ реализуется сбором данных с электронных счетчиков Гейгера в местах возможного возникновения выбросов;
* Аварии с выбросом биологически опасных веществ - аварии с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ на предприятиях промышленности и в научно-исследовательских учреждениях (лабораториях), аварии на транспорте с выбросом (угрозой выброса) биологических веществ и т.п. Определение выбросов биологически опасных веществ реализуется сбором данных с газоанализаторов;
* Гидродинамические аварии - прорывы плотин (дамб, шлюзов, перемычек) с образованием волн прорыва и катастрофических затоплений, прорывы плотин (дамб, шлюзов, перемычек) с образованием прорывного паводка, прорывы плотин (дамб, шлюзов, перемычек) и т.п. Определение гидродинамических аварий реализуется сбором данных с систем мониторинга деформаций зданий и сооружений (ГНСС приемники, акселерометры, гироскопы и др.);
* Внезапное обрушение зданий, сооружений - обрушение производственных зданий и сооружений, обрушение зданий и сооружений жилого, социально-бытового и культурного назначения, обрушение элементов транспортных коммуникаций и т.п. Определение обрушения зданий реализуется сбором данных с систем мониторинга деформаций зданий и сооружений;
* Аварии на электроэнергетических системах - аварии на автономных электростанциях с долговременным перерывом электроснабжения всех потребителей, аварии на электроэнергетических системах (сетях) с долговременным перерывом электроснабжения основных потребителей или обширных территорий, выход из строя транспортных электроконтактных сетей и т.п. Определение аварий на электроэнергетических системах определяется системой мониторинга напряжения на отдельных участках электроконтактных сетей;
* Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения - аварии в канализационных системах с массовым выбросом загрязняющих веществ, аварии на тепловых сетях (система горячего водоснабжения) в холодное время, аварии в системах снабжения населения питьевой водой, аварии на коммунальных газопроводах и т.п. Определение аварий на коммунальных системах жизнеобеспечения определяется системой контроля давления;

Оперативность получения и передачи данных достигается путем автоматизации сбора и анализа данных в местах возможного возникновения кризисной ситуации природного или техногенного характера, с созданием единой базы данных, и автоматизации передачи информации службам спасения.

Для мониторинга вышеописанных аварий и оперативного реагирования необходимо реализовать единый банк данных с возможностью обновления данных в реальном времени. Это можно достичь путем автоматизированного сбора информации с систем мониторинга расположенных в местах возможного возникновения аварии, и сбора данных о местоположении транспортных средств, и центров служб спасения.

2.2. МЕТОД АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВВОДА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ С УСТРОЙСТВ МОНИТОРИНГА

В зависимости от типа кризисной ситуации необходимо применять различные системы мониторинга (датчики), это могут быть ГНСС оборудование, акселерометры, гироскопы, датчики температуры, важности, углекислого газа, счетчик Гейгера и пр. Хоть датчики и выполняют разное назначение, передача данных с них в основном реализована стандартными протоколами передачи данных (I2C, SPI, RS-232). Для организации автоматизированного ввода данных на сервер с датчиков, устанавливаемых в местах возможного возникновения кризисной ситуации природного или техногенного характера воспользуемся программно-аппаратным комплексом Arduino, в нем реализованы все стандартные протоколы передачи данных.

Для примера реализации автоматизированной отправки данных с датчиков в единую базу будем считывать данные с датчика температуры, давления и влажности от фирмы BOSH - BMP280 (рис.1) микроконтроллером ESP-8266 (рис.2) с встроенным контроллером Wi-Fi. В этом микроконтроллере реализованы все стандартные интерфейсы подключения датчиков и устройств, так что данный проект может быть с легкостью переделан под любой другой из датчиков.

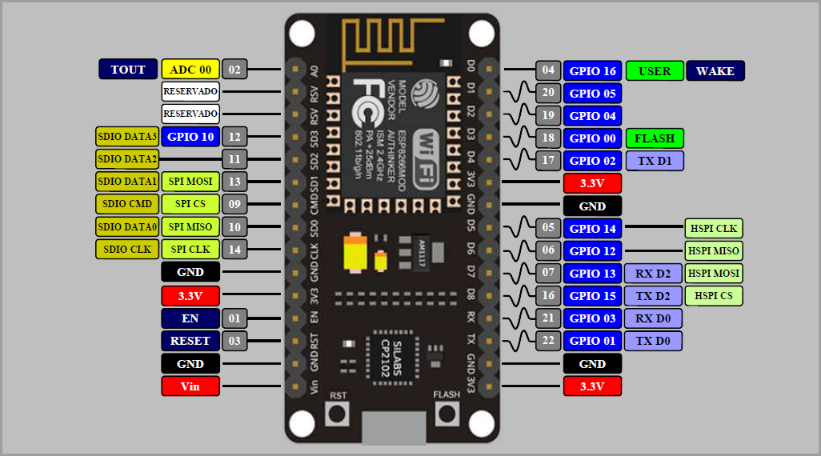
Рис. 1

Рис. 2

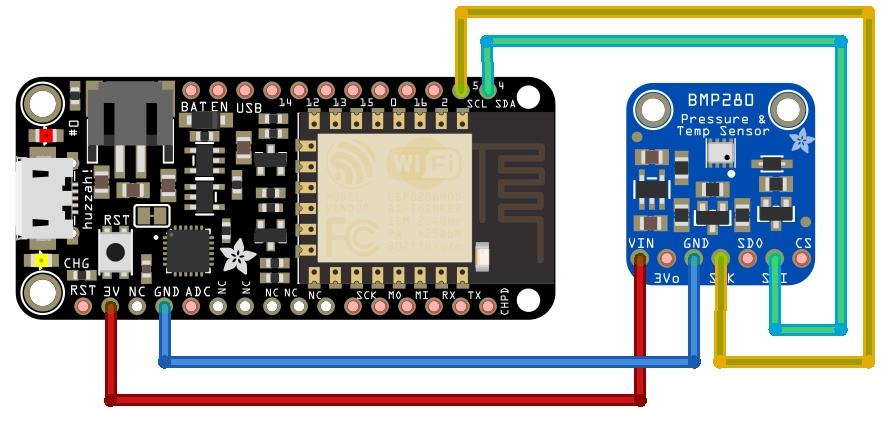
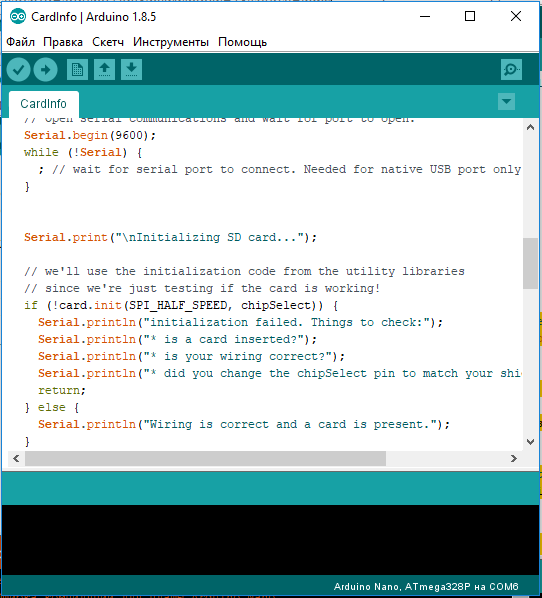
Схема подключения датчика BMP-280 к ESP-8266 показана на рисунке 3.

Рис. 3

Программная часть реализована на языке программирования C++ в среде разработки Arduino IDE (рис. 4). Код представлен в приложении 2.

Рис. 4

Алгоритм работы кода:

1. Подключение модуля ESP-8266 к существующей Wi-Fi сети;
2. Чтение данных с датчика BMP280 по протоколу I2C;
3. Фильтрация данных;
4. Отправка данных GET – запросом на сервер.

При помощи библиотеки ESP8266wifi.h распространяющейся с открытой лицензией (<https://github.com/esp8266/Arduino>) модуль ESP-8266 соединяется с Wi-Fi сетью. Для подключения устройства к другой сети необходимо изменить значения переменных ssid, password, для изменения сервера, принимающего данные изменить значение переменной host.

Чтение данных с BMP280 происходит посредством стандартной библиотеки Wire.h, реализующей протокол I2C.

Обработка данных с "BMP280" микроконтроллером происходит при помощи библиотек Adafruit\_Sensor.h и Adafruit\_BMP280.h созданных командой разработчиков Adafruit (<https://github.com/adafruit>) и распространяющимися с открытой лицензией.

После приема и фильтрации данных, данные отправляются GET-запросом на заранее подготовленный файл на сервере. В нашем случае это файл get.php. Передаются три переменных: влажность, давление, температура.

Функция отправки данных на сервер:

if (client.connect(host, 80))

{

client.print( "GET /get.php?");

client.print("t=");

client.print(temperature);

client.print("&p=");

client.print(pressure);

client.print("&h=");

client.print(humidity);

client.println( " HTTP/1.1");

client.print( "Host:" );

client.println(host);

client.println( "Connection: close" );

client.println();

client.println();

}

В свою очередь файл get.php принимает данные и загружает в базу данных PostgreSQL. Исполняемый код представлен в приложении 3.

2.3. РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВВОДА ДАННЫХ О МЕСТОПОЛОЖЕНИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Для реализации мониторинга местоположения транспортного средства использовано открытое программное обеспечение Traccar, доступное для загрузки в сервисе совместной разработки GitHub (<https://github.com/traccar/traccar>), а так же на официальном сайте (<https://www.traccar.org/>).

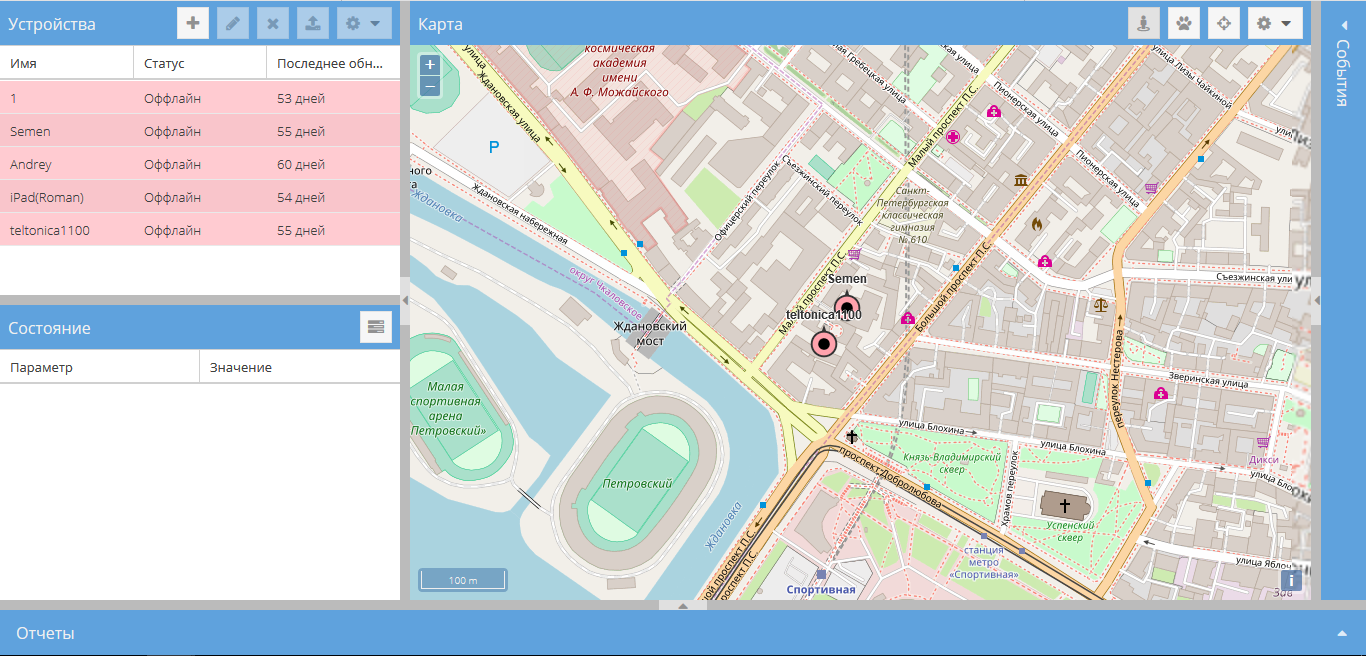
Программной обеспечение представляет собой серверную часть, поддерживающее большее количество протоколов и моделей устройств, чем существующие аналоги. В нем реализована функция приема, расшифровки потока данных от GPS-трекеров и записи их в SQL базу данных, Traccar включает в себя современный полнофункциональный веб-интерфейс (рис. 5). Позволяет отслеживать устройства в режиме реального времени без задержки.

Рис. 5

По умолчанию Traccar использует встроенную базу данных H2. Для осуществлением обмена данными между ПО Traccar и ПО GeoServer необходимо переключить базу сбора данных на PostgreSQL, изменив следующие строчки в файле конфигурации:

<entry key = 'database.driver'> org.h2.Driver </ entry>

<entry key = 'database.url'> jdbc: h2: / home / user / Documents / traccar / target / database </ entry>

<entry key = 'database.user'> sa </ entry>

<entry key = 'database.password'> </ entry>

Параметры конфигурации для PostgreSQL:

<entry key = 'database.driver'> org.postgresql.Driver </ entry>

<entry key = 'database.url> jdbc: postgresql: //[SERVER]:[PORT] / [DATABASE] </ entry>

<entry key = 'database.user'> [USER] </ entry>

<entry key = 'database.password'> [PASSWORD] </ entry>

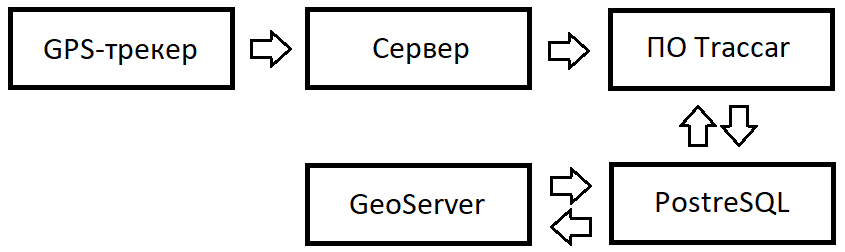
Принципиальная схема работы системы показана на рисунке 6.

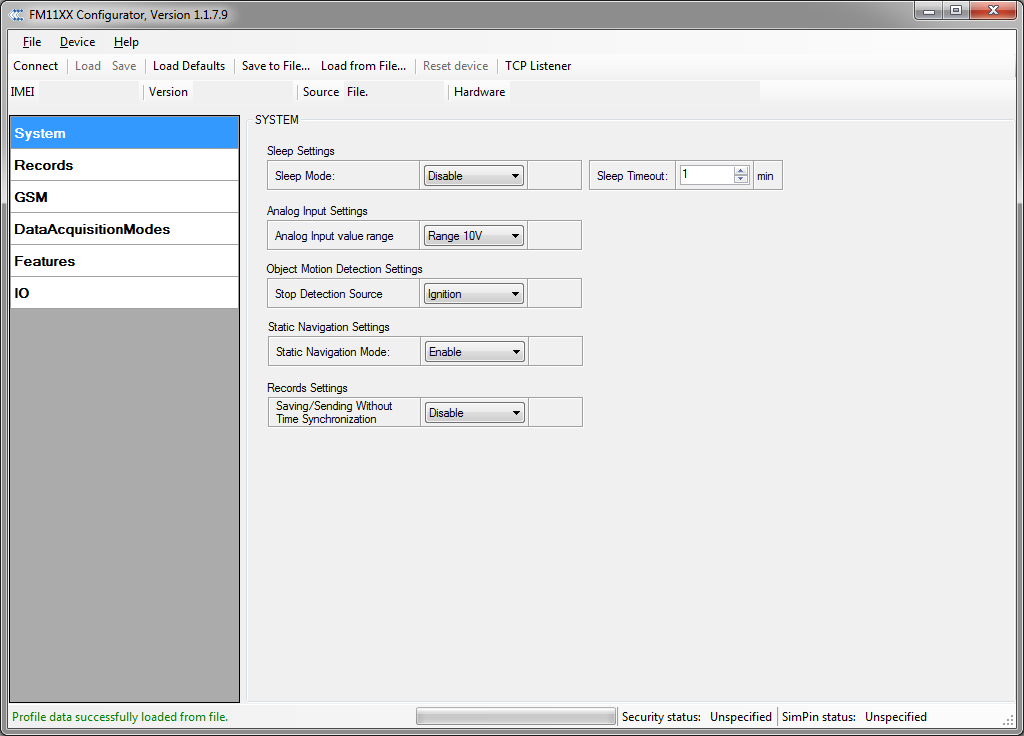
Рис.6.

Для проверки работоспособности системы использовалось устройство от фирмы Teltonika, модель FM1100 (рис. 7), т.к. это устройство является одним из самых популярных GPS-трекеров, встраиваемым в транспортные средства.

Рис. 7

Для подключения GPS-трекера к серверу на сервере необходимо открыть интернет-порты для доступа внешних устройств. Для каждого производителя GPS-трекеров необходимо открывать отдельный порт. Список портов и производителей доступен в файле конфигурации программы. По умолчанию ПО Traccar использует 5027 порт для GPS-трекеров от фирмы Teltonika.

Настройка GPS-трекера производилась в ПО Teltonika configurator" (рис. 8).

Рис. 8

Минимальные настройки для Teltonika 1100:

1. Вкладка GSM - GPRS:

* Protocol – TCP;
* APN, APN user name, APN password – устанавливаются в зависимости от оператора связи (для МТС – APN: internet.mts.ru, user name – mts, password – mts;
* Target Server IP address - адрес сервера, на который должны отправляться данные, записывается в виде (127.0.0.1);
* Target Server Port – порт сервера (по умолчанию устройства от Teltonika подключаются к порту 5027);

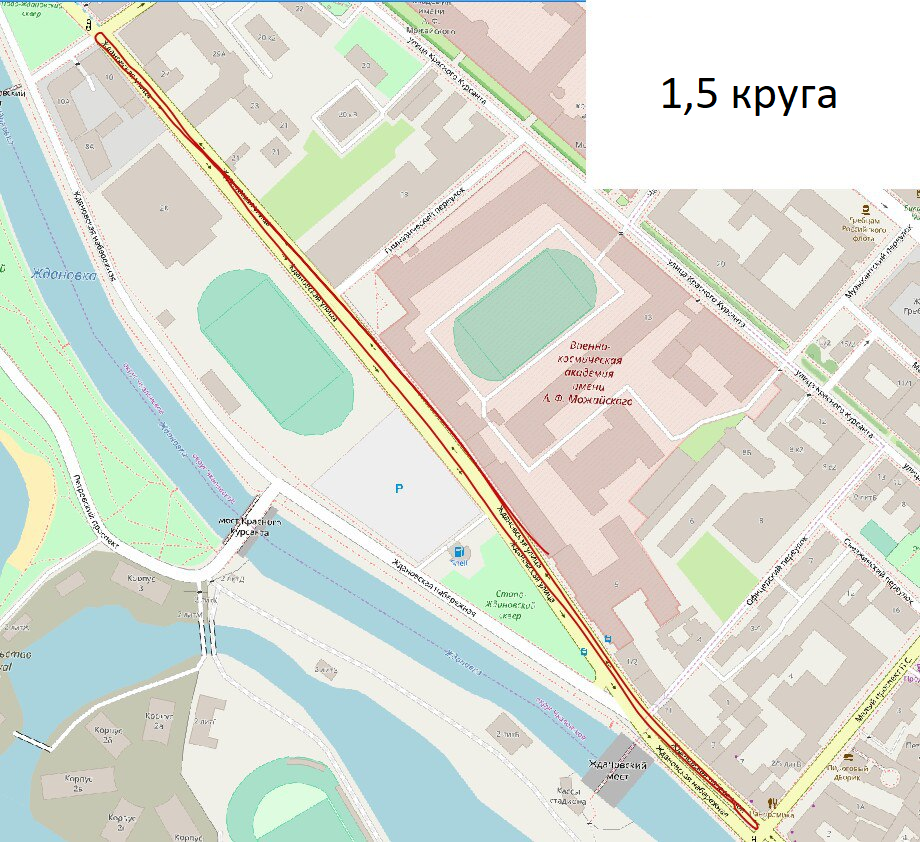
1. Вкладка DataAcquisitionMods:

* Min Saved Records - задает минимальное количество координат и I/O данных, которое должно быть передано за одно соединение с сервером. Если "FM1100" не собрал достаточного количества координат для передачи, будет выполнена повторная проверка через время, указанное в Sending Period (период отправки) (по умолчанию значение 10);
* Send period –период отправки данных на сервер по GPRS.  Модуль предпринимает попытки отправки собранных данных на сервер через каждый указанный здесь интервал. Если собранных данных недостаточно (зависит от параметра Min. SavedRecords, описанного выше), он предпринимает новую попытку через заданный интервал (по умолчанию значение 600);
* Min Period – интервал отправки данных на сервер, значение «0» - отключает данную функцию;
* Min Distance – интервал отправки координат через указанное расстояние, значение «0» - отключает данную функцию;
* Min Angle – отправляет данные на сервер, когда разность углов между предыдущими координатами и текущим положением превышает значение, заданное для данного параметра, значение «0» - отключает данную функцию;

1. Вкладка Trip:

* Start Speed – минимальная скорость, при которой фиксируется начало поездки.

После настройки сервера и GPS-трекера был записан маршрут движения транспортного средства показанный на рисунке 9.

Рис. 9

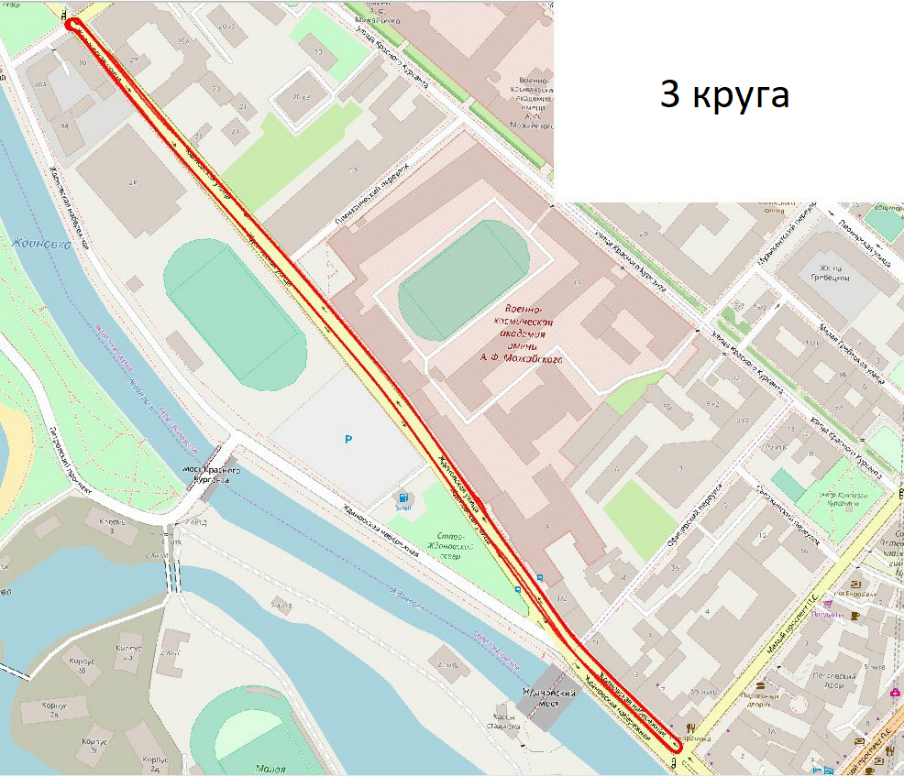
Для контроля точности полученных данных параллельно с записью трека с GPS-трекера велась запись с высокоточного ГНСС приемника (L1/L2) в RTK режиме (рис. 10).

Рис. 10

Координаты GPS точек маршрута были соединены в линии, для наглядного представления маршрута. В результате анализа данных выявлено расхождение координат, не превышающих 4 метров, что вполне приемлемо для определения местоположения транспортного средства.

2.4. ВЫВОДЫ

В результате выполнения работы реализован метод удаленного автоматизированного сбора и фильтрации данных с датчиков, подключённых к аппаратной части arduino и GPS-трекеров с сохранением в базу данных PostgeSQL; при расположении устройств мониторинга в местах возможного возникновения аварии, данный метод оперативно в режиме реального времени может вывести информацию о возникновении чрезвычайной ситуации. Реализованный метод мониторинга транспорта поможет определить ближайшие транспортные средства спасательных служб, для оперативного реагирования и принятия решений в кризисных ситуациях природного и техногенного характера.

**Глава 3. Модуль экспорта данных с портала фонда пространственных данных Ленинградской области**

3.1. Описание модуля

В настоящее время на геопортале фонда пространственных данных Ленинградской области не реализована функция экспорта данных в привычных для пользователя форматах (shp, csv). Эта функция необходима для оперативной загрузки данных без сторонних программ.

Исходя из того, что основная программная часть геопортала написана на языке программирования JavaScript воспользуемся им. Этот язык программирования удобен тем, что основной код работает на стороне клиента, разгружая сервер, ускоряя работу при подключении большого количества пользователей.

Для минимизации количества файлов код написанный на JavaScript интегрирован в html страницу между тегами <script type="text/javascript"> и </script>. Html – страница представлена в приложении 1.

Все слои фонда пространственных данных выгружены на картографический сервер GeoServer, в котором реализована спецификация WFS-T (WFS-Transaction), позволяющая по запросу выгружать данные с базы данных в указанном в запросе форматом.

Шаблон GET – запроса для выгрузки данных: http://[ адрес сервера ]/geoserver/wfs?request=GetFeature&service=WFS&version=1.0.0&typeName=[ база данных ]:[ слой ]&outputFormat=[ формат ].

Адрес сервера, на котором находится GeoServer фонда пространственных данных Ленинградской области – fpd.lenobl.ru, название базы данных – fpd, интересующие нас форматы – SHAPE-ZIP, CSV. Список используемых слоев: "Административные центры районов", "Границы муниципальных районов и городского округа", "Границы поселений", "Муниципальное имущество для СМП", "Пункты регистрации в ЕСИА", "Медицинские учреждения", "Органы ГО и ЧС", "Отделения ОМВД", "Отделения скорой помощи", "Зоны обслуживания пожарных частей ГКУ Леноблпожспас", "Пожарные части ГКУ Леноблпожспас", "Зоны обслуживания пожарных частей ГУ МЧС России по Ленинградской области", "Пожарные части ГУ МЧС России по Ленинградской области", "Служба газа", "Организации муниципальной инфраструктуры поддержки малого и среднего предпринимательства Ленинградской области". На геопортале картографические материалы поделены на тематические группы . Список групп: "Административное устройство", "Объекты недвижимого имущества", "Связь и информатизация", "Служба 112", "Торговля".

Необходимо реализовать выбор слоя и формата для выгрузки данных. Для этого воспользуемся формой выпадающего списка в HTML документе. Визуализация формы на рисунках 11, 12. Список показывающий перечень картографических материалов:

<SELECT name="matSpis" id="matSpis" onChange="Add\_option\_to\_select();">

<OPTION VALUE="1">---Выберите---</OPTION>

<OPTION VALUE="2">Аминистративное устройсво</OPTION>

<OPTION VALUE="3">Объекты недвижимого имущества</OPTION>

<OPTION VALUE="4">Связь и информатизация</OPTION>

<OPTION VALUE="5">Служба 112</OPTION>

<OPTION VALUE="6">Торговля</OPTION>

</SELECT>



Рис.11

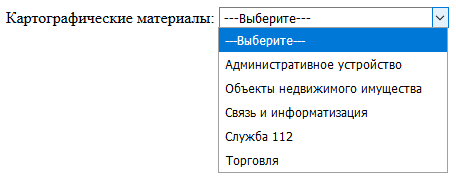
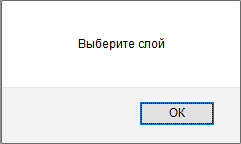


Рис.12

При выборе одного из пунктов выпадающего списка активируется код JavaScript, который в свою очередь функцией document.getElementById() принимает информацию о выбранном пункте картографических материалов и генерирует вторую форму выпадающего списка, содержащего название слоев внутри групп картографических материалов. Так же выводит диалоговое окно с надписью - "Выберите слой" (рис.13) функцией alert().

Рис.13

Пока не выбран пункт из группы картографических материалов форма отображается как показано на рисунке 14. После выбора группы отображается все названия слоев внутри группы, на рисунке 15 показан список слоев для группы "Служба 112".

Рис14

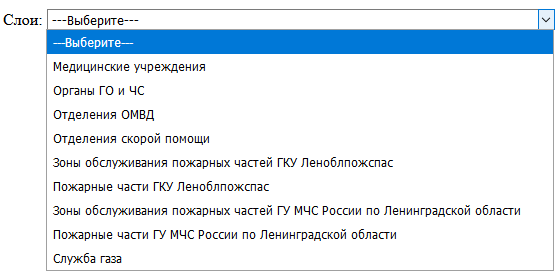
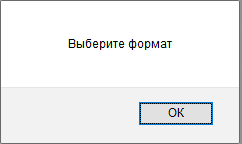


Рис.15

Пока не выбран пункт из группы "Слои" форма отображается как показано на рисунке 16. Выбрав слой выводится диалоговое окно с надписью "Выберите формат" (рис. 17) и становится доступна форма выбора выгружаемого формата данных (рис. 18).

Рис.16

Рис.17

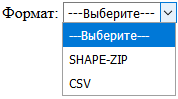


Рис.18

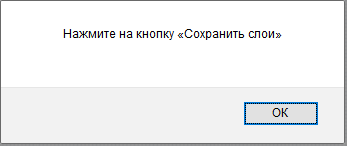
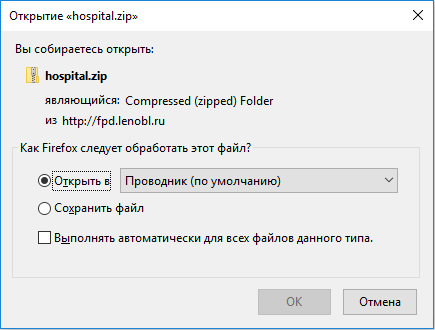
При выборе формата данных выводится диалоговое окно с надписью "Нажмите на кнопку "Сохранить слои"" (рис. 19) и формируется запрос на сервер для получения запрашиваемого файла. Пример GET - запроса для получения слоя со списком медицинских учреждений в группе картографических материалов "Служба 112": http://fpd.lenobl.ru/geoserver/wfs?request=GetFeature&version=1.1.0&typeName=fpd: hospital&outputFormat=SHAPE-ZIP.

Рис.19

При нажатии кнопки "Сохранить слои" (рис. 20) выводится стандартное диалоговое окно сохранения файла (рис. 21). Система координат выгружаемых данных – "wgs-84"("epsg-4326").

Рис.20

Рис.21

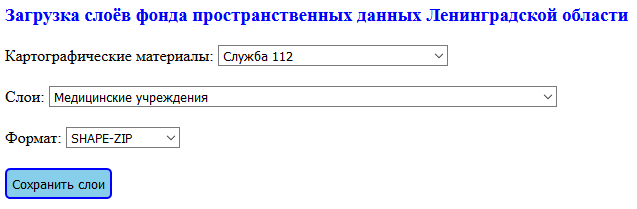
Отображаемый вид созданного программного модуля показан на рисунке 22.

Рис.22

3.2. ВЫВОДЫ

Реализована функция экспорта данных с сервера фонда пространственных данных Ленинградской области с возможностью выбора формата выгружаемых данных; программный модуль минимизирован и адаптирован под структуру геопортала, что позволяет интегрировать его в существующую систему.

**Заключение**

В ходе данной работы изучена структура фонда пространственных данных Ленинградской области. В частности, рассмотрены методы обмена пространственными данными ФПД.

Реализован метод удаленного автоматизированного сбора и фильтрации данных с датчиков, подключённых к аппаратной части arduino с сохранением в базу данных PostgeSQL с последующей возможности интеграции данных на GeoServer. При расположении устройств мониторинга в местах возможного возникновения аварии, данный метод поможет оперативно в режиме реального времени вывести информацию о возникновении чрезвычайной ситуации. Реализованный метод мониторинга транспорта поможет определить ближайшие транспортные средства спасательных служб, для оперативного реагирования и принятия решений в кризисных ситуациях природного и техногенного характера.

Реализован модуль экспорта данных с сервера фонда пространственных данных Ленинградской области в форматах SHP и CSV. Данный модуль написан на том же языке программирования, что и основная часть геопортала (javaScript).

Описание реализованных методов представлено в работе, программный код вынесен в приложениях.

**Список литературы**

1. Masó, J. OpenGIS Web Map Service (WMS) Implementation Specification / K. Pomakis, N. Julià, J. Masó. - OpenGIS Implementation Standart. - 2006. -85 p.
2. Желязняков, В. А. Разработка методики геоинформационного обеспечения оперативного обновления электронных карт большого объёма с использованием банка пространственных данных : дис. канд. техн. наук : 25.00.35 / В. А. Желязняков. – Москва. – 2011. – 140 с.
3. Интегрированные геоинформационные системы: учебное пособие по курсу «Геоинформационные системы» под. ред. Шайтура С.В. / С.В. Булгаков, А.К. Ковальчук, В.Я. Цветков, С.В. Шайтура. – М.:Изд. МГОУ. - 2007.- 114с
4. Атре, Ш. Структурный подход к организации баз данных./ Ш. Атре; перевод с англ. А. А. Александрова, В. И. Будзко – М.: Финансы и статистика, 1983. – 317 с. 24 см.
5. Алешин Л.И. Информационные технологии. — Учебное пособие.  М: Московская финансово-промышленная академия, 2008 – 218c
6. Демиденко, А.Г. Модель пространственных данных для решения задач регионального управления // ГЕОМАТИКА. – 2010. - № 1 – с.50-53.
7. Геоинформатика. Под ред. В.С.Тикунова. — М.:Академия, 2005.
8. Гаевский, А.Ю. 100% самоучитель. Создание Web-страниц и Web-сайтов. HTML и JavaScript / А.Ю. Гаевский, В.А. Романовский. - М.: Триумф, 2008. - 464 c.
9. Журкин И.Г., Шайтура С.В. Геоинформационные системы. -- М., «КУДИЦ-ПРЕСС» - 2009
10. Миленина, С.А. Электротехника, электроника и схемотехника: Учебник и практикум для СПО / С.А. Миленина, Н.К. Миленин. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 399 c.
11. Постановление правительства Ленинградской области - Об утверждении Положения о геоинформационной системе "Фонд пространственных данных Ленинградской области" и Порядка взаимодействия органов исполнительной власти Ленинградской области при формировании и использовании геоинформацион-ной системы "Фонд пространственных данных Ленинградской области" – 2017. – 28c
12. Фонд пространственных данных Ленинградской области <http://fpd.lenobl.ru>
13. Geoserver User Manual <http://geoserver.org/>

**Приложение 1**

<html>

<head>

<title>Загрузка слоёв ФПД Лен обл</title>

</head>

<h3><font color="#0000FF">Загрузка слоёв фонда пространственных данных Ленинградской области</font></h3>

<style>

button.knopka {

color: #000000;

background: #87CEEB;

padding: 5px;

border-radius: 5px;

border: 2px solid #0000FF;

}

button.knopka:hover {

background: #0000FF;

}

</style>

<body>

<script type="text/javascript">

var adm = new Array("---Выберите---", "Административные центры районов", "Границы муниципальных районов и городского округа", "Границы поселений");

var obNed = new Array("---Выберите---", "Муниципальное имущество для СМП");

var svaz = new Array("---Выберите---", "Пункты регистрации в ЕСИА");

var cl112 = new Array("---Выберите---", "Медицинские учреждения", "Органы ГО и ЧС", "Отделения ОМВД", "Отделения скорой помощи", "Зоны обслуживания пожарных частей ГКУ Леноблпожспас", "Пожарные части ГКУ Леноблпожспас", "Зоны обслуживания пожарных частей ГУ МЧС России по Ленинградской области", "Пожарные части ГУ МЧС России по Ленинградской области", "Служба газа");

var torg = new Array("---Выберите---", "Организации муниципальной инфраструктуры поддержки малого и среднего предпринимательства Ленинградской области");

var len;

var name;

var format;

var sp1;

var sp2;

var sp3;

function Add\_option\_to\_select() {

var CountryObj = document.getElementById("matSpis");

var ResortObj = document.getElementById("resort");

var selind = CountryObj.options.selectedIndex;

alert("Выберите слой");

switch (selind) {

case 0:

ResortObj.options.length = 0;

len = adm.length;

sp1 = 0;

break;

case 1:

ResortObj.options.length = 0;

len = adm.length;

for (var n = 0; n < len; n++) {

ResortObj[n] = new Option(adm[n], n);

}

sp1 = 1;

break;

case 2:

ResortObj.options.length = 0;

len = obNed.length;

for (var n = 0; n < len; n++) {

ResortObj[n] = new Option(obNed[n], n);

}

sp1 = 2;

break;

case 3:

ResortObj.options.length = 0;

len = svaz.length;

for (var n = 0; n < len; n++) {

ResortObj[n] = new Option(svaz[n], n);

}

sp1 = 3;

break;

case 4:

ResortObj.options.length = 0;

len = cl112.length;

for (var n = 0; n < len; n++) {

ResortObj[n] = new Option(cl112[n], n);

}

sp1 = 4;

break;

case 5:

ResortObj.options.length = 0;

len = torg.length;

for (var n = 0; n < len; n++) {

ResortObj[n] = new Option(torg[n], n);

}

sp1 = 5;

break;

}

}

function Add\_option\_to\_select2() {

alert("Выберите формат");

var CountryObj1 = document.getElementById("resort");

var ResortObj1 = document.getElementById("format");

var selind1 = CountryObj1.options.selectedIndex;

ResortObj1[0] = new Option("---Выберите---");

ResortObj1[1] = new Option("SHAPE-ZIP");

ResortObj1[2] = new Option("CSV");

switch (selind1) {

case 0:

sp2 = 0;

break;

case 1:

sp2 = 1;

break;

case 2:

sp2 = 2;

break;

case 3:

sp2 = 3;

break;

case 4:

sp2 = 4;

break;

case 5:

sp2 = 5;

break;

case 6:

sp2 = 6;

break;

case 7:

sp2 = 7;

break;

case 8:

sp2 = 8;

break;

case 9:

sp2 = 9;

break;

}

}

function Add\_option\_to\_select3() {

var CountryObj2 = document.getElementById("format");

var selind2 = CountryObj2.options.selectedIndex;

alert("Нажмите на кнопку «Сохранить слои»");

switch (selind2) {

case 0:

sp3 = 0;

break;

case 1:

sp3 = 1;

break;

case 2:

sp3 = 2;

break;

}

}

function select() {

//alert("Сейчас начнется загрузка слоя");

if (sp3 == 1) {

format = 'SHAPE-ZIP';

}

if (sp3 == 2) {

format = 'CSV';

}

if (sp1 == 1) {

if (sp2 == 1) {

name = 'adm\_centes\_raioni';

}

if (sp2 == 2) {

name = 'Municipal\_boundaries\_2017';

}

if (sp2 == 3) {

name = 'Rural\_boundaries\_2017';

}

}

if (sp1 == 2) {

if (sp2 == 1) {

name = 'SMP';

}

}

if (sp1 == 3) {

if (sp2 == 1) {

name = 'l\_ref\_points\_confirmation\_personality';

}

}

if (sp1 == 4) {

if (sp2 == 1) {

name = 'hospital';

}

if (sp2 == 2) {

name = 'emergency';

}

if (sp2 == 3) {

name = 'police';

}

if (sp2 == 4) {

name = 'Ambulance2';

}

if (sp2 == 5) {

name = 'pch\_gor\_posel';

}

if (sp2 == 6) {

name = 'pch\_gor\_dop';

}

if (sp2 == 7) {

name = 'federal\_pch';

}

if (sp2 == 8) {

name = 'pch\_wodp2';

}

if (sp2 == 9) {

name = 'gas\_service';

}

}

if (sp1 == 5) {

if (sp2 == 1) {

name = 'infr\_buisiness';

}

}

location.href = 'http://fpd.lenobl.ru/geoserver/wfs?request=GetFeature&version=1.1.0&typeName=fpd:' + name + '&outputFormat=' + format;

}

</script>

<table>

Картографические материалы:

<SELECT name="matSpis" id="matSpis" onChange="Add\_option\_to\_select();">

<OPTION VALUE="1">---Выберите---</OPTION>

<OPTION VALUE="2">Административное устройство</OPTION>

<OPTION VALUE="3">Объекты недвижимого имущества</OPTION>

<OPTION VALUE="4">Связь и информатизация</OPTION>

<OPTION VALUE="5">Служба 112</OPTION>

<OPTION VALUE="6">Торговля</OPTION>

</SELECT>

<br><br>

Слои:

<SELECT name="resort[]" id="resort" onChange="Add\_option\_to\_select2();">

</SELECT>

<br><br>

Формат:

<SELECT name="format[]" id="format" onChange="Add\_option\_to\_select3();">

</SELECT>

<br><br>

</td>

<a href="#" onClick="select()">

<button class="knopka">Сохранить слои</button>

</td>

</tr>

</table>

</FORM>

</body>

</html>

**Приложение 2**

#include <ESP8266WiFi.h>

#include <Wire.h>

#include <Adafruit\_Sensor.h>

#include "Adafruit\_BMP280.h"

const char\* ssid = "#########"; //имя wifi сети

const char\* password = "#########"; //пароль wifi сети

const char\* host = "#########"; //адрес сервера

float varVolt = 0.01;

float varProcess = 1e-8;

float Pc = 0.0;

float G = 0.0;

float P = 1.0;

float Xp = 0.0;

float Zp = 0.0;

float Xe = 0.0;

Adafruit\_BMP280 bmp; // I2C

float pressure;

float temperature;

float humidity;

void setup() {

bmp.begin(); //Begin the sensor

Serial.begin(9600); //Begin serial communication at 9600bps

Serial.println("Adafruit BMP280 test:");

WiFi.mode(WIFI\_STA);

WiFi.begin(ssid, password);

while (WiFi.status() != WL\_CONNECTED)

{

delay(500);

}

}

void loop(){

updateBmp280();

printBmp280();

clientSend();

delay(10000); //задержка между отправкой данных

}

void updateBmp280(){

temperature = bme.readTemperature();

temperature = filter(temperature);

pressure = bme.readPressure();

pressure = filter(pressure);

humidity = bme.readHumidity();

humidity = filter(humidity);

}

void printBmp280(){

Serial.print("Temperature = ");

Serial.print(temperature);

Serial.println(" \*C");

Serial.print("Pressure = ");

Serial.print(pressure / 100);

Serial.println(" hPa");

Serial.print("Humidity = ");

Serial.print(humidity);

Serial.println(" %");

Serial.println();

}

void clientSend(){

WiFiClient client;

if (client.connect(host, 80))

{

client.print( "GET /get.php?");

client.print("t=");

client.print(temperature);

client.print("&p=");

client.print(pressure);

client.print("&h=");

client.print(humidity);

client.println( " HTTP/1.1");

client.print( "Host:" );

client.println(host);

client.println( "Connection: close" );

client.println();

client.println();

}

}

float filter (float x)

{

Pc = P + varProcess;

G = Pc/(Pc + varVolt);

P = (1-G)\*Pc;

Xp = Xe;

Zp = Xp;

Xe = G\*(x-Zp)+Xp;

return x;

}

**Приложение 3**

<?php

session\_start();

$username = $\_POST['username'];//логин для подключения к БД

$email = $\_POST['email'];//почта для подключения к БД

$password = $\_POST['password'];//пароль для подключения к БД

$servername = "localhost";

$username = "username";//логин для подключения к БД

$password = "password";//пароль для подключения к БД

$dbname = "myDB";//название базы данных

$connection\_id=pg\_connect("host=$hostname dbname=$database user=$username password=$password");

if ( !empty( $\_GET['t'] ))

{

$temperature=$\_GET['t'];

}else{

$temperature=99999;

}

if ( !empty( $\_GET['p'] ))

{

$pressure=$\_GET['p'];

}else{

$pressure=99999;

}

if ( !empty( $\_GET['h'] ))

{

$humidity=$\_GET['h'];

}else{

$humidity=99999;

}

$\_GET=array();

if($temperature!=99999 and $pressure!=99999 and $humidity!=99999){

$sql = "INSERT INTO BMP280 (temperatur, pressure, humidity)

VALUES ($temperature, $pressure, $humidity)";

}

##BMP280 - назание БД

connection\_id->close();

?>