

А.С. Нестерева, Я.И. Торговкин

Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, г. Якутск, Россия

РАЗРАБОТКА МНОГОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ БАЗЫ ГЕОДАНЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ JAVASCRIPT

Аннотация. Геоинформационные технологии широко применяются во всех сферах человеческой деятельности. За небольшой период времени ГИС-технологии зарекомендовали себя как необходимый инструмент компактного хранения данных и оперативного обновления информации. В представленной работе, впервые разработан веб-ГИС для мерзлотных условий на территории Якутии с применением пространственных данных и источников (монографии и табличные данные). Веб-ГИС – это геоинформационная система в Интернет сети, пользователи которой могут просматривать, редактировать и анализировать пространственные данные с помощью обычных веб-браузеров.

Целью данной работы является создание единой геокриологической базы данных Института мерзлотоведения для территории Якутии. Основные задачи, которые были рассмотрены это: разработать структуру базы данных веб-ГИС; определиться с программами для работы с базой данных; собрать базу данных по Институту мерзлотоведения; написать код и создать веб сайт. В работе приведено пошаговое составление веб-сайта с применением PostGIS для хранения векторных данных, использование программы GeoServer с данными с пространственной привязкой и WMS сервис, также представлена часть кода веб-сайта на языке программирования JavaScript с использованием библиотеки с открытым исходным кодом Leaflet и свободного набора инструментов Bootstrap. Основными результатами выполненного исследования являются: разработка структуры веб-сайта с созданием базы пространственных данных, а также сбора, систематизации картографической, атрибутивной, графической и текстовой информации с составлением ГИС с комплексом тематических слоев с прикреплением баз данных на примере Якутии.

Ключевые слова: геоинформационные системы, информационные системы, базы данных, базы геоданных, веб-ГИС, PostGIS, GeoServer, WMS, JavaScript, Leaflet, Bootstrap.

A.S. Nestereva, Ya.I. Torgovkin

Melnikov Permafrost Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia

DEVELOPMENT OF A MULTIPLAYER GEODATABASE FOR CREATING AN INTERACTIVE MAP USING JAVASCRIPT

Abstract. Geoinformation technologies are widely used in all spheres of human activity. In a short period, GIS technologies have proven themselves to be a necessary tool for compact data storage and rapid updating of information. In the presented work for the first time, a web GIS was developed for permafrost conditions on the territory of Yakutia using spatial data and sources (monographs and data of tables). Web GIS is a geoinformation system on the Internet, whose users can view, edit and analyze spatial data using conventional web browsers.

The objective of this work was to create a unified geocryological database of the Permafrost Institute for the territory of Yakutia. The main tasks that were considered were: to develop the structure of the web GIS database; to determine the programs for working with the database; to assemble a database for the Permafrost Institute; to write code and create a website. The work presented a step-by-step making of a website using PostGIS for storing

НЕСТЕРЕВА Алена Семеновна – инженер, Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН. E-mail: xo.nestelena@gmail.com

NESTEREVA Alena Semenovna – Engineer, Melnikov Permafrost Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences. E-mail: xo.nestelena@gmail.com

ТОРГОВКИН Ярослав Ильич – к.г.н., зав.лабораторией, Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН. E-mail: jit57@mail.ru

TORGOVKIN Yaroslav Il'ich – Candidate of Geographical Sciences, Lab. manager, Melnikov Permafrost Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences. E-mail: jit57@mail.ru

vector data, program GeoServer using spatial reference data and WMS service, and also presents part of the website code in the JavaScript programming language using open source library the Leaflet and a set of tools the Bootstrap. The main results of the research are as follows: the development of the structure of the website with the creation of a spatial database, as well as the collection, systematization of cartographic, attributive, graphic, and textual information with the compilation of GIS with a complex of thematic layers with the attachment of databases on the example of Yakutia.

Keywords: geographic information systems, information systems, databases, geodatabases, web-GIS, PostGIS, GeoServer, WMS, JavaScript, Leaflet, Bootstrap.

Введение

В настоящее время геоинформационные технологии широко применяются во всех сферах человеческой деятельности. За небольшой период времени ГИС-технологии зарекомендовали себя как необходимый инструмент компактного хранения данных и оперативного обновления информации.

Географическая информационная система (ГИС) – программно-аппаратный комплекс способный хранить и использовать (показывать, анализировать, управлять) данные описывающие объекты в пространстве, управляемый специальным персоналом [1].

База геоданных является составляющей геоинформационной системы. Однако существуют варианты, при которых база геоданных является независимой информационной системой. При этом база геоданных также может соединяться с ГИС или любой информационной системой (ИС). Базы геоданных в зависимости от метода соединения с ГИС или ИС делятся на три типа [2]. Базы геоданных могут быть внутренними, то есть являться подсистемой информационной системы (включая ГИС), либо автономными (внешними) по отношению к другой информационной системе.

Для удобства пользования был выбран вариант веб-ГИС – это геоинформационная система в Интернет сети, пользователи которой могут просматривать, редактировать и анализировать пространственные данные с помощью обычных веб-браузеров.

В веб-ГИС могут быть реализованы практически любые функции, доступные в настольной ГИС: навигация по карте, редактирование данных, пространственный анализ, поиск, геокодирование и многое другое.

Для работы в веб-ГИС пользователю не требуется специализированное программное обеспечение или квалификация ГИС-специалиста. Достаточно наличия веб-браузера и подключения к Интернет.

Основными преимуществами от использования веб-ГИС перед настольными и мобильными ГИС являются:

- Повышение доступности пространственных данных благодаря возможности доступа с персональных компьютеров, ноутбуков, смартфонов и планшетов через веб-браузеры.
- Сокращение расходов на покупку настольных ГИС-приложений.
- Централизация хранения, обработки и доступа к данным [3].

Материалы и методы исследования

1. База геоданных PostGIS

Для хранения векторных данных была выбрана программа PostGIS [4] с системой управления базой данных PostgreSQL [5] и платформой для администрирования PgAdmin. На рисунке 1 представлена платформа PgAdmin с загруженными векторными слоями. В базу данных можно загрузить файлы в форматах: shp, kml и xls.

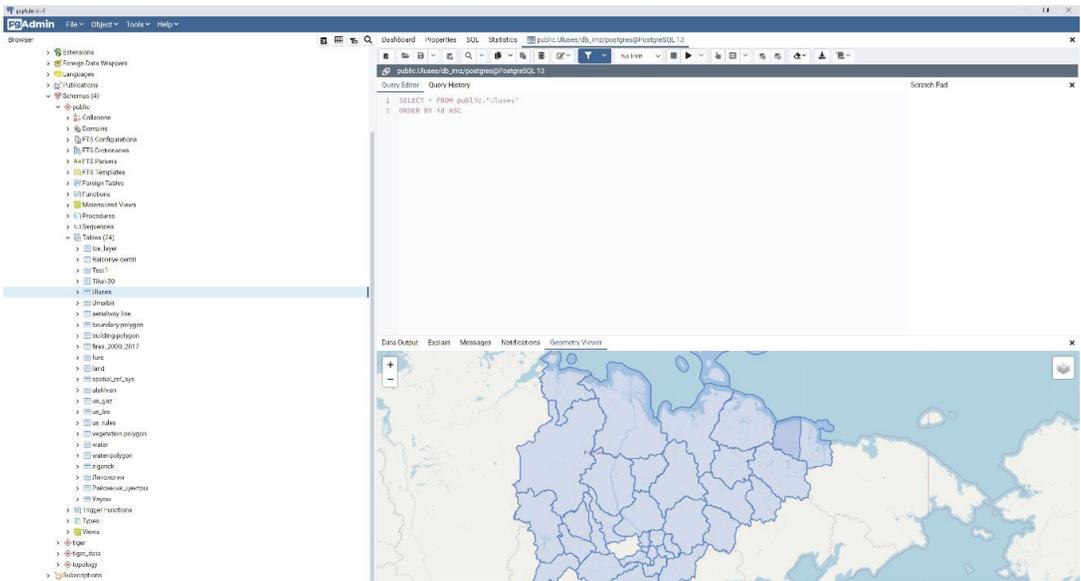


Рисунок 1 – База геоданных PostGIS

Существует два способа для загрузки данных в базу данных (БД), первый, это с помощью встроенной утилиты PostGIS. Для того, чтобы подключиться к БД нужно указать порт компьютера, также логин и пароль PostgreSQL (при установке вводится самостоятельно) (рис. 2). После подключения можно добавить векторные данные и указать систему координат.

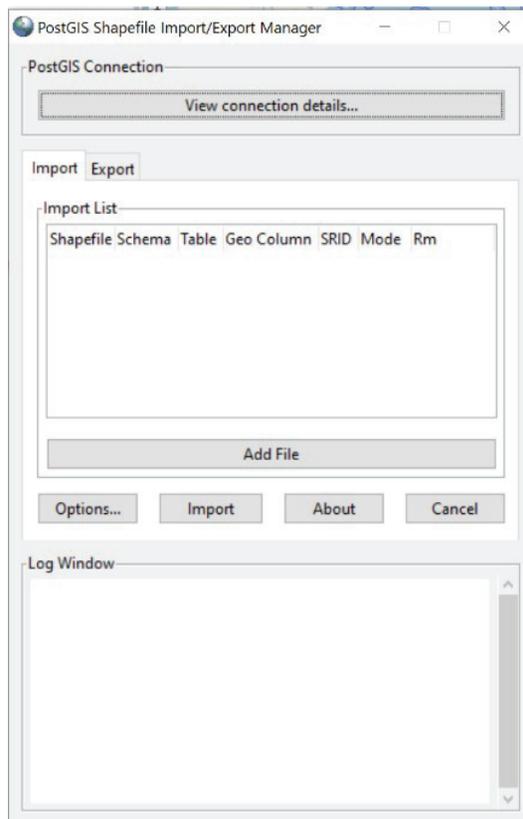


Рисунок 2 – Утилита PostGIS Shapefile Import/Export

Вторым способом для загрузки данных является программа QGIS [6] (географическая информационная система с открытым исходным кодом). В данной программе можно установить соединение с PostGIS и импортировать векторные слои в базу данных (рис. 3).

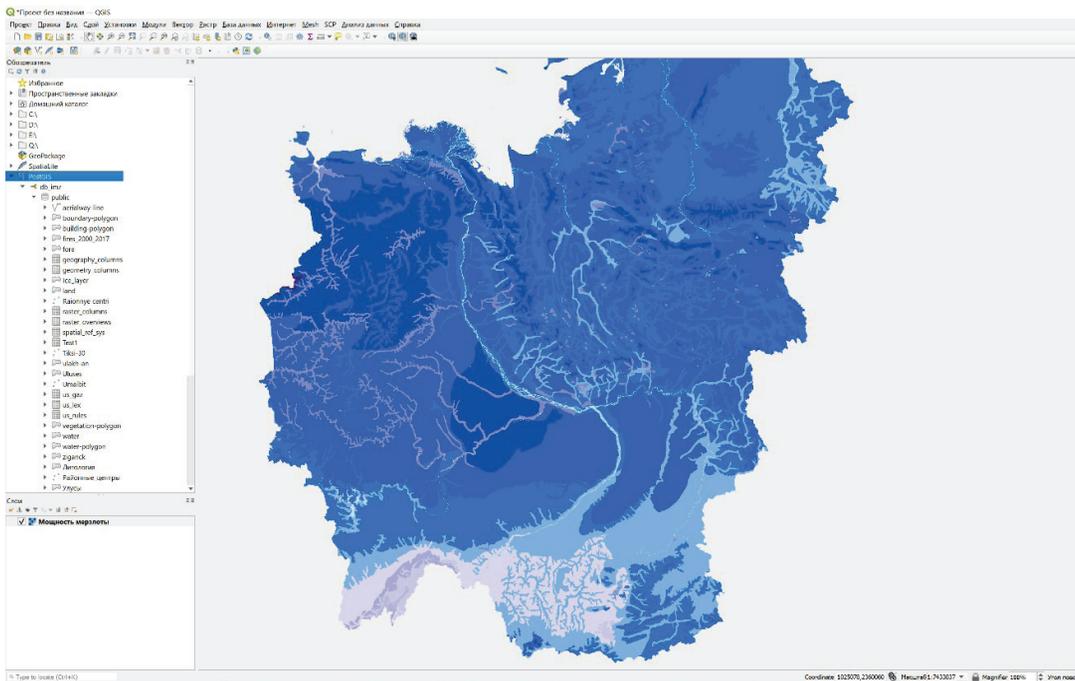


Рисунок 3 – QGIS с соединенной БД PostGIS

2. GeoServer

Для работы с пространственными данными была выбрана программа GeoServer – программное обеспечение с открытым исходным кодом, написанное на языке программирования Java, с возможностью администрирования и публикации геоданных на сервере [7].

Перед установкой программы GeoServer необходима установка языка программирования Java с официального сайта для успешного запуска [8].

GeoServer поддерживает сервис WMS (Web Map Service) – это стандартный протокол для обслуживания через интернет географически привязанных данных на основе базы геоданных. С этим сервисом может работать любое клиентское приложение [9].

На рис. 4 представлена вкладка «Хранилища» программы GeoServer. Для векторных данных устанавливается соединение с базой геоданных PostGIS, а для растровых данных выбирается GeoTIFF (растровые данные из стационарного компьютера).

После подключения к базе геоданных PostGIS можно опубликовать слой в GeoServer для этого выбирается вкладка «Слои», указывается название и подбирается система координат. Для слоев изначально выбирается система координат WGS 84 в программе ArcMap 10.1 или QGIS (рис. 5).

На рис. 6 представлен результат опубликованного слоя – изображение с геопривязкой.

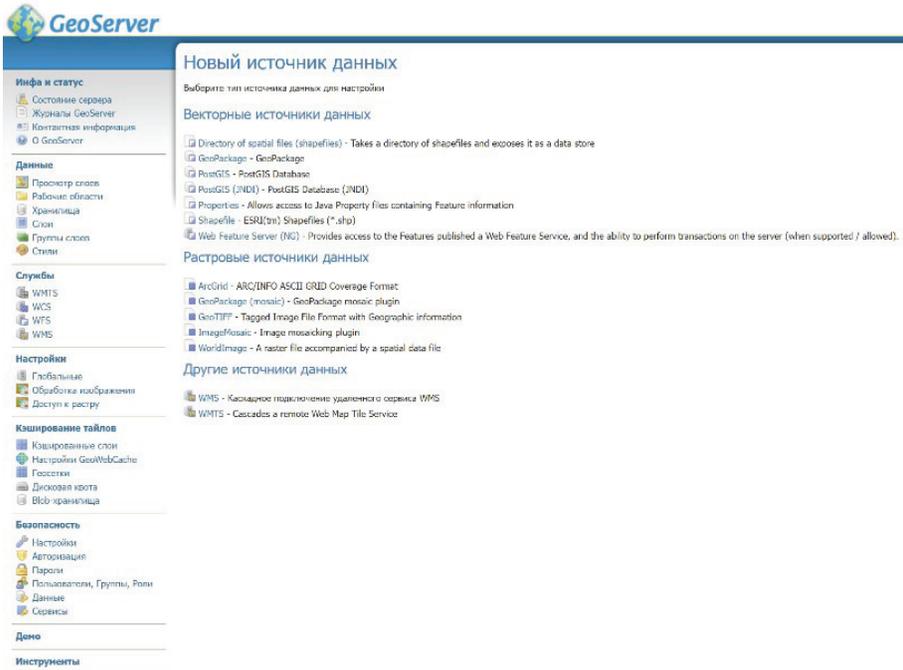


Рисунок 4 – GeoServer (хранилища)

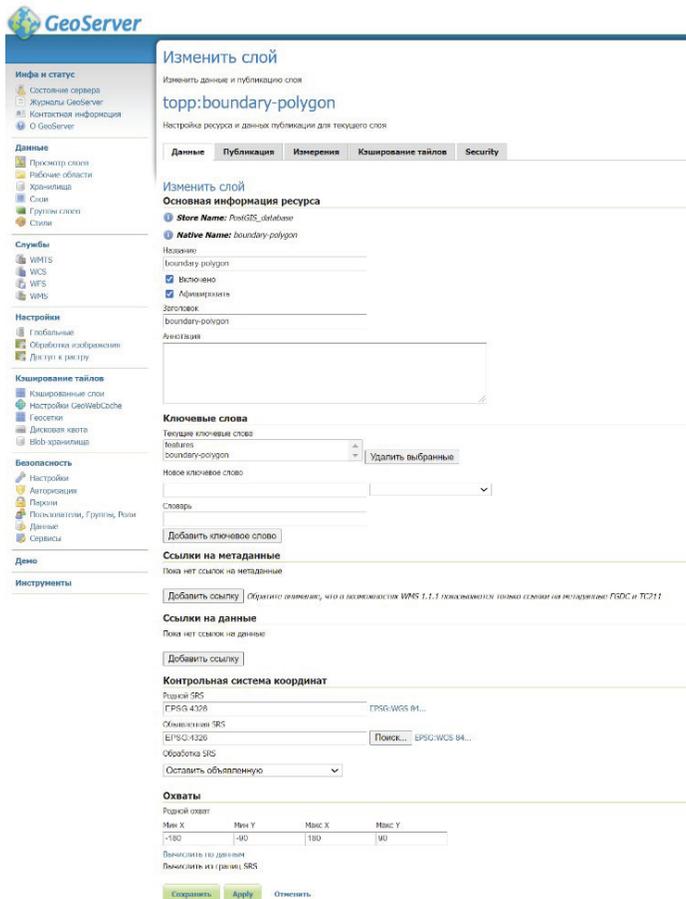


Рисунок 5 – GeoServer (добавление нового слоя)

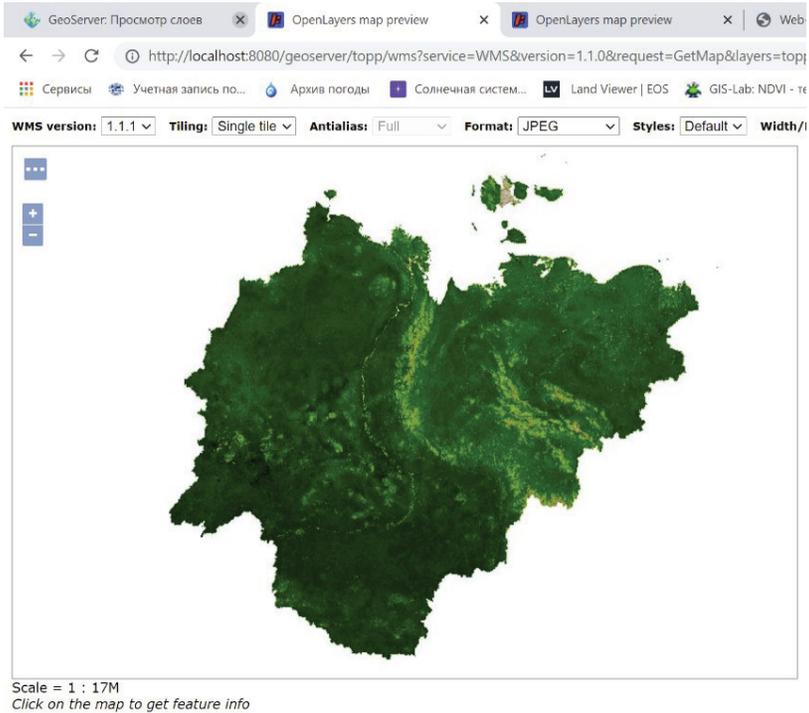


Рисунок 6 – Опубликованный слой (WMS)

3. Программирование сайта на языке JavaScript

Веб-сайт написан на языках программирования JavaScript [10] и HTML [11] в редакторе Visual Studio Code, для кода была использована библиотека с открытым исходным кодом Leaflet [12], а также, свободный набор инструментов для создания сайтов Bootstrap [13] (рис. 7).

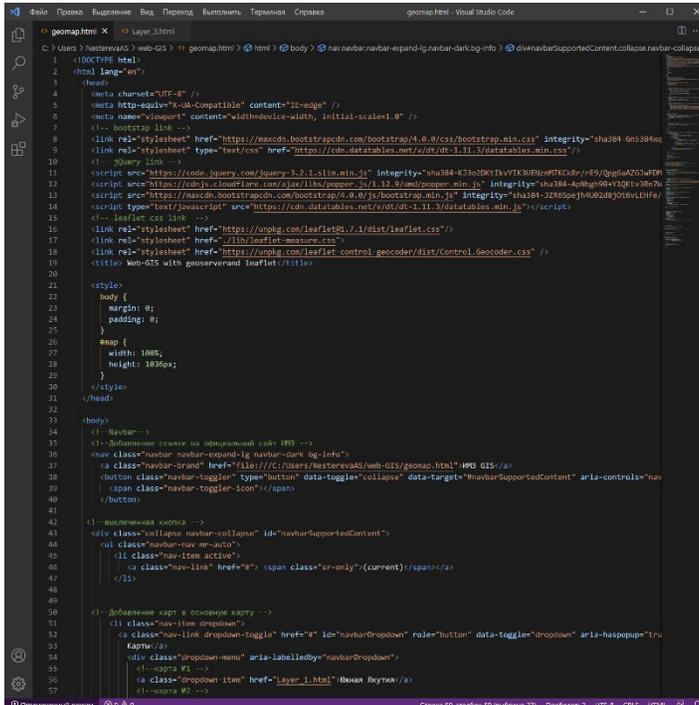


Рисунок 7 – Пример части кода веб-сайта

Результаты исследований

С применением вышеуказанных алгоритмов была разработана веб-сайт ИМЗ GIS, на которой представлены тематические карты (рис.8-13), геокриологические данные, литературные источники (монографии, статьи) и информация о сайте. Карты на сайте загружены в форматах shp, kml и GeoTIFF (на данный момент, загружены 6 карт).

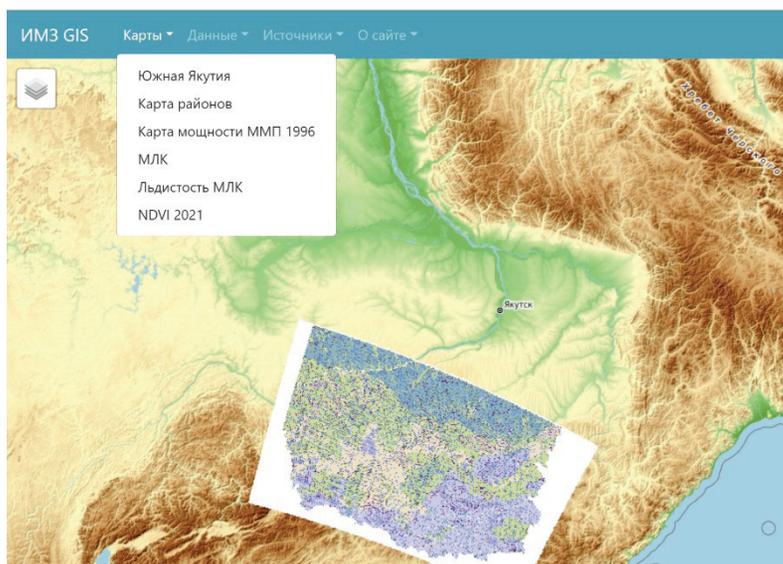


Рисунок 8 – Новая Геокриологическая карта Южной Якутии (2021)

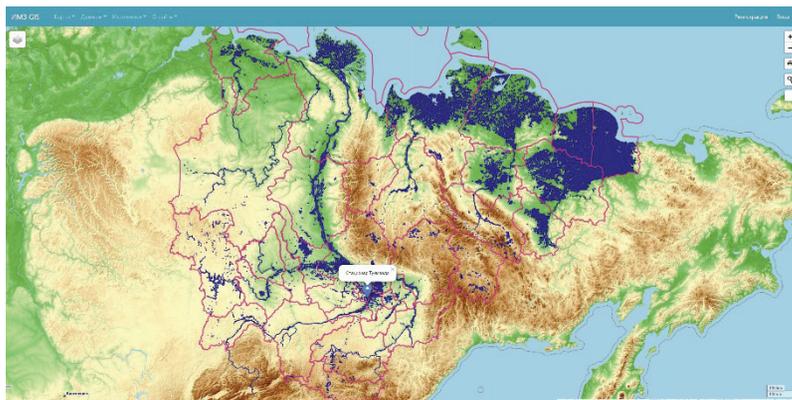


Рисунок 9 – Муниципальные районы РС (Я)

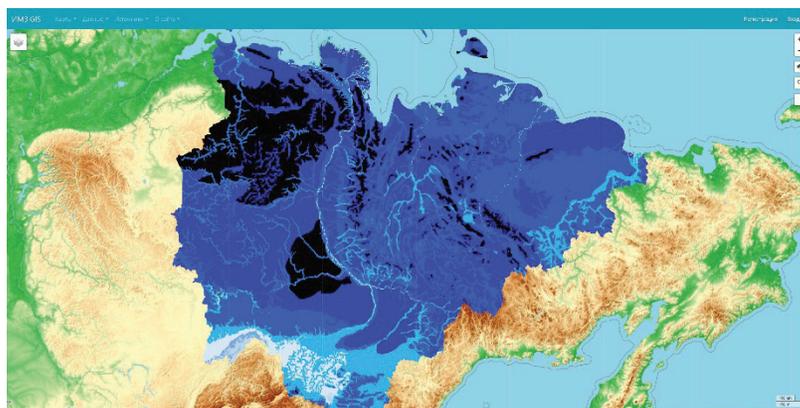


Рисунок 10 – Карта мощности ММП (1996)

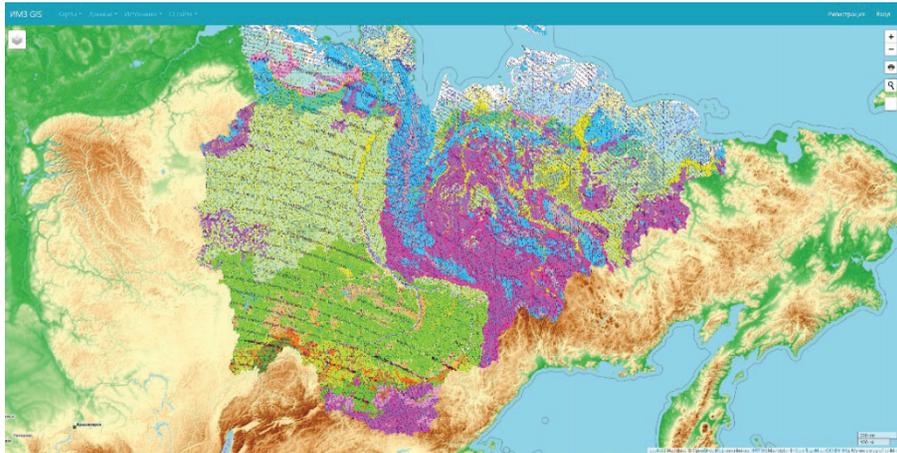


Рисунок 11 – Мерзлотно-ландшафтная карта РС (Я) (2018)

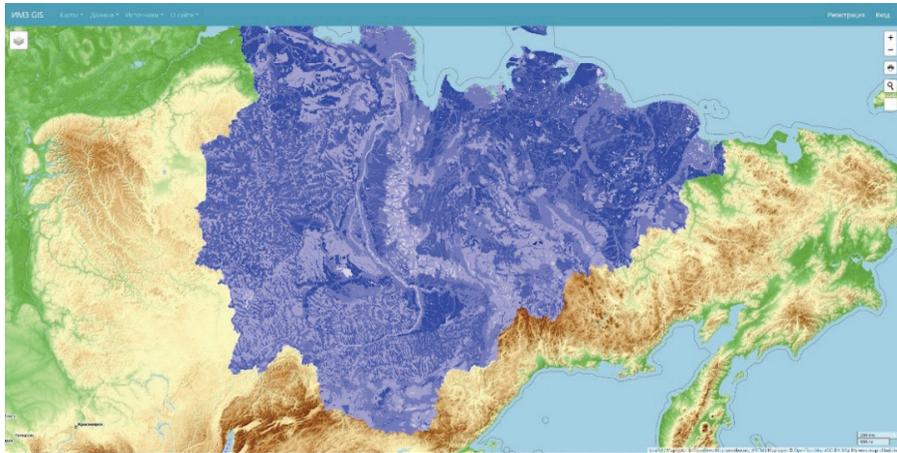


Рисунок 12 – Тематическая карта «Льдистость мерзлотных ландшафтов» (2018)

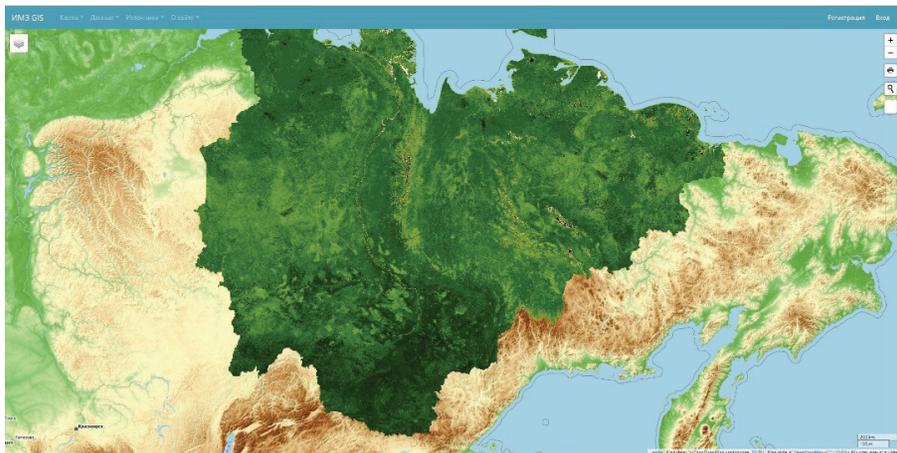


Рисунок 13 – Нормализованный относительный индекс растительности (NDVI), 2021

Геокриологические данные на сайте отображены в табличном виде (рис. 14), которые в будущем будут обновляться.

ИМЗ GIS Карты * Данные * Источники * О сайте * Регистрация Вход

Мониторинговые геотемпературные скважины

Мониторинговые геотемпературные скважины

Шкала 10 м Search:

Регион	Физико-географическая область	№ скважины	Период наблюдений, годы	Географические координаты	Абсолютная высота, м	Глубина скважины, м	Диапазон межгодовой изменчивости годовой температуры грунта на площадке СТС, град	Температура грунта в нижней части слоя годовых теплооборотов (глубина, м), град	Температура горных пород ниже слоя годовых теплооборотов (глубина, м), град	Измеренная глубина залегания нижней границы ММП, м	Среднее многолетнее значение мощности СТС, м	Состав грунта СТС	Состав грунта ММП (объемная льдистость в %)	Элемент мезорельефа	Растительный покров	Многолетний покров (мощность см)
Арктическая Якутия	Прибрежная часть Хараулакского хребта	Тикси-30	1992-2017, 2020-2021	71° 35' 12,66" с.ш. 128° 46' 37,38" в.д.	50	30	-8,9...-12,0	-10,7 (30)			1,2	Глибы, щебень, древес.	Аргиллиты трещиноватые и пыльные (мелче 5%)	Привершинная поверхность невысокой горной гряды	Горная ледниково-гляциальная гундра	Отсутствует
Восточная Якутия, Верхояны	Хребет Сунгар-Хапта	нет	2010-2021	63°03'44,3" с.ш. 138°49'28,0" в.д.	1103	190 (мониторинг на глубинах 1,5, 10 и 15 м)	-4,1...-5,6	-4,3 (15)	-4,04 (20 м); -3,84 (40 м); -3,53 (60 м); -3,16 (80 м); -2,70 (100 м)	190 м	около 2,3 м	Глинистый сланец, песчаник, алевролиты	менее 5%	Вытоловленный склон северной лапидной экспозиции	Кедровый стланик, Кусты ивы, карликовая береза, редкая лиственница, разнотравье	Разнотравье, поверхность не восстановилась после бурения: зона развития ягеля
Восточная Якутия, Верхояны	Хребет Сунгар-Хапта	нет	2012-2021	63°07'02,7" с.ш. 139°00'13,7" в.д.	916	5	-2,8...-5,1	-3,7 (5)	н/д	н/д	2,6	Песчаник, алевролиты, глинистый сланец	До 10%	Боковая морена	Редкая лиственница до 8-10 м, Брусничник	Ягель до 10 см
Восточная Якутия, Верхояны	Хребет Сунгар-Хапта	нет	2012-2021	63°07'01,5" с.ш. 138°08'46,4" в.д.	981	4	-1,7...-4,1	-4,6 (4)	н/д	н/д	0,9-1,1	Песчаник, алевролиты, глинистый сланец	До 30%	Колодальный склон	Редкая лиственница до 8-10 м, Брусничник	Мощный ягельно-моховый покров до 20 см
Северная Якутия	Прилесная часть Среднеибирского плоскогорья	Жиганск-15	2015-2021	66° 46' 50,74" с.ш. 123° 21' 55,12" в.д.	60	15	-2,2...-2,6	-2,1 (15)			1,0	Пески пылеватые	Пески, глины, выветрелые алевролиты (10%)	Вытоловленный участок дивизионной равнины	Специотравный лиственный лес кустарничково-	Зольные мхи (10 см)

Рисунок 14 – Таблица «Мониторинговые геотемпературные скважины»

Важной составляющей веб-сайта ИМЗ GIS является то, что помимо карт и геокриологических данных имеются литературные источники такие, как Мерзлотные ландшафты Якутии [Федоров, 1991]; Криолитозона северной части Лено-Амгинского междуречья [Соловьев, 1959]; Криогенные строение четвертичных отложений Лено-Алданской впадины [Иванов, 1984]; Льдистые породы и термоденудация в районе поселка Батагай [Куницкий и др., 2013]; Аласность Центральной Якутии [Босиков, 1978]; Южная Якутия [1975]; Вечная мерзлота зоны БАМ [Некрасов и др., 1978]; Геотемпературное поле и криолитозона и Дистанционные методы изучения криолитозоны [Железняк, 2005]. Все литературные источники представлены в формате pdf и доступны для скачивания и распечатки (данные были загружены в «Google Диск»).

На сайте для удобства в правом верхнем углу веб-страницы встроена функция поиска по названиям (рис. 15).

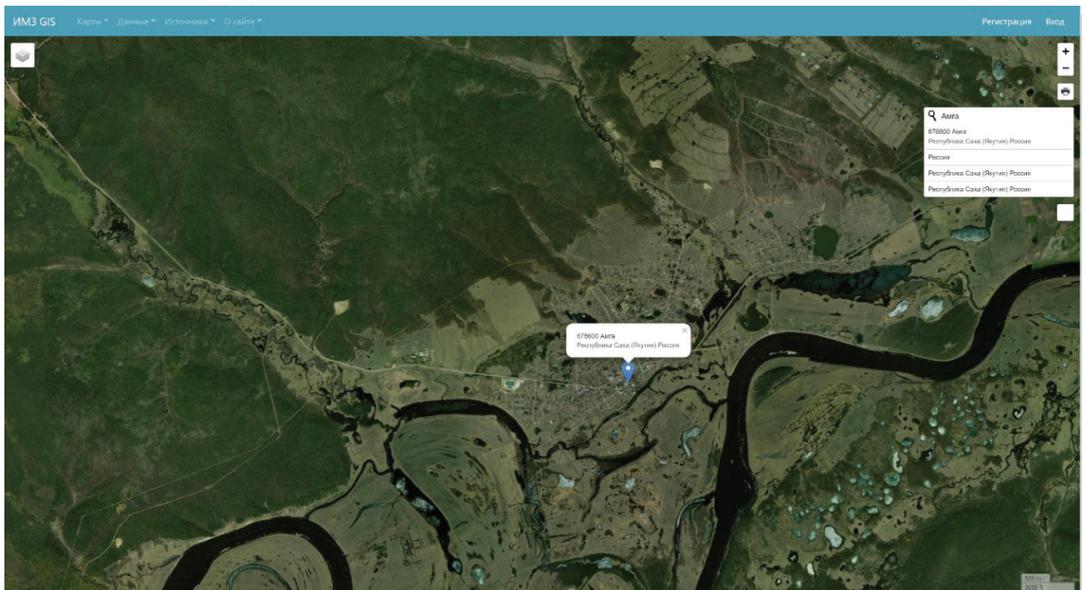


Рисунок 15 – Поисковая система в среде ИМЗ GIS

Также, в ГИС встроены инструменты «линейка», измеряющая длины в метрах и инструмент для измерения площади в квадратных метрах (рис. 16).

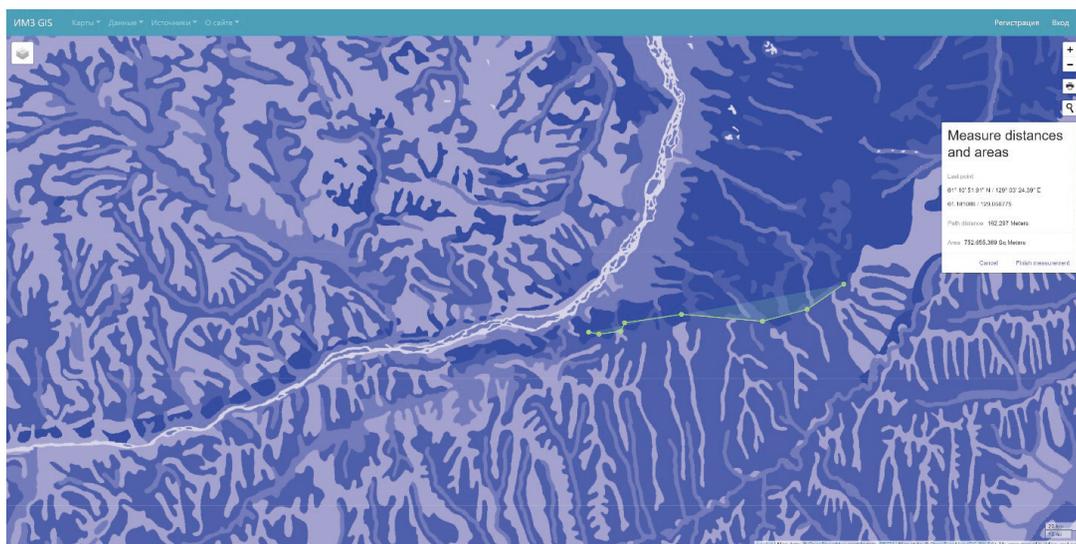


Рисунок 16 – Инструмент измерения длины и площади

Кроме того, пользователь имеет возможность распечатать или сохранить карту в формате pdf (рис. 17).

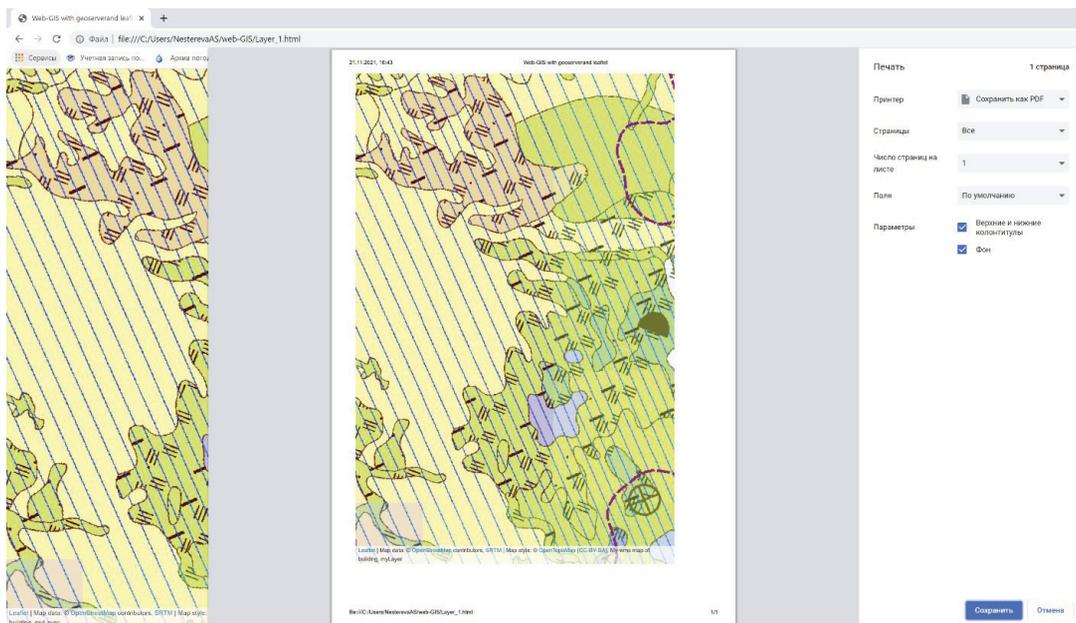


Рисунок 17 – Инструмент печать

Следует отметить, что веб-сайт будет закрытого типа, вход будет выполняться с помощью логина и пароля (рис. 18).

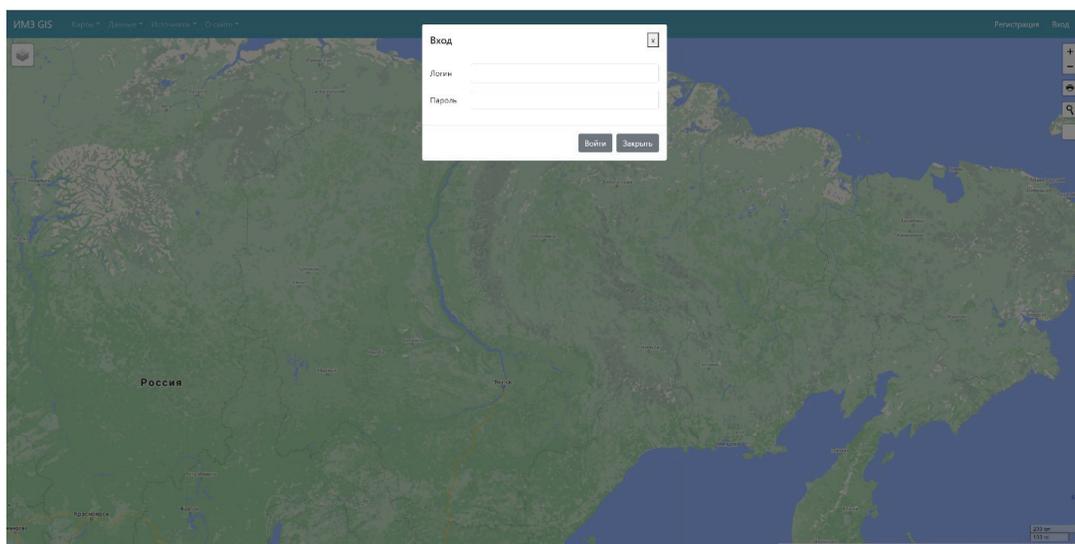


Рисунок 18 – Вход в IM3 GIS с помощью пароля и логина

Заключение

В работе приведен первый этап реализации веб-ГИС геоэкологических условий территории Якутии. Составленный ГИС проект представлен в виде веб-сайта с базой данных. Проект позволяет делать навигацию по карте, редактирование данных, пространственный анализ, поиск и геокодирование.

База данных может быть полезна для территориального планирования, проектирования зданий и сооружений, реализации промышленных проектов.

Веб-сайт является обновляемой рабочей и оперативной системой с пространственной справочной и аналитической геоэкологической информацией, необходимой для информационной поддержки принятия стратегических и оперативных решений по управлению природными ресурсами на территории РС (Я) за счет автоматизации обработки картографических данных на основе ГИС, систем обработки космических данных и применения оперативных данных с разных источников.

Литература

1. ДеМерс М.Н. Географические информационные системы. Основы. – М.: Дата+, 1999. – 491 с.
2. Иванников А.Д., Кулагин В.П., Тихонов А.Н., Цветков В.Я. Прикладная геоинформатика. – М.: МаксПресс, 2005. – 360 с.
3. Компания «Совзонд» – Разработка геоинформационных систем // (режим доступа: <https://sovzond.ru/services/gis/web/>) дата обращения: 20.10.2021.
4. PostGIS. Расширитель пространственной базы данных для объектно-реляционной базы данных PostgreSQL // (режим доступа: <https://postgis.net/install/>) дата обращения: 26.11.2021.
5. PostgreSQL. Объектно-реляционная база данных // (режим доступа: <https://www.postgresql.org/>) дата обращения: 26.11.2021.
6. QGIS. Свободная географическая информационная система с открытым кодом // (режим доступа: <https://www.qgis.org/ru/site/forusers/download.html>) дата обращения: 26.11.2021.
7. GeoServer. Сервер для обмена геоданными // (режим доступа: <http://geoserver.org>) дата обращения: 24.11.2021.
8. Java.com. Официальный сайт программного обеспечения для разработчиков Java // (режим доступа: <https://www.java.com/ru/>) дата обращения: 26.11.2021.
9. Landmap. Сервис загрузки пространственных данных Landmap Service // (режим доступа: <http://learningzone.rspoc.org.uk/index.php/Learning-Materials/Introduction-to-OGC-Standards/3.1-Web-Map-Services-WMS>) дата обращения: 26.11.2021.

10. Современный учебник JavaScript // (режим доступа: <https://learn.javascript.ru>) дата обращения: 27.09.2021.
11. Справочник по HTML // (режим доступа: <http://htmlbook.ru/html>) дата обращения: 15.10.2021.
12. Электронный ресурс: Leafletjs.com. Библиотека JavaScript с открытым исходным кодом для удобных для мобильных устройств интерактивных карт // (режим доступа: <https://leafletjs.com/>) дата обращения: 22.11.2021.
13. Bootstrap. Репозиторий Bootstrap // (режим доступа: <https://getbootstrap.com/>) дата обращения: 12.11.2021.

References

1. DeMers M.N. Geograficheskie informacionnye sistemy. Osnovy. – М.: Data+, 1999. – 491 s.
2. Ivannikov A.D., Kulagin V.P., Tihonov A.N., Cvetkov V.Ja. Prikladnaja geoinformatika. – М.: MaksPress, 2005. – 360 s.
3. Kompanija «Sovzond» – Razrabotka geoinformacionnyh sistem // (rezhim dostupa: <https://sovzond.ru/services/gis/web/>) data obrashhenija: 20.10.2021.
4. PostGIS. Rasshiritel' prostranstvennoj bazy dannyh dlja ob#ektno-reljacionnoj bazy dannyh PostgreSQL // (rezhim dostupa: <https://postgis.net/install/>) data obrashhenija: 26.11.2021.
5. PostgreSQL. Ob#ektno-reljacionnaja baza dannyh // (rezhim dostupa: <https://www.postgresql.org/>) data obrashhenija: 26.11.2021.
6. QGIS. Svobodnaja geograficheskaja informacionnaja sistema s otkryтым kodom // (rezhim dostupa: <https://www.qgis.org/ru/site/forusers/download.html>) data obrashhenija: 26.11.2021.
7. GeoServer. Server dlja obmena geodannymi // (rezhim dostupa: <http://geoserver.org>) data obrashhenija: 24.11.2021.
8. Java.com. Oficial'nyj sajt programmного obespechenija dlja razrabotchikov Java // (rezhim dostupa: <https://www.java.com/ru/>) data obrashhenija: 26.11.2021.
9. Landmap. Servis zagruzki prostranstvennyh dannyh Landmap Service // (rezhim dostupa: <http://learningzone.rspso.org.uk/index.php/Learning-Materials/Introduction-to-OGC-Standards/3.1-Web-Map-Services-WMS>) data obrashhenija: 26.11.2021.
10. Sovremennyj uchebnik JavaScript // (rezhim dostupa: <https://learn.javascript.ru>) data obrashhenija: 27.09.2021.
11. Spravochnik po HTML // (rezhim dostupa: <http://htmlbook.ru/html>) data obrashhenija: 15.10.2021.
12. Jelektronnyj resurs: Leafletjs.com. Biblioteka JavaScript s otkryтым ishodnym kodom dlja udobnyh dlja mobil'nyh ustrojstv interaktivnyh kart // (rezhim dostupa: <https://leafletjs.com/>) data obrashhenija: 22.11.2021.
13. Bootstrap. Repozitorij Bootstrap // (rezhim dostupa: <https://getbootstrap.com/>) data obrashhenija: 12.11.2021.