

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(Н И У « Б е л Г У »)

ФАКУЛЬТЕТ ГОРНОГО ДЕЛА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

КАФЕДРА ГЕОГРАФИИ, ГЕОЭКОЛОГИИ И
БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**КАЧЕСТВО И ПОЛНОТА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ OPEN
STREET MAP НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 05.03.03. Картография и
геоинформатика
очной формы обучения, группы 81001407
Сергиенко Давида Ивановича

Научный руководитель
к.г.н., ст. преп.
Родионова М.Е.

БЕЛГОРОД 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ OPEN STREET MAP НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	5
1.1. Характеристика Open Street Map	5
1.2. История сервиса Open Street Map	6
1.3. Лицензия Open Street Map, использование и выгрузка данных.	10
1.4. Редактирование данных в OpenStreetMap	11
ГЛАВА 2. СБОР СВЕДЕНИЙ О ПОЛНОТЕ И КОЛИЧЕСТВЕ ДАННЫХ ...	12
ГЛАВА 3. КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНЫХ РАЗЛИЧИЙ В КАЧЕСТВЕ ДАННЫХ ОСМ.....	22
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	47
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	49

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность: Россия, наравне с США, Великобританией и Францией обладает высокой востребованностью данных ОСМ [21]. Этим обусловлен интерес к качеству и полноте пространственных данных, предлагаемых ресурсом.

Географические данные (геоданные), в большинстве стран мира, включая Россию, не бесплатные и не свободные. Чаще всего разрабатывать карты регионов поручают различным государственным ведомствам, которые в свою очередь ещё и зарабатывают на продаже этих карт.

Open Street Map (OSM) – это свободный проект по совместному развитию общедоступных карт и схем городов, улиц, дорог с помощью ручного или автоматического ввода данных, а также получения данных с портативных GPS-приёмников [7].

Над наполнением ресурса пространственными данными работает сообщество пользователей из различных населенных пунктов мира, каждый из которых добавляет небольшой кусочек информации.

Данные ресурса используются для онлайн-просмотра карт или отображения карт без соединения с Интернетом, генерации графических изображений карт (пригодных для печати или размещения на сайте), для отображения текущего положения пользователя (на настольном компьютере), отображения улиц на переносном GPS-навигаторе (КПК и коммуникаторах, мобильных устройствах); существует ряд приложений использующие OSM-данные для маршрутизации, а также для геотегирования фотографий, «кризисного картографирования» («crisis mapping») и др. OSM-данные в работе своих сайтов и ресурсов используют Кембриджский и Оксфордский университеты, такие сервисы, как «Google» и «Yahoo», «Викимапия», «Википедия» и др.

Над созданием карты работает сообщество пользователей из различных населенных пунктов мира, каждый из которых добавляет небольшой кусочек информации.

Цель работы: Изучение региональных различий по качеству и полноте данных Open Street Map для территории субъектов Российской Федерации.

Объект исследования – пространственные данные с ресурса Open Street Map для территории России.

Предмет исследования – полнота и качество пространственных данных по субъектам Российской Федерации (РФ).

Основные задачи:

1. Изучить принципы организации сообщества Open Street Map, как источника картографической информации, технологию создания и распространения данных Open Street Map.
2. Сбор сведений о полноте и количестве данных.
3. Картографирование и анализ региональных различий в качестве данных OSM.

В работе использованы следующие методы:

- 1) статистические – осуществлен сбор статистических показателей OSM-данных на территорию РФ, проведен их статистический анализ;
- 2) гис-технологий – на основе статистических характеристик OSM-данных составлены карты их региональных различий;
- 3) картографический метод применялся для анализа различий качества и полноты OSM-данных по регионам РФ.

ГЛАВА 1. ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ OPEN STREET MAP НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

1.1. Характеристика Open Street Map

Open Street Map (Открытая карта улиц) – онлайн-карта мира, получивший свое распространение за счет бурного развития веб-картографии и концепции свободного программного обеспечения (opensource), включающей активное использование краудсорсинга [7].

Краудсорсинг – процесс создания чего-либо силами сообщества, члены которого мало связаны между собой. Каждый добавляет по кусочку и результаты, как правило, тоже являются достоянием общественности [13].

Проект «открытая карта улиц» представляет собой веб-сервис в стиле Wiki. Находится он по адресу www.openstreetmap.org. Каждый участник проекта, а это может быть любой желающий, добавляет свою собственную информацию или редактирует уже внесённую. Основной тип информации, который вносят участники – это данные треков, записанные при помощи GPS-приёмников или GPS-трекеров. Также для создания картографических объектов в OSM используются легальные космические спутниковые фотоснимки [11].

Компания «Yahoo!» предоставляет специально для OSM спутниковые фотоснимки низкого разрешения со своего геосервиса. Но сам сервис Open Street Map не демонстрирует никаких спутниковых карт. Проект Open Street Map предоставляет пользователям только векторные двухмерные карты без изолиний и отображения высот над уровнем моря [24].

Основные объекты Open Street Map – это дороги, начиная с автострад и заканчивая тропинками в парках. На картах OSM обозначаются здания, их типы, а также дополнительная информация: банкоматы, аптеки, остановки общественного транспорта и прочее [32].

В общем, карты Open Street Map – это типовая потребительская геоинформация, которая может понадобиться в повседневной жизни.

Сервис Open Street Map является глобальным. Его цель – сделать подробные карты всей поверхности земного шара [27]. Но в реальности, конечно же, наиболее точно, подробно и актуально представлена информация о крупных населённых пунктах, где, соответственно, имеются добровольцы [30].

1.2. История сервиса Open Street Map

Проект был вдохновлён успехом Википедии, в Open Street Map, как и в Википедии, есть кнопка «править» и хранится вся история правок [29].

Основан проект в Великобритании в июле 2004 года бывшим физиком и IT-консультантом Стивом Костом. Это произошло до появления Google Maps. Главная цель Open Street Map – получение бесплатной карты улиц и дорог всего мира. В 2004 году был зарегистрирован домен openstreetmap.org, и уже 25 декабря 2005 года был зарегистрирован 1 000-й участник. В январе 2006 был выпущен офлайновый редактор JOSM [14].

В мае 2006 года на острове Уайт состоялась первая встреча для картографирования. 31 августа 2006 был зарегистрирован 3 000-й участник. В январе 2007 года Кембридж стал первым полностью отрисованным городом. В апреле 2007 года Automotive Navigation Data (AND) пожертвовала проекту полный комплект дорожных данных для Нидерландов и данные дорог типа trunk для Индии и Китая и к июлю 2007 года, когда состоялась первая международная конференция OSM под названием The State of the Map, в проекте было 9 000 зарегистрированных участников [15].

Спонсорами мероприятия стали «Google», «Yahoo» и «Multimap». В августе 2007 года для создания базы данных аэроснимков, доступных по открытой лицензии, был запущен независимый проект Open Aerial Map. и в октябре 2007 Open Street Map завершил импорт комплекта данных о дорогах из US Census TIGER (топологически интегрированное географическое

кодирование и привязка) – это формат, используемый бюро переписи США для описания земельных атрибутов, таких как дороги, здания, реки и озера [18].

С октября 2007 года добавляются данные «MassGIS». Летом 2007 года Карлсруэ стал первым крупным полностью законченным городом в Германии.

В декабре 2007 года Оксфордский университет стал первой большой организацией, использующей данные Open Street Map на своём главном веб-сайте. 25 декабря 2007 года был зарегистрирован 20 000-й участник [3].

В январе 2008 была сделана функция загрузки картографических данных в GPS-устройство для использования велосипедистами. В феврале 2008 серия семинаров была проведена в Индии. 19 февраля 2008 года был зарегистрирован 25 000-й участник. 4 марта 2008 года создан форум для России, ставший самым популярным разделом форумов Open Street Map. С ноября 2008 года данные правительственного сайта Канады могут быть импортированы в проект. 17 марта 2009 года был зарегистрирован 100 000-й участник. 21 мая выпущен Potlatch 1.0. 3 июня 2009 года сайт стал доступен на нескольких языках [19].

В июне, во время протестов в Тегеране, Flickr добавил Open Street Map на сайт для геотегирования фотографий. С момента запуска в ноябре, компания Near Map сделала доступными по лицензии CC-BY-SA спутниковые снимки Австралии высокого разрешения [28].

В начале декабря 2009 года открыта бета-версия «Mapzen», нового онлайн-редактора карт для Open Street Map [11]. 3 декабря 2009 года компания СканЭкс, известная по сайту Космоснимки, разрешила сообществу участников Open Street Map использовать спутниковые снимки IRS для создания карт.

В начале января 2010 года был зарегистрирован 200 000 участник. В январе, когда случилось катастрофическое землетрясение на Гаити, тысячи участников бросились составлять карту Гаити и помечать разрушенные

здания. Это подняло популярность Open Street Map на новый уровень: был введён в широкое использование термин «crisis mapping», множество СМИ написало о проекте Open Street Map и о нём узнало много новых людей [18].

Для использования в Open Street Map свои спутниковые снимки предоставили «NOAA», «GeoEye», «DigitalGlobe», «ErosB», «CNES», «Spot Image», «JAXA/ALOS», «Google», «WorldBank», в навигаторах данные с картой Гаити стали использовать американские спасатели. 20 апреля количество участников превысило 250 тысяч. С 11 мая 2010 года все новые регистрирующиеся участники должны соглашаться с новыми условиями сотрудничества, подтверждая распространение их правок под новой лицензией ODbL [8].

В начале августа Поисковая система, разработанная международной корпорацией Microsoft «Bing», добавил слой Open Street Map. Летом во время пожаров в России участники вносили в базу данных сгоревшие леса. 11 сентября 2010 года количество участников проекта достигло 300 000. В начале октября компания «Spot Image» разрешила использовать покрытие Франции на 6 месяцев [10].

В конце октября Викимания добавила на свой сайт слой OSM. 22 ноября была создана миллиардная точка. 23 ноября «Microsoft Bing» объявил, что предоставит проекту спутниковые снимки Bing Maps [4]. 30 ноября было получено само разрешение. 29 ноября новая версия онлайн-редактора данных Potlatch 2 появилась на сайте.

К январю 2011 года в русской и английской Википедиях были проведены некоторые улучшения, связанные с Open Street Map, в частности, карта OSM теперь доступна в каждой статье русской Википедии [1], где есть координаты (для этого нужно нажать на ссылку «Показать географическую карту»).

В январе датская компания «Fugro» предоставляет подробные снимки всей Дании, а правительство Израиля предоставляет данные об административных границах [16]. 24 января количество участников OSM

достигло 350 000. 6 февраля состоялась программа об Open Street Map на радио Эхо Москвы. В феврале была опубликована статистика Open Street Map в России: количество участников только в России составляло 6 359 человек и каждый месяц к созданию карты только России присоединяются 500 человек – количество участников растёт быстрее, чем в целом в мире.

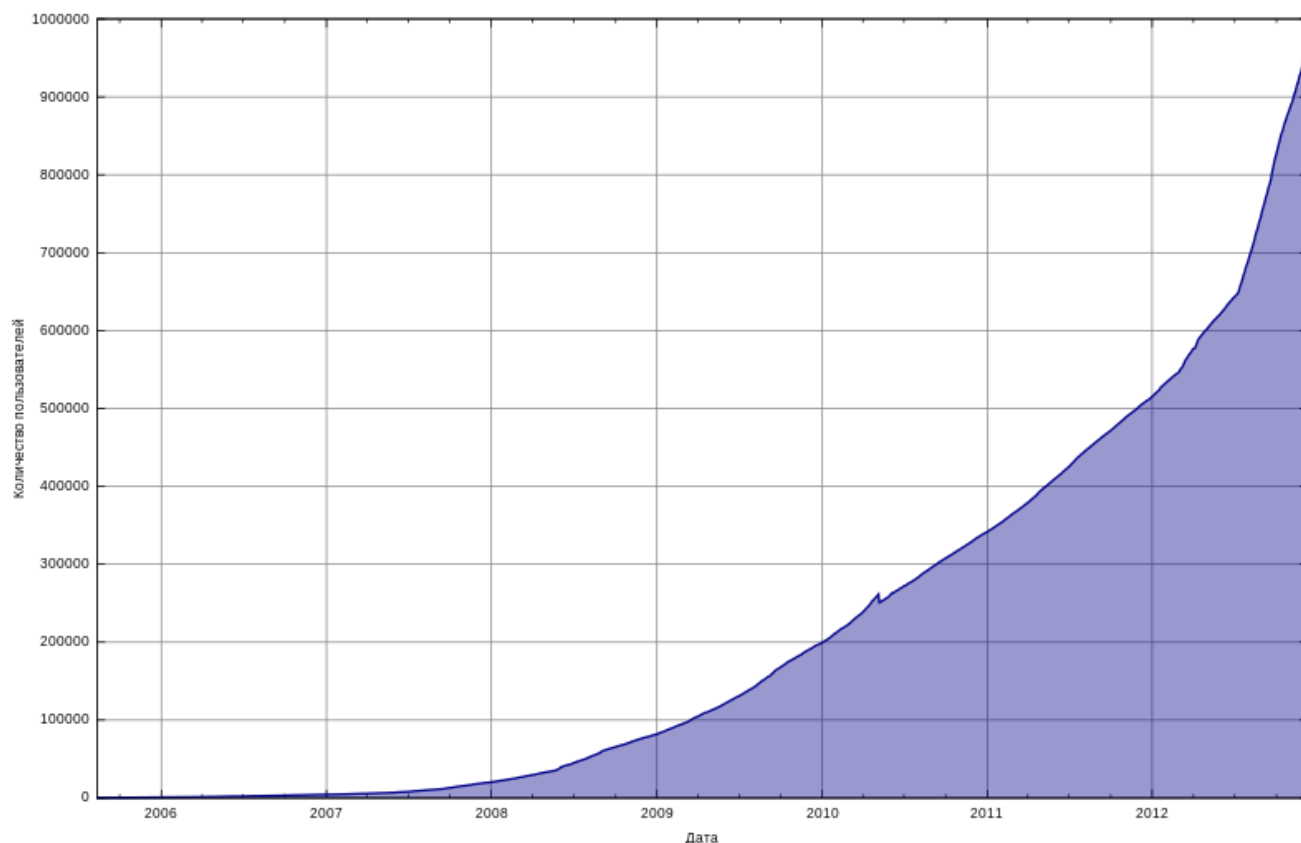


Рис.1.1. Количество пользователей в мире, зарегистрированных в Open Street Map

На Open Street Map начался импорт карты Грузии, созданной более, чем 500 волонтерами в рамках проекта Open Map Caucasus (OMC) от JumpStart International [21]. После того как произошли разрушительные землетрясение и цунами в Японии и огромное количество домов просто смыло, участники OSM вне Японии по полученным свежим спутниковым снимкам (DigitalGlobe, JAXA/ALOS, MapQuest Open Aerial и др.) стали отмечать последствия катастрофы, а сами японцы на местах – источники

воды, работающие магазины, телефоны и прочее [24]. В первой половине мая количество участников достигло 400 000 (рис.1.1).

1.3. Лицензия Open Street Map, использование и выгрузка данных

Open Street Map распространяются по лицензии Creative Commons Attribution – ShareAlike 2.0, подразумевающей свободное распространение, результаты любых изменений должны публиковаться под той же лицензией. Несмотря на название, в Open Street Map содержится и масса других данных, помимо уличной сети [9].

Просмотр карт Open Street Map может осуществляться непосредственно через браузер прямо с официального сайта в онлайн-режиме. Браузер работает с картой в режиме AJAX, подгружая нужные куски данных при масштабировании и перемещении карты.

С данными геосервиса могут работать и обычные программы. Это позволяет использовать сервис Open Street Map и в специальных программах на стационарном компьютере, а также на мобильных устройствах [12]. Примером такой специализированной программы для десктопа можно назвать «TangoGPS». Это навигационное лёгкое приложение для определения местоположения использует по умолчанию именно базу данных Open Street Map.

«TangoGPS» может использоваться как трекер для самой программы Open Street Map. Программа имеется в репозитории Ubuntu и может заинтересовать владельцев ноутбуков. В данной программе возможно кэширование данных [3]. То есть геоданные сохраняются на диске, а потом используются без повторного скачивания из Сети, что экономит трафик.

Карты Open Street Map можно скачать и в виде готовых файлов, сохранить на жёсткий диск или SD-карту, что позволяет работать с картой в офлайн-режиме, это актуально для экономии интернет-трафика [2].

Пример такого офлайн-мобильного приложения для платформы «Андроид» – MapDroyd. Это приложение после установки предложит скачать специальную версию карты OSM для нужного региона, и дальше программа будет работать уже с этой офлайн-картой.

Офлайн-версии Open Street Map хороши ещё и тем, что их можно конвертировать в другие форматы карт, которые используются в различных потребительских навигационных устройствах [22]. Например, конвертируются и выкладываются в свободный доступ карты OSM в формате навигаторов «Garmin».

Скачать готовые свежие карты, как Open Street Map, так и конвертированные в другие форматы, можно со специализированных wiki-страниц сообществ Open Street Map для той или иной страны.

1.4. Редактирование данных в Open Street Map

Редактирование в Open Street Map – это внесение изменений в данные карты, например, добавление новых дорог, магазинов и ресторанов или переименование существующих объектов. Существует два основных способа редактирования данных в OSM это онлайн редакция с помощью инструмента «Potlatch» построенного на базе «Flash» или оффлайн редакция с помощью JOSM (Java) или Merkaator(C++) [31].

JOSM/Merkaator устанавливается как отдельное приложение, может загружать существующие данные из Open Street Map и треки GPS [20], а так же создавать/редактировать данные по трекам или изображения.

Merkaator обладает несколько меньшими системными требованиями. Оба инструмента находятся в активной разработке [26]. Для того чтобы получить максимум функциональности от оффлайн редакторов все же необходимо подключение к интернету, для загрузки снимков и выгрузки данных обратно в OSM [7].

ГЛАВА 2. СБОР СВЕДЕНИЙ О ПОЛНОТЕ И КОЛИЧЕСТВЕ ДАННЫХ

Сведения о полноте и количестве данных были взяты с официальных сайтов [6]. Данные по количеству пользователей, активности и скорости обновлений данных были взяты с официального сайта «Статистика OSM по регионам России» [29], а данные о количестве узлов, количестве линий, количестве отношений, качестве данных, а так же дата первой правки были взяты с сайта «Карты OSM для СитиГИДа» [17].

Для создания карт были созданы таблица количественных данных в OSM по регионам России и таблица качества данных OSM по регионам России (табл. 1 и табл. 2).

Узел в Open Street Map – пара координат в системе широта/долгота. Он используется для построения других объектов и как объект сам по себе (например, точки интереса – POI), если он снабжен правильной атрибутикой.

Линия в OSM это – упорядоченный список точек, составляющих линию или полигон. С помощью линий описываются любые линейные и площадные объекты, такие как улицы, тропинки, строительные площадки, лестницы, здания и сооружения, границы парков и муниципальных районов и т.д. На территории России насчитывается 26062445 линий [5].

Отношения используются для указания географической взаимосвязи между различными объектами, когда они, к примеру, пересекаются или граничат друг с другом. Благодаря этому информацию, которая распространяется на всё отношение, можно хранить на одном уровне, нет необходимости дублировать ее для каждой точки или линии. В OSM на территории России насчитывается 739060 отношений.

Столбец «Первая известная правка» несет информацию о дате первой правки того или иного региона России. Первая правка в OSM России была сделана 2005.07.26.

Таблица 2.1

Количественные данные в Open Street Map по регионам России

Субъекты Российской Федерации	Количество пользователей (шт.)	Средняя скорость обновления (активность) тыс. в /день	Скорость (тыс. объектов/день)	Количество узлов (шт.)	Количество о линий (шт.)	Количество отношений (шт.)	Первая известная правка
1	2	3	4	5	6	7	8
Алтайский край	1234	669	1976	6810642	528071	4639	2008.01.10
Амурская область	567	348	274	941498	58261	1520	2008.03.11
Архангельская область	1140	2690	2254	8515580	486962	12338	2007.04.02
Астраханская область	581	50	303	1076008	88569	811	2007.08.29
Белгородская область	997	1544	1232	4017394	417006	10819	2008.04.28
Брянская область	930	714	681	2376098	217367	5374	2007-09-29
Владимирская область	1649	5695	1948	6797259	689247	21073	2007.08.26
Волгоградская область	1207	1836	1365	4763150	404876	3977	2007.10.28
Вологодская область	1170	3739	889	3687976	309033	7557	2005.11.15
Воронежская область	1418	3361	1571	5261296	532631	6487	2008.02.02
Еврейская автономная область	521	165	311	1065770	79552	1850	2008.02.01
Забайкальский край	532	200	655	2234339	187285	1627	2008.01.25
Ивановская область	906	1615	856	2905109	258457	4333	2008.01.25
Иркутская область	1249	3077	1180	4094320	325275	17964	2007.11.27
Кабардино-Балкарская Республика	846	1555	543	1922425	128769	3896	2007.10.31
Калининградская область	1305	2002	579	2138805	222585	4383	2007.01.06
Калужская область	1520	472	1150	4007038	353756	9949	2007.10.17

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Камчатский край	478	237	528	1883763	69367	4944	2008.01.19
Карачаево-Черкесская Республика	725	4561	910	3213645	208981	21241	2007.10.31
Кемеровская область	1254	5277	797	2706541	287614	4263	2007.11.26
Кировская область	942	2269	2762	9916710	566214	14426	2007.10.17
Костромская область	717	184	670	2383142	159220	3981	2007.10.16
Краснодарский край	4059	4783	3472	11972715	1771230	53971	2007.04.27
Крымск	101	10372	89	128515	24329	127	2007.11.05
Красноярский край	1559	3771	2180	7682358	495044	22512	2007.11.26
Курганская область	660	408	532	1822119	162576	2553	2007.12.20
Курская область	1005	925	1682	6131086	581342	11242	2007.04.04
Ленинградская область	5106	4707	3357	13545032	1525045	66886	2005.11.09
Липецкая область	939	1918	1133	3707508	357638	6233	2008.05.14
Магаданская область	277	1168	162	560002	25339	574	2008.04.20
Московская область	8836	11529	4858	16476951	2387889	91212	2007.07.08
Мурманская область	1119	126	954	4187052	206198	8056	2005.07.26
Ненецкий автономный округ	333	72	777	2610419	70865	2553	2008.09.27
Нижегородская область	1580	5457	1968	6723762	728979	30968	2007.10.17
Новгородская область	1066	1745	643	2684791	204003	7750	2005.11.16
Новосибирская область	1516	3205	2037	7204798	526521	8107	2007.10.20
Омская область	673	898	1587	5576163	384717	9387	2007.11.25
Оренбургская область	1013	6938	1144	3897842	407716	3783	2007.11.21
Орловская область	720	476	672	2351145	197769	4505	2007.10.22
Пензенская область	802	356	935	3178049	284752	14573	2008.01.07

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Пермский край	1478	455	2078	7288520	602969	8960	2007.10.17
Приморский край	1042	1497	1282	4206998	540134	4789	2008.01.21
Псковская область	1241	1694	969	3999855	354298	10442	2005.11.16
Республика Адыгея	912	164	627	1878024	292173	7759	2008.09.10
Республика Алтай	612	1828	490	1725879	84325	1352	2008.01.30
Республика Башкортостан	1950	7111	1709	5926231	506418	6479	2007.11.21
Республика Бурятия	703	769	445	1567988	103662	1831	2007.11.27
Республика Дагестан	745	1279	772	2841117	124844	6574	2007.08.29
Республика Ингушетия	445	1050	237	805822	82342	1364	2007.12.02
Республика Калмыкия	399	55	222	791570	62853	655	2007.08.29
Республика Карелия	1474	3588	2103	8802340	611318	58712	2005.11.15
Республика Коми	872	429	1189	3794396	273951	4375	2008.10.27
Республика Марий Эл	820	584	904	3087697	330991	18419	2007.10.17
Республика Мордовия	707	430	1051	3625623	289762	7465	2007.12.27
Республика Саха (Якутия)	879	3154	1873	6646981	256341	6801	2008.02.07
Республика Северная Осетия - Алания	514	1432	364	1273115	93646	1730	2007.12.02
Республика Татарстан	1620	3034	1479	5082221	534244	9283	2007.10.17
Республика Тыва	240	127	131	474005	19329	429	2007.11.27
Республика Хакасия	516	5746	303	976053	88215	1926	2008.07.26
Ростовская область	1959	3654	1522	5430311	612173	9272	2007.04.27
Рязанская область	984	925	1176	4104402	346043	6695	2007.10.28
Самарская область	1298	2867.214	1285.887	4413037	461267	14376	2007.10.17
Саратовская область	1070	3774	988	3382823	353776	7806	2007.10.28

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Сахалинская область	549	2254	1476	5196923	248183	5928	2008.02.05
Свердловская область	2444	1064	2320	8002332	723082	13926	2007.11.21
Смоленская область	1060	7053	1031	4083402	290003	12211	2006.07.22
Ставропольский край	1224	2044	1133.315	3750505	538629	4227	2007.10.31
Тамбовская область	684	2317	836	2837324	316906	11212	2007.11.04
Тверская область	1697	12606	1411	5891863	450821	11798	2005.11.16
Томская область	827	361	667	2319921	170901	3659	2007.12.19
Тульская область	1443	400	1028	3551537	347904	10642	2007.10.17
Тюменская область	702	1399	834	2913537	206840	8924	2007.12.04
Удмуртская Республика	1072	3059	1077	3628113	291933	4036	2008.03.24
Ульяновская область	755	928	939	3157565	395499	6279	2007.10.28
Хабаровский край	893	307	1612	5653591	294461	9471	2008.02.01
Ханты-Мансийский Автономный округ	1171	7173	3461	12273400	575193	23678	2008.01.08
Челябинская область	1915	7539	1764	5975776	693948	7415	2007.11.04
Чеченская Республика	464	1107	512	1825751	95681	4211	2007.12.02
Чувашская Республика	674	637	669	2263451	262032	17640	2007.10.17
Чукотский автономный округ	276	23	248	911450	28511	1107	2007.10.25
Ямало-Ненецкий автономный округ	718	581	690	2521396	90313	2272	2007.10.25
Ярославская область	1376	1647	1279	4467795	450087	10578	2007.08.26
Всего по России	95676	199259	97802	346509455	30417051	879152	2005.07.26

Среднее арифметическое количество пользователей в регионах России составляет 1166,78 человек; средняя активность – 2430 тыс. обновлений объектов в день; средняя арифметическая скорость обновлений – 1193 тыс. объектов в день; среднее количество узлов по регионам России составляет 4225725 шт.; линий – 370940 шт.; отношений – 10721 шт.

По данным таблицы был проведён корреляционный анализ. Корреляционный анализ – это популярный метод статистического исследования, который используется для выявления степени зависимости одного показателя от другого. Предназначение корреляционного анализа сводится к выявлению наличия зависимости между различными факторами. То есть, определяется, влияет ли уменьшение или увеличение одного показателя на изменение другого [23].

Корреляционный коэффициент по показателям количества пользователей и активности обновлений составил 0,5 – что является достаточно высоким признаком зависимости данных показателей. Коэффициент по количеству пользователей и количеству отношений составил 0,85, это значит, что данные этих показателей в большей степени влияют друг на друга. Корреляционный коэффициент таких показателей как количество линий и количество отношений составил 0,9. Таким образом, корреляционный анализ подтвердил нашу гипотезу, о том, что чем больше пользователей в регионе – тем выше активность обновления данных Open Street Map, а качество данных – выше.

Узел в Open Street Map – это пара координат в системе широта/долгота. Он используется для построения других объектов и как объект сам по себе, если он снабжен правильной атрибутикой.

Линия в OSM это – упорядоченный список точек, составляющих линию или полигон. С помощью линий описываются любые линейные и площадные объекты, такие как улицы, тропинки, строительные площадки, лестницы, здания и сооружения, границы парков и муниципальных районов и т.д. На территории России насчитывается 26062445 линий.

Таблица 2.1.

Качественные Данные Open Street Map по регионам России.

Субъект Российской Федерации	Всего адресов	Доля битых адресов, дома %	Доля улиц вне города %	Доля улиц вне региона %	Число рутинговых ребер	Число рутинговых подграфов	Число рутинговых подграфов tertiary	Тупики важных дорог	Дубликаты ребер	Города без населения	Дата	Рейтинг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Алтайский край	75957	3.1	13.3	4.1	110703	184	2	10	0	3	19.03.2018	F
Амурская обл.	5968	2.7	6.1	8.1	29937	24	9	0	0	1	19.03.2018	C
Архангельская обл.	42917	1	6.1	25	56520	224	62	1	0	2	19.03.2018	F
Астраханская обл.	7012	5.2	15	7.7	31759	20	1	4	0	1	19.03.2018	B
Белгородская обл.	55300	0.3	2.2	5.3	54692	62	1	0	0	2	19.03.2018	D
Брянская обл.	30253	1.5	6.8	4.4	48911	6	0	0	0	1	19.03.2018	B
Владимирская обл.	64864	1.7	5.2	12	87894	100	0	0	0	5	20.03.2018	D
Волгоградская обл.	44455	3	7.4	1.1	91953	93	1	0	0	3	20.03.2018	D
Вологодская обл.	24736	4.6	6.5	4.4	52775	42	17	4	0	2	20.03.2018	C
Воронежская обл.	89544	0.5	1.1	4.5	93947	23	0	0	0	1	20.03.2018	B
Еврейская автономная обл.	3978	2	2	1.3	6370	38	0	0	0	1	20.03.2018	B
Забайкальский край	12267	10.5	7.6	3	52086	43	10	1	0	1	20.03.2018	C
Ивановская обл.	28295	0.9	1.6	9.4	59864	35	0	0	0	2	19.03.2018	B
Иркутская обл.	44924	5	22	1	95430	217	13	11	0	3	19.03.2018	F
Кабардино-Балкарская Республика	14006	1.1	2.9	2.7	18086	10	0	3	0	1	19.03.2018	A
Калининградская обл.	22001	3.7	11.6	9	27819	50	4	8	0	1	19.03.2018	B
Калужская обл.	31093	2.7	4.7	14.1	69996	25	1	0	0	3	19.03.2018	B
Камчатский край	3657	6.7	16	5.4	9467	82	19	0	0	1	19.03.2018	F
Карачаево-Черкесская Республика	44612	0.7	5.2	4.6	27587	33	2	0	0	3	19.03.2018	B

Продолжение таблицы 2.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Кемеровская обл.	93929	2.7	5	3.2	83449	135	1	3	0	3	19.03.2018	E
Кировская обл.	40310	2.2	4.5	17.7	60794	136	9	1	0	2	19.03.2018	E
Костромская обл.	12714	1.7	3.4	9.5	37639	15	0	0	0	1	19.03.2018	B
Краснодарский край, Адыгея	614812	0.1	0.2	0.1	226437	301	0	6	0	5	19.03.2018	F
Красноярский край	66830	0.6	1.5	20.5	92962	209	7	4	0	3	19.03.2018	F
Курганская обл.	17723	1.8	8.4	6.02	43788	75	14	0	0	1	19.03.2018	D
Курская обл.	49579	0.7	1.9	7.7	65639	20	1	1	0	1	19.03.2018	B
Липецкая обл.	33916	1.65	5.20	3.82	61367	19	7	0	0	2	19.03.2018	C
Магаданская обл.	1640	9.02	11.32	2.64	6396	29	9	1	0	1	19.03.2018	C
Московская обл.	124398	7.35	12.68	3.15	240922	441	2	0	0	21	19.03.2018	F
Мурманская обл.	14225	3.30	5.83	5.29	16942	90	0	0	0	1	19.03.2018	D
Ненецкий АО	1866	0.59	3.37	2.81	2086	29	9	4	0	1	19.03.2018	C
Нижегородская обл.	199985	2.28	4.55	4.13	111120	96	0	0	0	3	19.03.2018	D
Новгородская обл.	16844	2.25	10.28	5.83	31605	21	2	0	0	1	19.03.2018	B
Новосибирская обл.	55792	2.83	9.89	5.63	80365	125	11	23	0	2	19.03.2018	E
Омская обл.	28125	0.43	6.15	1.07	76850	92	0	3	0	1	19.03.2018	D
Оренбургская обл.	82215	1.78	5.76	5.37	84825	59	0	1	0	2	19.03.2018	D
Орловская обл.	15778	1.99	8.94	20.22	40262	63	3	3	0	1	19.03.2018	D
Пензенская обл.	23704	0.79	2.20	2.37	35313	47	0	0	0	1	19.03.2018	B
Пермский край	93975	1.05	2.28	7.47	149475	97	3	0	0	5	19.03.2018	D
Приморский край	133845	4.89	2.28	7.39	92219	362	1	5	0	4	19.03.2018	F
Псковская обл.	27548	1.40	5.03	6.89	51235	14	0	0	0	2	19.03.2018	B
Республика Алтай	1402	2.85	7.51	2.55	12315	5	0	2	0	0	19.03.2018	B
Республика Башкортостан	68476	2.28	5.02	10.81	102480	162	4	5	0	4	19.03.2018	F
Республика Бурятия	4743	5.63	19.03	6.45	38780	153	2	3	0	1	19.03.2018	F
Республика Дагестан	19945	8.39	33.79	43.93	59353	96	0	0	0	4	19.03.2018	E

Продолжение таблицы 2.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Республика Ингушетия	2457	4.56	19.58	3.41	10071	3	4	0	0	1	19.03.2018	Е
Республика Калмыкия	1193	2.35	4.22	11.31	17789	24	0	0	0	1	19.03.2018	В
Республика Карелия	19140	2.87	17.19	8.17	38137	60	0	0	0	1	19.03.2018	Е
Республика Коми	24091	3.17	5.57	2.06	42684	82	5	4	0	2	19.03.2018	Д
Республика Крым	28765	29.53	13.56	1.49	77151	103	0	0	0	4	19.03.2018	Е
Республика Марий Эл	24077	1.26	11.63	7.10	28150	10	1	0	0	1	19.03.2018	В
Республика Мордовия	28904	1.38	10.55	17.59	44350	6	0	0	0	1	19.03.2018	В
Республика Саха (Якутия)	25447	2,81	15.00	26.36	35150	181	58	7	0	1	19.03.2018	Ф
Республика Северная Осетия	17936	2.31	17.95	12.21	29797	5	4	0	0	2	19.03.2018	Е
Республика Татарстан	105644	4.37	5.66	41.16	124408	64	10	2	0	4	19.03.2018	Д
Республика Тыва	2257	12.54	9.83	1.11	9431	18	2	1	0	1	19.03.2018	В
Республика Хакасия	16582	1.83	4.26	11.88	27816	104	2	2	0	1	19.03.2018	Е
Ростовская обл.	137960	1.47	5.63	1.28	153744	241	3	8	0	7	19.03.2018	Ф
Рязанская обл.	32931	3.57	6.65	4.32	38981	100	9	12	0	1	19.03.2018	Д
Самарская обл.	45892	0.84	12.57	29.32	75570	61	0	5	0	4	19.03.2018	Д
Санкт-Петербург и обл.	112763	2.62	10.09	2.15	203334	125	0	1	0	2	20.03.2018	Е
Саратовская обл.	42077	2.21	3.68	4.55	82276	195	3	0	0	3	19.03.2018	Ф
Сахалинская обл.	26328	3.11	5.85	51.50	19033	164	7	0	0	1	19.03.2018	Ф
Свердловская обл.	123225	2.01	4.20	1.80	143524	107	0	0	0	5	19.03.2018	Е
Смоленская обл.	85994	1.11	2.59	10.33	37705	22	0	1	0	1	19.03.2018	В
Ставропольский край	126979	0.96	8.67	7.64	98459	95	9	3	0	6	19.03.2018	Д

Продолжение таблицы 2.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тамбовская обл.	35129	4.02	8.79	18.00	44642	22	0	0	0	1	19.03.2018	В
Тверская обл.	68307	1.18	31.07	1.74	74403	52	3	15	0	1	20.03.2018	Е
Томская обл.	23292	4.55	12.88	5.32	36902	42	8	0	0	2	19.03.2018	С
Тульская обл.	30596	2.44	6.64	7.05	70620	48	1	0	0	4	19.03.2018	В
Тюменская обл.	42387	0.39	2.14	0.69	47597	33	0	1	0	2	20.03.2018	В
Удмуртская Республика	72063	1.75	5.90	5.56	65640	54	1	5	0	5	20.03.2018	Д
Ульяновская обл.	23737	0.82	6.35	6.91	55849	11	1	0	0	2	20.03.2018	В
Хабаровский край	42441	1.29	6.38	3.75	45177	195	7	1	0	2	19.03.2018	Ф
Ханты-Мансийский АО	61331	1.02	5.81	2.14	62254	57	0	0	0	4	19.03.2018	Д
Челябинская обл.	101684	11.43	9.39	4.85	111733	146	1	0	0	5	19.03.2018	Е
Чеченская Республика	1566	10.15	38.51	28.35	43200	36	0	0	0	2	19.03.2018	Е
Чувашская Республика	32411	1.85	3.98	20.23	56695	31	1	0	0	2	19.03.2018	В
Чукотский АО	337	13.06	16.22	40.54	1806	19	8	1	0	0	19.03.2018	Е
Ямало-Ненецкий АО	7312	7.67	6.60	0.50	13417	32	3	1	0	2	20.03.2018	В
Ярославская обл.	35212	1.37	3.00	9.19	57485	82	0	0	0	2	20.03.2018	Д
г. Москва	88957	1.99	7.64	1.85	79767	105	1	0	0	2	19.03.2018	Е

Отношения используются для указания географической взаимосвязи между различными объектами, когда они, к примеру, пересекаются или граничат друг с другом. Благодаря этому информацию, которая распространяется на всё отношение, можно хранить на одном уровне, нет необходимости дублировать ее для каждой точки или линии. В OSM на территории России насчитывается 739060 отношений.

Столбец «Первая известная правка» несет информацию о дате первой правки того или иного региона России. Первая правка в OSM России была сделана 2005.07.26.

В таблице 2 были представлены качественные данные. Для составления рейтинга необходимы следующие данные: Количество адресов по областям России, доля битых адресов дома %, доля улиц вне города в %, доля улиц вне региона %, число рутинговых ребер, число рутинговых подграфов, Число рутинговых подграфов tertiary, тупики важных дорог, дублиеры ребер, количество городов без населения в области [30].

Система рейтинга следующая: Каждой карте присваивается буквенная оценка качества: А, В, С, D, E, F, X (колонка "Рейтинг").

- «А» – Идеальный адресный реестр и дорожный граф. Минимальное количество ошибок по всем показателям. То к чему нужно стремиться.

- «В» – Целый адресный реестр и дорожный граф. Количественные критерии: до 15% не сопоставленных адресов, не более 50 изолятов в полном дорожном графе, не более 5 изолятов в основных (начиная с tertiary) дорогах, не более 10 тупиков магистралей.

- «В-» – Тоже, что и В, но с поиском только до улиц. В этот класс попадают карты, где адресов мало, меньше двух тысяч, либо много "неисправимых" ошибок (нумерация по территории, нерутинговые улицы).

- «С» – Кандидат в В. По сравнению с В, наличествуют изоляты в основных (начиная с tertiary) дорогах и тупики магистралей.

- «D» – Целый адресный реестр. Дорожный граф в неудовлетворительном состоянии (до 100 изолятов).
- «E», «F» – Многочисленные ошибки, как в адресном реестре, так и в дорожном графе.
- «X» – Критические ошибки, приводящие к неработоспособности или неприглядному виду карты: разрывы береговой линии, ("разлившееся" море), превышение допустимого количества рутинговых ребер [25].

Рейтинг России относится к удовлетворительному «B».

ГЛАВА 3. КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНЫХ РАЗЛИЧИЙ В КАЧЕСТВЕ ДАННЫХ OSM.

Для анализа и картографирования региональных различий в данных OSM использовалась статистика OSM по регионам Российской Федерации:

1. средней скорости обновления (активности), тыс. объектов/день;
2. уровню региона в рейтинге качества данных в OSM;
3. количеству линий в OSM, 100 тыс. шт;
4. количеству отношений в OSM, тыс. шт;
5. количеству пользователей;
6. полугодию, в котором создана первая правка в OSM;
7. скорости обновления, тыс. объектов/день.

По каждой из характеристик были созданы отдельные карты для территории РФ (рис.3.1. – 3.7)

Для анализа карты средней скорости обновления данных (рис. 3.1.) количественные значения были переведены в качественную характеристику: <1 – очень низкая активность; 1,0 – 1,9 – низкая активность; 2,0 – 2,9 – средняя активность; 3,0–3,9 – высокая активность; >3,9 – очень высокая активность.

Проанализировав полученную карту по средней скорости обновления (активности), тыс. объектов/день, можно прийти к выводу, что:

1) В Центральном федеральном округе очень высокой активностью в обновлении данных отличаются Смоленская (67), Тверская (69), Московская (77), Владимирская (33) области. Очень низкая активность по Брянской (32), Курской (46), Калужской (40), Орловской (57), Тульской (71), Рязанской (62) и Костромской (44) областям. Низкая активность наблюдается в Белгородской (31), Липецкой (48), Ярославской (76), Ивановской (37) областях. Средняя активность в Тамбовской (68) области. В Воронежской (36) области высокая активность.

Рис.3.1. Карта средней скорости обновления (активности), тыс. объектов/день

2) В Северо-Западном федеральном округе очень низкая активность отмечается в Республике Коми (11), Ненецком автономном округе (83) и Мурманской области (51). Низкая активность в Псковской (60), Новгородской (53) областях. Средняя активность обновления в Архангельской (29) и Калининградской (39) областях. Высокая активность наблюдается в Вологодской (35) области и в Республике Карелия (10). В Ленинградской области (47) и городе Санкт-Петербург отмечается очень высокая активность.

3) В Южном федеральном округе очень низкая скорость обновления данных отмечается в Республике Калмыкия (08), Астраханской области (30) и Республике Адыгея (01). В Волгоградской области (34) наблюдается низкая активность. В Ростовской области (61) отмечается высокая скорость обновления данных. В Краснодарском крае (23) очень высокая активность.

4) В Северо-Кавказском федеральном округе низкая активность обновления данных в Республиках: Дагестан (05), Ингушетия (06), Кабардино-Балкария (07), Северная Осетия (15) и Чеченской (20) республике. В Ставропольском крае (26) средняя активность. В республике Карачаево-Черкессия (09) очень высокая активность обновления.

5) В Приволжском федеральном округе очень низкая активность в Пензенской области (58), Республике Мордовия (13), Республике Мэрий Эл (12), Чувашской Республике (21), Ульяновской области (73) и в Пермском крае (59). Средняя активность отмечается в Кировской области (43), Республике Татарстан (16), Самарской области (63). В Саратовской области (64) и Удмуртской республике (18) высокая скорость обновления данных. Максимальные значения обновления объектов выделяются в Нижегородской области (52), Оренбургской области (56) и Республике Башкортостан (02).

6) В Уральском федеральном округе наименьшая скорость обновления данных в Курганской области (45) и Ямало-Ненецком автономном округе (89). Низкая скорость обновления объектов в Свердловской (66) и Тюменской (72) областях. Очень высокой активностью обновления объектов

отличается Челябинская область (74) и Ханты-Мансийский автономный округ (86).

7) В Сибирском федеральном округе наименьшая активность обновления объектов отмечается в Омской (55) и Томской (70) областях, Алтайском крае (22), Республике Тыва (17), Республике Бурятия (03), Забайкальском крае (75). В Республике Алтай (04), низкая скорость обновления данных. Высокая активность наблюдается в Новосибирской (54) и Иркутской (38) области, также в Красноярском крае (24). В Кемеровской области (42) и Республике Хакасия (19), очень высокая активность обновления объектов.

8) В Дальневосточном федеральном округе наименьшая активность обновления объектов отмечается в Хабаровском крае (27), Еврейской автономной области (79), Амурской области (28), Камчатском крае (41) и в Чукотском автономном округе (87). Низкой активностью отличились Приморский край (25) и Магаданская область (49). В Сахалинской области (65), средняя активность. Высокая активность обновления объектов в Республике (Саха) Якутия (14).

Для анализа карты уровней регионов в рейтинге качества данных Open Street Map (рис.3.2.), данные были объединены по качеству в 3 характеристики: А,В – высокий уровень, С, D – средний уровень, Е, F – низкий уровень. Из этого, следует, что:

1) В Центральном федеральном округе высокий уровень качества данных OSM отмечается в Смоленской (67), Брянской (32), Курской (46), Калужской (40), Тульской (71), Костромской (44), Липецкой (48), Ивановской (37), Тамбовской (68) и в Воронежской (36) областях. Во Владимирской (33) Орловской (57), Рязанской (62), Белгородской (31) областях, средний уровень качества данных. Низкий рейтинг в Тверской (69), Московской (77), Ярославской (76) областях.

Рис.3.2. Карта уровней регионов в рейтинге качества данных OSM

2) В Северо-Западном федеральном округе высоким уровнем качества пространственных данных отличились Псковская (60), Новгородская (53) и Калининградская (39) области. Средний уровень отмечается в Республике Коми (11), Ненецком автономном округе (83), Мурманской (51) и Вологодской (35) областях. Низкий уровень в Ленинградской области (47) и городе Санкт-Петербург, Архангельской (29) области и в Республике Карелия (10).

3) В Южном федеральном округе высокий уровень в рейтинге имеют Республика Калмыкия (08) и Астраханская область (30). Средний уровень отмечается в Волгоградской области (34). Низкий уровень в Республике Адыгея (01), Ростовской области (61) и Краснодарском крае (23).

4) В Северо-Кавказском федеральном округе высокий рейтинг имеет Республика Кабардино-Балкария (07) и Республика Карачаево-Черкессия (09). Средний уровень в Ставропольском крае (26).

Низкий уровень качества данных в Республиках: Дагестан (05), Ингушетия (06), Северная Осетия (15) и Чеченской (20) республике.

5) В Приволжском федеральном округе высокий уровень в Пензенской области (58), Республике Мордовия (13), Республике Мэрий Эл (12), Чувашской Республике (21), Ульяновской области (73). Средний уровень в Пермском крае (59), Республике Татарстан (16), Самарской области (63), Удмуртской республике (18), Нижегородской области (52) и Оренбургской области (56). Низкий уровень отмечается в Кировской области (43), в Саратовской области (64) и Республике Башкортостан (02).

6) В Уральском федеральном округе высокий рейтинг в наблюдается Ямало-Ненецком автономном округе (89) и Тюменской (72) области. Средний показатель рейтинга в Курганской области (45) и Ханты-Мансийском автономном округе (86). Низкий уровень в Свердловской (66) и Челябинской (74) области.

7) В Сибирском федеральном округе высокий показатель рейтинга в Республике Тыва (17) и Республике Алтай (04). Средний уровень в Омской (55) и Томской (70) областях, также в Забайкальском крае (75). Низкий

уровень отмечается в Алтайском крае (22), Республике Бурятия (03), Новосибирской области (54), Иркутской области (38), Красноярском крае (24), Кемеровской области (42) и Республике Хакасия (19).

8) В Дальневосточном федеральном округе высокий рейтинг в Еврейской автономной области (79). Средний уровень – в Амурской (28) и Магаданской областях (49). Низкий уровень качества данных в Хабаровском (27), Камчатском, Приморском (25) краях, (41), Чукотском автономном округе (87), Сахалинской области (65) и Республике (Саха) Якутия (14).

Как уже отмечалось, количество линий характеризует количество любых площадных и линейных объектов.

Для анализа карты количества линий в Open Street Map (рис.3.3), количественные значения были переведены в качественную характеристику: <1,5 – минимальное количество линий, 1,5 – 2,9 – малое количество линий, 3,0 – 4,4 – среднее количество линий, 4,5 – 5,9 – большое количество линий, >5,9 – максимальное количество линий.

Проанализировав данную карту, можно прийти к следующим выводам:

1) В Центральном федеральном округе, малое количество линий отмечается в Смоленской (67), Брянской (32), Костромской (44), Ивановской (37) и Орловской (57) областях. Среднее количество в Калужской (40), Тульской (71), Рязанской (62), Липецкой (48), Тамбовской (68) и Белгородской (31) областях. Большое количество линий в Курской (46), Воронежской (36), Ярославской (76), Тверской (69) областях. Максимальное количество линий имеют Московская (77) и Владимирская (33) области.

2) В Северо-Западном федеральном округе минимальным количеством линий отмечен Ненецкий автономный округ (83). Малое количество линий имеют Республика Коми (11), Новгородская область (53), Калининградская область (39). Среднее количество отмечено в Мурманской (51), Вологодской (35) и Псковской (60) областях. Большое количество линий имеет Архангельская область (29). Максимальное количество линий имеет Республика Карелия (10) и Ленинградская область (47).

Рис.3.3. Карта количества линий в OSM, 100 тыс. шт.

3) В Южном федеральном округе минимальным количеством линий отличились Республика Калмыкия (08), Астраханская область (30). Малое количество в Республике Адыгея (01). Среднее количество имеет Волгоградская область (34). Максимальное количество в Ростовской области (61) и Краснодарском крае (23).

4) В Северо-Кавказском федеральном округе минимальное количество линий имеют Республики: Кабардино-Балкария (07), Дагестан (05), Ингушетия (06), Северная Осетия (15) и Чеченская (20) Республика. Малое количество имеет Республика Карачаево-Черкессия (09). Большое количество линий в Ставропольском крае (26).

5) В Приволжском федеральном округе малое количество линий имеют Республика Мордовия (13), Пензенская область (58), Чувашская Республика (21) и Удмуртская Республика (18). Среднее количество в Республике Мэрий Эл (12), Ульяновской области (73), Саратовской области (64) и Оренбургской области (56). Большое количество линий отмечено в Кировской области (43), Республике Татарстан (16), Республике Башкортостан (02) и Самарской области (63). Максимальное количество в Нижегородской области (52) и Пермском крае (59).

6) В Уральском федеральном округе минимальное количество линий отмечено в Ямало-Ненецком автономном округе (89). Малое количество в Курганской (45) и Тюменской (72) областях. Большим количеством линий отличился Ханты-Мансийский автономный округ (86). Максимальными значениями отличились Свердловская область (66) и Челябинская область (74).

7) В Сибирском федеральном округе минимальные показатели в Республике Алтай (04), Республике Хакасия (19), Республике Тыва (17), Республике Бурятия (03). Малое количество линий в Томской (70) и Кемеровской (42) областях также в Забайкальском крае (75). Среднее количество линий в Омской (55) и Иркутской (38) областях. Большое количество имеет Новосибирская область (54), Алтайский край (22), Красноярский край (24).

8) В Дальневосточном федеральном округе минимальное значение получили Амурская область (28), Еврейская автономная область (79), Магаданская область (49), Камчатский край (41), Чукотский автономный округ (87). Малое количество линий в Республике (Саха) Якутия (14), Хабаровском крае (27) и Сахалинской области (65). Большим количеством линий отличился Пермский край (25).

Количество отношений характеризует взаимосвязь между различными объектами.

Для анализа карты количества отношений OSM-данных (рис.3.4.) количественные значения так же были переведены в качественную характеристику, из чего вышло: <4,0 – очень низкое количество отношений, 4,1 – 7,9 – низкое количество отношений, 8,0 – 11,9 – удовлетворительное количество отношений, 12,0 – 15,9 – оптимальное количество отношений, >15,9 – максимальное количество отношений.

Проанализировав данную карту, можно прийти к выводу что:

1) В Центральном федеральном округе очень низкое количество отношений в Костромской (44) области. Низкое количество отношений имеют Брянская (32), Ивановская (37), Орловская (57), Рязанская (62), Липецкая (48) и Воронежская (36) области. удовлетворительное количество отмечается в Калужской (40), Тульской (71), Тамбовской (68), Белгородской (31) Курской (46), Ярославской (76) и Тверской (69) областях. Оптимальное количество отношений отмечается в Смоленской (67) области. Максимальное – в Московской (77) и Владимирской (33) области.

2) В Северо-Западном федеральном округе очень низкое количество отношений имеет Ненецкий автономный округ (83). Низкое количество отношений в Республике Коми (11), Новгородской (53) и Вологодской (35) областях. Удовлетворительное количество отношений имеют Калининградская (39) Мурманская (51) и Псковская (60) области. Оптимальное количество отношений отмечается в Архангельской области (29). Максимальное количество отношений имеют Республика Карелия (10) и Ленинградская область (47).

Рис.3.4. Карта количества отношений в OSM данных, тыс. шт.

3) В Южном федеральном округе очень низкое количество отношений отмечается в Республике Калмыкия (08), Астраханской (30) и Волгоградской (34) областях. Низкое количество отношений в Республике Адыгея (01). Удовлетворительное количество в Ростовской области (61). Максимальное количество отношений имеет Краснодарский край (23).

4) В Северо-Кавказском федеральном округе очень низкое количество отношений в республиках Кабардино-Балкария (07), Северная Осетия (15). Низкое количество отношений в Республиках Дагестан (05), Ингушетия (06) и Чеченской (20) республике так же в Ставропольском крае (26). Максимальное количество отношений Республика Карачаево-Черкессия (09).

5) В Приволжском федеральном округе очень низкое количество отношений имеет Оренбургская область (56). Низкое количество отношений в Республике Мордовия (13), Ульяновской области (73), Саратовской области (64), Республике Башкортостан (02), Удмуртской Республике (18). Удовлетворительное количество отношения в Республике Татарстан (16) и Пермском крае (59).

Оптимальное количество отношений отмечается в Пензенской (58), Кировской (43), Самарской (63) областях. Максимальным количеством отношений отличились Чувашская Республика (21), Республике Мэрий Эл (12), Нижегородская область (52).

6) В Уральском федеральном округе очень низкое количество отношений в Ямало-Ненецком автономном округе (89) и Курганской (45) области. Низкое количество отношений имеет Челябинская область (74). Удовлетворительное количество в Тюменской (72) области. Оптимальное количество отношений отмечается в Свердловской области (66). Максимальным количеством отношений отличился Ханты-Мансийский автономный округ (86).

7) В Сибирском федеральном округе очень низкое количество отношений в Республике Алтай (04), Республике Хакасия (19), Республике Тыва (17), Республике Бурятия (03). Томской (70) области, Забайкальском

крае (75). Низкое количество отношений имеет Кемеровская (42) область Алтайский край (22). Удовлетворительное количество в Омской (55) и Новосибирской области (54). Максимальное наблюдается в Иркутской (38) области и Красноярском крае (24).

8) В Дальневосточном федеральном округе очень низкое количество отношений имеют Амурская область (28), Еврейская автономная область (79), Магаданская область (49), Чукотский автономный округ (87). Низкое количество отношений отмечается в Камчатском крае (41) в Республике (Саха) Якутия (14), Сахалинской области (65) и Пермском крае (25). В Хабаровском крае (27) отмечается удовлетворительное количество отношений.

Для анализа карты количества пользователей OSM-данных (рис.3.6.) количественные значения были переведены в качественную характеристику. Для этого была изучена частота распределения пользователей по категориям (рис. 3.5.): <501 – количество пользователей ниже среднего, 501 – 1000 – среднее количество пользователей, 1001 – 1500 – количество пользователей выше среднего, 1501 – 2000 – высокое количество пользователей, >2000 – максимум пользователей.

Рис.3.5. Частота распределения пользователей по категориям

Рис.3.6. Карта количества пользователей OSM-данных

1) В Центральном федеральном округе среднее количество пользователей в Костромской (44), Брянской (32), Ивановской (37), Орловской (57), Рязанской (62), Липецкой (48) Тамбовской (68), Белгородской (31) областях.

Количество пользователей выше среднего отмечается в Воронежской (36), Тульской (71), Курской (46), Ярославской (76), Смоленской (67) областях. Много пользователей в Калужской (40), Тверской (69) и Владимирской (33) областях. В Московской (77) области наблюдается максимальное количество пользователей.

2) В Северо-Западном федеральном округе количество пользователей ниже среднего в Ненецком автономном округе (83). Среднее количество пользователей в Республике Коми (11). Количество пользователей выше среднего отмечается в Новгородской, (53), Вологодской (35), Калининградской (39), Мурманской (51), Псковской (60), Архангельской областях (29) и Республика Карелия (10). Максимальное количество пользователей в Ленинградской области (47).

3) В Южном федеральном округе количество пользователей ниже среднего в Республике Калмыкия (08). Среднее количество в Астраханской области (30) и Республике Адыгея (01). Количество пользователей выше среднего отмечается в Волгоградской области (34). Высокое количество пользователей OSM в Ростовской области (61). Максимальное количество в Краснодарском крае (23).

4) В Северо-Кавказском федеральном округе в Чеченской (20) Республике и Республике Ингушетия (06) количество пользователей OSM ниже среднего. Среднее количество пользователей в Республиках Кабардино-Балкария (07), Северная Осетия (15), Дагестан (05), Карачаево-Черкессия (09). Количество пользователей выше среднего в Ставропольском крае (26).

5) В Приволжском федеральном округе Количество пользователей ниже среднего в Республике Мордовия (13), Ульяновской области (73),

Пензенской области (58), Кировской области (43), Чувашской Республике (21), Республике Мэрий Эл (12). Выше среднего количество пользователей имеют Оренбургская область (56), Саратовская область (64), Удмуртская Республика (18), Пермский край (59) и Самарская область (63). Высокое количество пользователей OSM в Республике Башкортостан (02), Республике Татарстан (16) и Нижегородской области (52).

6) В Уральском федеральном округе количество пользователей ниже среднего в Ямало-Ненецком автономном округе (89), Курганской (45) и Тюменской (72) областях. Количество пользователей OSM выше среднего – в Ханты-Мансийском автономном округе (86). Высокое количество пользователей в Челябинской области (74). Свердловская область (66) имеет максимальное количество пользователей.

7) В Сибирском федеральном округе Количество пользователей ниже среднего в Республике Тыва (17). Среднее количество пользователей OSM наблюдается в Республике Алтай (04), Республике Хакасия (19), Республике Бурятия (03), Томской (70) области, Забайкальском крае (75) и в Омской (55) области. Выше среднего количество пользователей отмечается в Кемеровской (42) и Иркутской (38) областях так же в Алтайском крае (22). Высокое количество пользователей в Новосибирской области (54) и Красноярском крае (24).

8) В Дальневосточном федеральном округе Количество пользователей ниже среднего имеют Магаданская область (49), Чукотский автономный округ (87), Камчатский край (41). Среднее количество пользователей OSM в Амурской области (28), Еврейской автономной области (79), Республике (Саха) Якутия (14), Сахалинской области (65) и Хабаровском крае (27). Количество пользователей выше среднего отмечено в Пермском крае (25).

Рис.3.7. Карта полугодий, в которых создана первая правка в OSM

Анализируя карту полугодий, в которых создана первая правка (рис. 3.7.), можно прийти к выводу, что:

1) В Центральном федеральном округе:

Во втором полугодии 2005 года была сделана 1 правка в Тверской (69) области.

Во втором полугодии 2006 – в Смоленской (67) области.

В первом полугодии 2007 года первая правка была внесена только для Курской (46) области.

Во втором полугодии 2007 года, в Центральном федеральном округе, как и по всей Российской Федерации, создавалось больше всего первых правок. На этот период первые правки в ЦФО были созданы для Владимирской (33) , Брянской (32), Калужской (40), Костромской (44), Орловской (57), Рязанской (62), Тамбовской (68) Тульской (71), Ярославской (76) и Московской (77) областей.

Последними из областей ЦФО по созданию первой правки стали Белгородская (31), Воронежская (36), Ивановская (37) и Липецкая (48) области. Первые правки этих областей были созданы в первом полугодии 2008 года.

2) В Северо-Западном федеральном округе сконцентрировано большее количество областей по России с самой ранней датой первой правки, приходившейся на второе полугодие 2005 года. Именно в этот срок первые правки были созданы для Республики Карелии (10), Вологодской (35) Ленинградской (47), Мурманской (51), Новгородской (53) и Псковской (60) областей Северо-Западного федерального округа.

На 2006 год не приходится ни одной новой правки по данному федеральному округу, зато в первом полугодии 2007 года первые правки были созданы для Архангельской (29) и Калининградской области (39).

На второе полугодие 2007 года и первое полугодие 2008 года так же не приходится ни одной новой правки по федеральному округу.

Последними регионами Северо-Западного федерального округа по дате создания первой правки стали Республика Коми (11) и Ненецкий автономный округ (83). Правки по этим областям приходятся на второе полугодие 2008 года.

3) В Южном федеральном округе первые правки были созданы для Краснодарского Края (23) и Ростовской области (61) в первом полугодии 2007 года. Во втором полугодии этого года были созданы правки для Республики Калмыкии (08), Астраханской (30) и Волгоградской области (34)

Республика Адыгея – последняя из областей Южного федерального округа, правка для нее была создана лишь во втором полугодии 2008 года.

4) Все первые правки для областей Северо-Кавказского федерального округа были созданы во втором полугодии 2007 года.

5) Большинство первых правок Приволжского федерального округа относятся ко второму полугодию 2007 года. В тот период были созданы первые правки для Республики Башкортостан (02), Республики Мэрий Эл (12), Республики Мордовии (13), Республики Татарстан (16), Чувашской Республики (21), Кировской (43), Нижегородской (52), Оренбургской (56), Самарской (63), Саратовской (64) и Ульяновской (73) областей, а так же для Пермского края (59).

Окончательные правки Приволжского федерального округа были внесены для Удмуртской Республики (18) и Пензенской области (58) в первом полугодии 2008 года.

6) В Уральском федеральном округе, так же как и в большей части России, дата первой правки приходится на конец 2007 года. Именно в этот период были созданы правки для Курганской (45), Свердловской (66), Тюменской (72), Челябинской (74) областей, а так же для Ямало-Ненецкого автономного округа (89).

В начале 2008 года была создана правка для Ханты-Мансийского автономного округа (86).

7) Для Сибирского Федерального округа первые правки были внесены во второй половине 2007 года для Республики Бурятия (03), Республики Тыва (17), Красноярского края (24), Иркутской (38), Кемеровской (42), Новосибирской (54), Омской (55) и Томской (70) областей.

В начале 2008 года были внесены правки для Республики Алтай (04), Алтайского (22) и Забайкальского (75) края. В конце 2008 года была внесена первая правка для Республики Хакасии (19).

8) Для Дальневосточного федерального округа первая правка создавалась только во втором полугодии 2007 года для Чукотского автономного округа (87).

Первые правки для Республики (Саха) Якутия (14), Пермского края (25), Хабаровского края (27), Камчатского края (41), Амурской (28), Сахалинской (65), Магаданской (49) областей, а так же для Еврейской автономной области (79) были созданы в первом полугодии 2008 года.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что самые ранние правки OSM приходятся в основном на Северо-Западный федеральный округ, а большинство первый правок было внесено во второй половине 2007 года.

Для анализа карты скорости обновления (рис. 3.8.) количественные значения были переведены в качественную характеристику: <0,5 – очень низкая скорость, 0,5 – 1,0 – низкая скорость, 1,1 – 1,5 – средняя скорость, 1,6 – 2,0 – высокая скорость, >2,0 – очень высокая скорость.

1) В Центральном федеральном округе низкая скорость обновления объектов отмечается в Тамбовской (68), Брянской (32), Орловской (57), Костромской (44) областях. Средней скоростью отличились Смоленская (67), Тверская (69), Калужская (40), Тульская (71), Рязанская (62) Белгородская (31), Липецкая (48), Ярославская (76), Ивановская (37) области. Высокую скорость обновления объектов имеют Владимирская (33), Курская (46), Воронежская (36) области. Очень высокая скорость обновления в Московской (77) области.



Рис.3.7. Карта скорости обновления, тыс. объектов/день

2) В Северо-Западном федеральном округе низкая скорость обновления отмечается в Ненецком автономном округе (83), Мурманской (51), Псковской (60), Новгородской (53), Калининградской (39), Вологодской (35) областях. Средней скоростью обновления объектов отличилась Республика Коми (11). Очень высокая скорость наблюдается в Архангельской (29) области, Республике Карелия (10) и Ленинградской области (47).

3) В Южном федеральном округе очень низкую скорость обновления имеют Республика Калмыкия (08) и Астраханская область (30). Низкая скорость в Республике Адыгея (01). Средняя скорость отмечается в Волгоградской области (34). Высокая скорость в Ростовской области (61). В Краснодарском крае (23) очень высокая скорость обновления объектов.

4) В Северо-Кавказском федеральном округе очень низкая скорость обновления объектов в Республиках Ингушетия (06) и Северная Осетия (15). Низкая скорость отмечается в Республиках Дагестан (05), Кабардино-Балкария (07), Карачаево-Черкессия (09) и в Чеченской (20) республике. Средняя скорость обновления в Ставропольском крае (26).

5) В Приволжском федеральном округе низкая скорость обновления в Пензенской области (58), Республике Мэрий Эл (12), Чувашской Республике (21), Ульяновской области (73) и Саратовской области (64). Средней скоростью отличились Республика Мордовия (13), Республика Татарстан (16), Самарская область (63), Удмуртская республика (18) и Оренбургская область (56). В Нижегородской области (52) и Республике Башкортостан (02) высокая скорость обновления. Очень высокая скорость в Пермском крае (59) и Кировской области (43).

6) В Уральском федеральном округе низкую скорость имеют Курганская область (45), Ямало-Ненецкий автономный округ (89) и Тюменская (72) область. Высокая скорость обновления в Челябинской области (74). Очень высокой скоростью отличились Свердловская (66) область и Ханты-Мансийский автономный округ (86).

7) В Сибирском федеральном округе очень низкую скорость обновления имеют Республика Тыва (17), Республика Бурятия (03), Республике Алтай (04), Республике Хакасия (19). Низкая скорость отмечается в Томской области (70), Забайкальском крае (75) и Кемеровской области (42). Средняя скорость в Иркутской (38) области. Высокая скорость отмечается в Омской (55) области и Алтайском крае (22). Очень высокой скоростью обновления объектов отличились Новосибирская (54) область и Красноярский край (24).

8) В Дальневосточном федеральном округе очень низкая скорость обновления объектов в Еврейской автономной области (79), Амурской области (28), Чукотском автономном округе (87), Магаданской области (49). Низкая скорость отмечается в Камчатском крае (41). Средняя скорость в Приморском крае (25) и Сахалинской области (65). Хабаровский край (27), Республика (Саха) Якутия (14) отличились высокой скоростью обновления объектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно цели нашей работы, были изучены региональные различия по качеству и полноте данных Open Street Map для территории субъектов Российской Федерации.

Для этого были решены все поставленные задачи:

1) в ходе написания данной работы была изучена история создания сообщества Open Street Map, принципы его организации, а так же технология создания и распространения данных. Основой создания стал принцип Wiki, где каждый желающий после регистрации мог вносить свои данные и поправки, именно благодаря этому карты Open Street Map, являются бесплатным ресурсом.

2) для создания карт были собраны и проанализированы официальные данные сайта «статистика Open Street Map по регионам России» [29] и сайта «Карты OSM для СитиГИДа» [17]. На основе полученных материалов были созданы таблицы качественных и количественных показателей, в которые входят данные о количестве узлов, количестве линий, количестве отношений, качестве данных, а так же дата первой правки, количество пользователей в регионе, активности и скорости обновлений данных. Собранные сведения были проанализированы статистически. Доказано, что показатели количества пользователей взаимокоррелируют с активностью обновления (коэффициент – 0,5) и количеством отношений (0,85). Коэффициент корреляции количества линий и количества отношений составил – 0,9. Таким образом, подтвердилась наша гипотеза, о том, что чем больше пользователей в регионе – тем выше активность обновления данных Open Street Map и лучше качество данных. Однако, следует учитывать и инфраструктурную «сложность» региона – развитее инфраструктура региона, тем сложнее ее охватить и легче ошибиться при вводе данных (например, г. Москва при максимальным количестве пользователей имеет низкий рейтинг качества данных – E

(многочисленные ошибки в адресном реестре и дорожном графе)). В целом РФ по качеству OSM-данных относится к удовлетворительному уровню, и использовать данные в качестве картографического источника целесообразно лишь для областей с уровнем не ниже В.

3) с помощью программы ArcGIS были созданы карты активности пользователей, качества данных, количества линий, количества отношений, количества пользователей, карта первой правки и карта скорости обновлений данных. Это позволило проанализировать географические различия качества и полноты OSM-данных по субъектам РФ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Microsoft – Решения Visio [Электронный ресурс]. – URL: <https://msdn.microsoft.com/ruru/> (дата обращения: 10.11.2017).
2. OpenStreetMap – свободные карты для свободных людей [Электронный ресурс]. – URL: <http://osm.extremal.uz> (дата обращения: 12.12.2017).
3. OpenStreetMap. Сайт проекта OpenStreetMap. – Россия, 2010 [Электронный ресурс]. – URL: <http://openstreetmap.ru/> (дата обращения: 16.02.2018).
4. OpenStreetMap [Электронный ресурс]. – URL: <http://wreferat.baza-referat.ru/OpenStreetMap> (дата обращения 02.05.2018).
5. OpenStreetMap [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/post/20798/> (дата обращения 12.05.2018).
6. OpenStreetMap Forum [Электронный ресурс]. – URL: <https://forum.openstreetmap.org/viewforum.php?id=21> (дата обращения 05.04.2018).
7. OpenStreetMap карты Shp [Электронный ресурс]. – URL: <https://ofisscripts.weebly.com/blog/osm-karti-shp> (дата обращения 10.05.2018).
8. Адаптивные карты [Электронный ресурс]. – URL: <http://shtosm.ru/> (дата обращения 05.05.2018).
9. Алимбекова Н.А., Жупаркулов А.А. Openstreetmap как источник свободных данных для ГИС // Вестник КГУСТА. – 2012. – №4. – С. 107 – 112.
10. Алимбекова Н.А., Курманалиева А.Б. Применение географической карты openstreetmap и необходимость развития этого проекта // Вестник КГУСТА. – 2011. – №1 – С. 43 – 46.
11. Аноп М.Ф., Кравцов Д.С., Нурминский Е.А. Использование данных проекта open street map в системе транспортного моделирования transims. // Информатика и системы управления. – 2016. – №1 (47) – С. 14 – 25.

12. Границы административно-территориального деления РФ из OpenStreetMap [Электронный ресурс] URL: <http://gis-lab.info/qa/osm-adm.html> (дата обращения 27.04.2018)
13. Евин И.А., Комаров.В.В., Попова М.С., Марченко Д.К., Самсонова А.Б. Дорожные сети городов // Модели в физике и технологии. – 2016. – №5. – С. 775 – 778.
14. Загрузка русских карт с OpenStreetMap в Garmin Oregon 300 [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/post/73910/> (дата обращения 04.05.2018)
15. Зачем миру нужен OpenStreetMap [Электронный ресурс] URL: <http://habrahabr.ru/post/217291/>(дата обращения 13.05.2018)
16. Зверев И.А. Открытые данные дистанционного зондирования и их использование в OpenStreetMap //Земля из космоса. – 2011 №11. – С. 26–30
17. Карты Open Street Map для СитиГИДа [Электронный ресурс] URL:<http://peirce.gis-lab.info/qa> (дата обращения 22.05.2018)
18. Карты OpenStreetMap: открытые, свободные, бесплатные [Электронный ресурс] URL: <https://echo.msk.ru/programs/bigechonet/747841-echo/> (дата обращения 06.04.2018)
19. Карты для Ситигид 9.x [Электронный ресурс] URL: <http://peirce.gis-lab.info/daily> (дата обращения 21.05.2018)
20. Конференции OpenStreetMap в 2017 году [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/hub/openstreetmap/> (дата обращения 04.26.2018)
21. Кусков И.Э., Ковалев В.Г. Система экспортирования картографической информации из геоинформационной системы openstreetmap в Microsoft visio // Решетневские чтения. – 2016. – №20. – С. 216 – 217.
22. Начало работы с OpenStreetMap [Электронный ресурс] URL: <http://gis-lab.info/qa/osm-begin.html> (дата обращения 20.04.2018)
23. Начало работы с OpenStreetMap [Электронный ресурс] URL: <http://wiki.gis-lab.info/>(дата обращения 16.04.2018)

24. Основы редактирования данных OpenStreetMap в JOSM [Электронный ресурс]. – URL: <http://gis-lab.info/qa/josm-start.html> (дата обращения 13.05.2018).
25. Пользовательские картографические проекты (OpenStreetMap) [Электронный ресурс]. – URL: <https://echo.msk.ru/programs/tochka/747232-echo/> (дата обращения 02.05.2018).
26. Приоритет отрисовки в OpenStreetMap [Электронный ресурс]. – URL: <http://gis-lab.info/qa/osm-mapping-priority.html> (дата обращения 03.05.2018)
27. Рябин В.В., Савина Н.В., Визуализация характеристик электрических сетей с помощью бинированных карт // Вестник ИГЭУ. – 2014. – №5. – С. 1 – 6.
28. Статистика (наполненность карт для СитиГИДа) [Электронный ресурс]. – URL: <http://reirce.gis-lab.info/stat2> (дата обращения 23.05.2018).
29. Статистика по областям России [Электронный ресурс]. – URL: <http://stat.latlon.org/ru/> (дата обращения 21.05.2018).
30. Структура данных проекта Open Street Map, [Электронный ресурс] . – URL: <http://habrahabr.ru/post/146503/> (дата обращения 16.05.2018).
31. Тимошенко С.И., Суханов В.И., Застрожный А.Н. Исследование применимости web-ориентированных геоинформационных технологий для eam-систем // Научно-технический журнал. – 2011.– №5.– С 136 – 145.
32. Ярчук Н.В., Шестаков Н.А. Выявление структурных изменений графа дорожной сети OSM // «Геоинформационные системы и технологии». – 2012. – № 3. – С.152 – 154.