

## СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ WEB-КАРТ НА ТЕРРИТОРИЮ ГОРОДА

### *Глеб Игоревич Загребин*

Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), 105064, Россия, г. Москва, Гороховский пер., 4, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии, тел. (499)404-12-20 доб. 3242, e-mail: [gleb@cartlab.ru](mailto:gleb@cartlab.ru)

### *Сергей Анатольевич Крылов*

Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), 105064, Россия, г. Москва, Гороховский пер., 4, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии, тел. (499)404-12-20 доб. 3242, e-mail: [krylov@cartlab.ru](mailto:krylov@cartlab.ru)

### *Ольга Ивановна Котова*

Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), 105064, Россия, г. Москва, Гороховский пер., 4, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии, тел. (499)404-12-20 доб. 3242, e-mail: [kotova@cartlab.ru](mailto:kotova@cartlab.ru)

Рассмотрены особенности создания интерактивных web-карт на территорию города. Выделены в отдельные категории карты, созданные с Google–, Яндекс–, OSM–картографической подложкой со строго определенным набором точек интереса (POI), и карты, созданные в ГИС–приложениях. Предложена технология создания интерактивной карты, включающая основные этапы: проектирование математической основы, создание географической основы, формирование тематических баз данных, создание web-карты. В рамках данной технологии определены масштабные уровни карты, рассмотрен выбор картографической проекции. Определены источники для создания интерактивной карты, а именно, географическая основа, данные реформы ЖКХ, тематические данные. Установлены взаимосвязи тематических объектов с общегеографическими элементами содержания карты. Представлена технологическая схема создания и наполнения пространственной базы данных на участок города. Рассмотрен этап формирования тематических данных из различных источников. Представлена технологическая схема создания интерактивной web-карты. Описан процесс создания интерактивной логики. Данная технология позволяет с лёгкостью вносить обновления в тематическую базу данных, что обеспечивает быстрый доступ к информации конечного потребителя.

**Ключевые слова:** интерактивная карта, web-картографирование, геоинформационная система

## CREATING INTERACTIVE WEB MAPS FOR THE CITY

### *Gleb I. Zagrebin*

Moscow State University of Geodesy and Cartography, 105064, Russia, Moscow, Gorokhovsky pereulok, 4, Associate Professor, Department of cartography, phone: (499)404-12-20 ext. 3242, e-mail: [gleb@cartlab.ru](mailto:gleb@cartlab.ru)

### *Sergey A. Krylov*

Moscow State University of Geodesy and Cartography, 105064, Russia, Moscow, Gorokhovsky pereulok, 4, Associate Professor, Department of cartography, phone: (499)404-12-20 ext. 3242, e-mail: [krylov@cartlab.ru](mailto:krylov@cartlab.ru)

### ***Olga I. Kotova***

Moscow State University of Geodesy and Cartography, 105064, Russia, Moscow, Gorokhovskiy pereulok, 4, Associate Professor, Department of cartography, phone: (499)404-12-20 ext. 3242, e-mail: kotova@cartlab.ru

The features of creating interactive web-maps on the territory of the city are considered. In a separate category maps created with Google, Yandex, OSM mapping a substrate with a certain set of points of interest (POI), and maps created with GIS applications. The technology of creating an interactive map is proposed, which includes the main stages: designing a mathematical basis, creating a geo-graphic basis, forming thematic databases, creating a web map. In the framework of this technology, the scale levels of the map are determined, and the choice of the cartographic projection is considered. The sources for creating an interactive map are identified, namely, the geographical basis, housing and utilities reform data, and thematic data. The interrelations of thematic objects with general geographical elements of the map content are established. A technological scheme for creating and filling a spatial database for a city site is presented. The stage of forming thematic data from various sources is considered. The technological scheme of creating an interactive web map is presented. The process of creating interactive logic is described. This technology allows you to easily make updates to the thematic database, which provides quick access to the information of the end user.

**Keywords:** interactive map, web-mapping, geographic information system

### ***Введение***

На сегодняшний день на территории некоторых городов России не разработано ни одной веб-карты, позволяющей получить подробную информацию об учреждениях в городе. Единственное существующее решение – портал открытых данных города, на котором учреждения представлены в очень узком диапазоне (только один вид объектов) и достаточно неудобно для пользователя. При этом на территории города находится несколько тысяч актуальных объектов, информация о которых не сведена в единую систему.

Государственные учреждения мало заботятся об удобстве пользования своими сервисами для конечного пользователя и предоставляют свои данные практически всегда исключительно в текстовой форме, тогда как интерактивная карта является одним из лучших способов представления пространственной информации. Пользователю намного проще воспринимать информацию не только в текстовом, но и в наглядном графическом виде [1–6]. Карта в свою очередь объединяет в себе эти два вида представления информации, что дает возможность пользователю быстро и удобно получить интересующие его данные.

### ***Методы и материалы***

Проведя анализ существующих интерактивных карт за рубежом и в России можно сделать выводы о том, что в данной сфере существует два типа карт:

1. Созданные с Google–, Яндекс–, OSM–картографической подложкой со строго определенным набором точек интереса (POI). Их можно охарактеризовать, как малопригодные для использования картографические произведения.

Это связано с тем, что не проведена генерализация POI (они накладываются друг на друга, по значимости не отбираются на разных масштабах) и общегеографической основы (используются типичные алгоритмы API картографических веб-сервисов) по значимости;

2. Созданные в ГИС-приложениях карты городов. Отличаются многообразием примененных условных обозначений, проведена нередко качественная генерализация, имеется возможность отобразить на карте только необходимые объекты и отправить на печать. Часто части города поделены на сегменты, что позволяет избежать переагруженности карты объектами POI. Крайне немногочисленны.

Здесь следует пояснить некоторые термины. Под картографической подложкой мы понимаем картографическую основу, служащую для географической привязки, накладываемых на нее тематических данных. Состав объектов представлен общегеографическими элементами: гидрографией, дорожной сетью, границами, населенными пунктами (на мелком масштабе) и домами с адресами (на крупном масштабе). Часто картографическую основу называют базовой картой, которая служит фоновым изображением для тематических слоев. На интерактивных картах предусмотрена возможность выбора картографической основы самим пользователем или адаптацией вида подложки под тематическое содержание. Если рассматривать классические картографические сервисы, такие как Google maps, Яндекс Карты, то там представлены три картографические подложки: схема (или карта), спутник (или снимок) и гибрид.

С технологической точки зрения картографические подложки реализовывались как тайловые растровые слои. Так как рендеринг тайловых слоев является ресурсоемкой задачей, то обновление происходило с некоторой периодичностью. Не так редко, как обновление топографических карт (раз в 10 лет), но и не мгновенно. Процесс непрерывного обновления растровых тайловых слоев был реализован в проекте OpenStreetMap. Перерисовка тайлов происходила только на тех территориях, где происходило обновление векторных данных. Задержка обновления тайлового слоя после внесения векторных данных в пространственную базу данных на небольшую территории составляет от нескольких секунд до 5 минут. При обновлении тайлового слоя на весь мир затрачивается на порядок больше времени.

Вследствие вышесказанного можно сделать вывод, что подготовка растровых тайловых слоев является долговременной и трудоемкой задачей, что не позволяет адаптировать их объективный состав и оформление под тематическое содержание «на лету». Следует готовить несколько растровых тайловых слоев под конкретные задачи.

В настоящее время осуществляется переход от растровых к векторным тайловым слоям. У векторных тайловых слоев есть ряд преимуществ над растровыми: более быстрая загрузка картографических данных, возможность менять оформление без изменения данных самого тайла (одна картографическая подложка может быть по-разному оформлена). Данная технология является предпочтительной для использования при интерактивном web-картографировании.

Помимо картографической подложки на интерактивной карте присутствует тематическое содержание, которое может быть представлено как в виде точек интереса POI, так и других видов данных, например, полигональных и линейных объектов, поверхностей, анимированных условных знаков [7, 8].

Перейдём к этапам создания интерактивной карты:

- проектирование математической основы;
- создание географической основы;
- формирование тематических баз данных;
- создание web-карты.

Картографирование городской территории обычно происходит по городским районам. Городской район – это административно-территориальная единица в составе города. В разных городах имеет разные обозначения: район, муниципальный округ, поселки, сельские советы в составе города. При делении на городские районы, обычно, опираются на численность населения, т.к. население распределено по городу неравномерно, то и размер районов отличается. Например, в Москве площадь районов варьируется от 2,11 км<sup>2</sup> (Арбат) до 206,26 км<sup>2</sup> (поселение Вороновское). Площадь районов говорит о небольших по площади территориях, а, следовательно, о необходимости составления ГИС-проекта в крупных масштабах.

Охват территории на самом крупном масштабном уровне должен показать пользователям отдельные дома с прилегающей территорией (1:500), максимальный охват территории должен содержать весь город в его административных границах (1:300 000 – 1:500 000) (рис. 1).

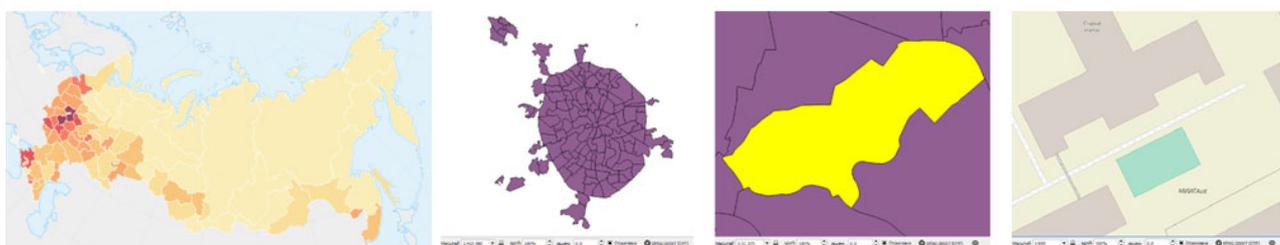


Рис. 1. Охват территории на разных масштабных уровнях

Говоря о математической основе интерактивных web-карт в части картографических проекций [9–12], невозможно обойти нормальную равноугольную цилиндрическую проекцию Меркатора на эллипсоиде (EPSG:3395), которая применяется на отечественных геопорталах и проекцию Меркатора на сфере (EPSG:3857), применяемую на зарубежных сервисах. При всех недостатках проекции при мелкомасштабном картографировании (сильное искажение форм, искажения площадей, невозможность показать приполярные территории), карты городов составляются и отображаются в крупных масштабах, где перечисленные недостатки проекции нивелируются смещением главной параллели проекции на широту картографируемой территории (например, на широту центра города)

и небольшим протяжением картографируемой территории в меридиональном направлении (рис.2). Тем не менее существует возможность изменить проекцию Меркатора на более подходящую проекцию на мелкомасштабных уровнях. При картографировании города территория показывается в проекции Меркатора, а на обзорном масштабном уровне показывается вся страна в конической проекции.

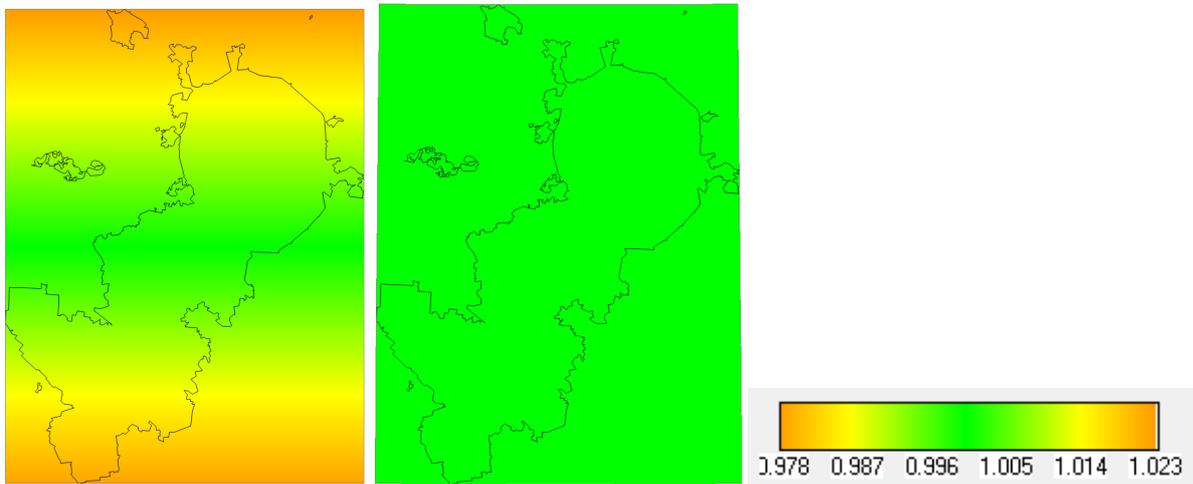


Рис. 2. Искажение площадей на территорию города Москвы в проекции Меркатора (слева) и проекции Гаусса-Крюгера (справа)

Создание географической основы на территорию города представлено в виде технологической схемы на рис. 3.

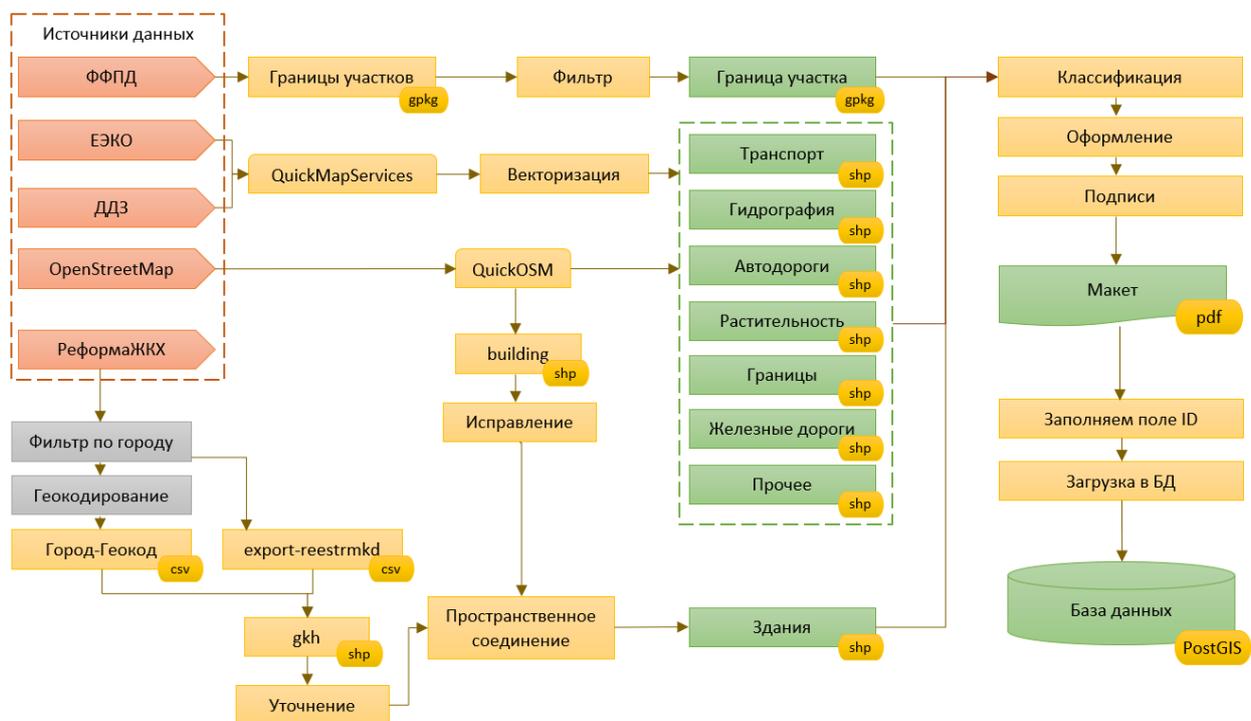


Рис. 3. Технологическая схема создания и наполнения пространственной базы данных на участок города

Источниками данных могут служить данные Фонда федеральных пространственных данных, Единой электронной картографической основы, данные дистанционного зондирования Земли, открытые данные OpenStreetMap [13] и Реформы ЖКХ [14]. При чем метрическая информация представлена во всех источниках, кроме данных Реформы ЖКХ, а самая полная информация о жилом фонде сосредоточена в Государственной корпорации – Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства в разделе открытых данных. Т.к. данные не содержат координат объектов, а только почтовый адрес, то необходима процедура геокодирования [15].

Источники данных проверяются, кодируются и классифицируются в соответствии с внутренним классификатором, при необходимости доцифровываются, и помещаются в пространственную базу данных [16–19]. Данный этап реализуется в геоинформационной системе и контролируется картографом как в визуальном плане при помощи макета (рис. 4), так и в табличном при помощи таблицы атрибутов.

Формирование тематических данных происходит путем запросов к соответствующим ведомствам, получению тематических баз данных или ручному наполнению баз данных из открытых источников.



Рис. 4. Макет карты на участок города

### *Обсуждения и результаты*

Технология создания интерактивной web-карты представлена на рис. 5. Из данных, полученных из пространственной базы данных формируется ГИС-проект, настраиваются отображение объектов по масштабным уровням, оформ-

ляются слои в соответствии с принятым классификатором и размещаются подписи. На выходе получаем стили web-карты, которые передаем в визуализатор пространственных данных и получаем картографическую подложку в виде тайлового слоя для общегеографического содержания. Тематические слои также оформляются и передаются на карту в виде GeoJSON файла.

Процесс создания интерактивной логики выполняется в два этапа: проектирование компоновки web-карты и программирование интерактивных элементов. Используются js-библиотека leaflet для отображения картографической информации в браузере пользователя, https-протокол для передачи данных, серверный язык программирования php, файловый сервер для хранения тайловых слоев и база данных PostgreSQL [20] с пространственным расширением PostGIS [21] для хранения векторных данных.

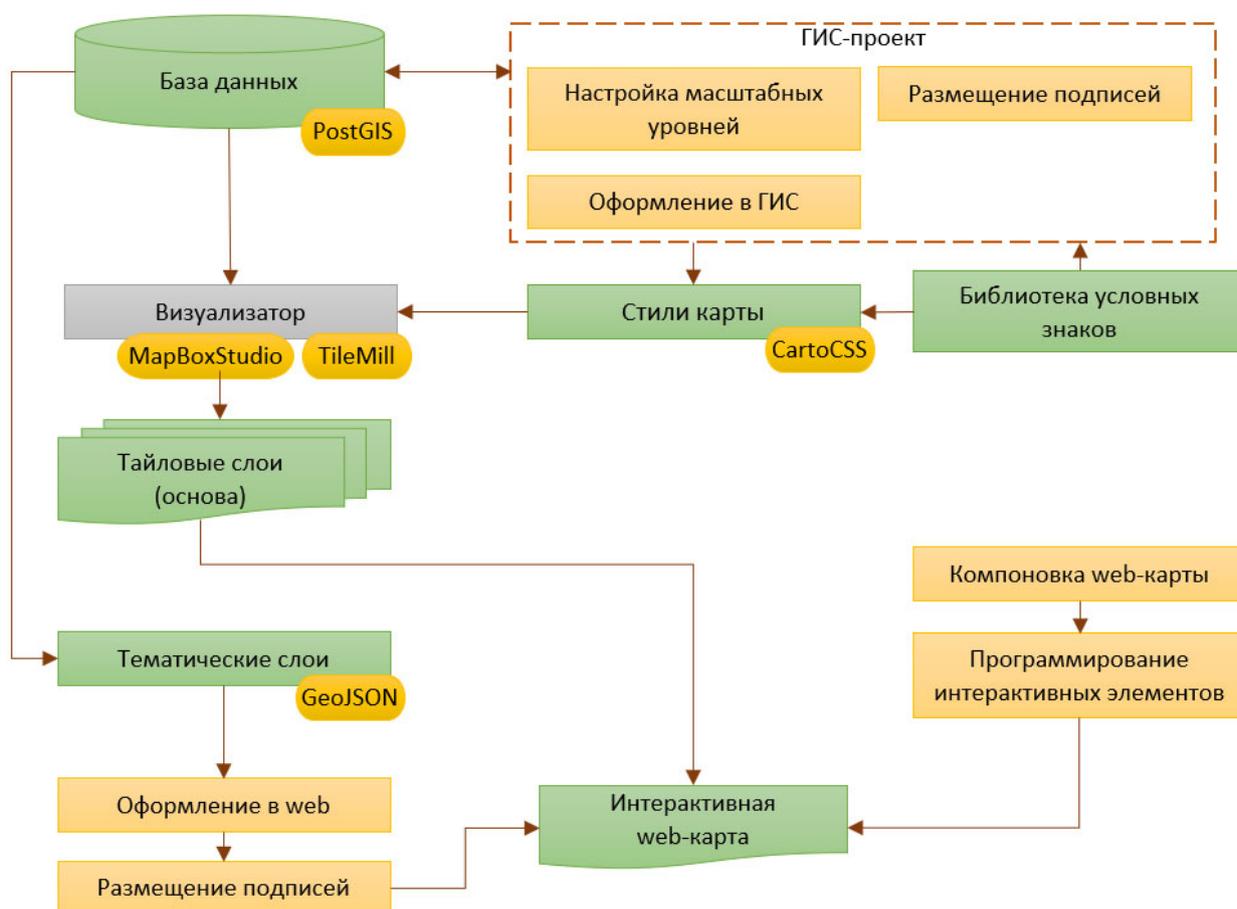


Рис. 5. Технологическая схема создания интерактивной web-карты

### Заключение

По результатам выполнения всех технологических этапов получаем интерактивную web-карту, которая размещается на хостинге и становится доступной в сети Интернет. Данная технология позволяет с лёгкостью вносить

обновления в тематическую базу данных, т.к. все данные хранятся в удаленной пространственной базе данных и передаются на карту по запросу пользователя.

Это позволяет быстро доставлять информацию до конечного потребителя и предоставлять геоинформационные услуги на высоком уровне.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дубинин М. Ю., Костикова А. М. Веб-ГИС // Компьютерра. – 2008. – № 33. – С. 52–66.
2. Воронкин Е. Ю., Бугаков П. Ю. Интерактивная карта для работы с муниципальными данными и ее место в современной классификации электронных и цифровых карт // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2021. – Т. 26. – № 2. – С. 127-132.
3. Лисицкий Д. В., Кикин П. М. Методические основы веб-картографии // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С. 85–91.
4. Мультимедийное направление в картографии / Д. В. Лисицкий, А. А. Колесников, Е. В. Комиссарова, П. Ю. Бугаков, В. С. Писарев // Изв. вузов. «Геодезия и аэрофотосъемка». – 2014. – № 3. – С. 40–44.
5. Современные технологии обработки и представления геопространственных данных / А. Л. Степанченко, К. С. Лотова, В. В. Шлапак, И. И. Лонский // Информация и космос. – 2019. – № 1. – С. 139-142.
6. Kraak, Menno-Jan and Allan Brown: Web Cartography – Developments and prospects, Taylor & Francis, New York-2001 – 224 pp.
7. Иванов А. Г., Булыгина О. А. Автоматизация процессов выбора способа изображения картографируемых объектов и явлений // Геодезия и Картография. – 2012. – №10. – С. 27-32.
8. Крылов С. А., Загребин Г. И., Фокин И. Е. Выбор и реализация способов картографического изображения картографируемых объектов и явлений в геоинформационных системах // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2014. – Т. 1. – № 2. – С. 73-77.
9. Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр: Энциклопедия. В 2-х т./Под ред. А.В. Бородко, В.П. Савиных. – М.: ООО «Геодезкартгиздат», 2008. – Т. I –496 с.
10. Гук А. П., Дышлюк С.С., Женибекова А. Б. Подготовительный этап формализации математической основы в среде ГИС // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № S5. – С. 222-227.
11. Копылова Н. С., Мишина М. Э. Взаимодействие ГИС и СУБД на примере выбора картографической проекции по характеру искажений при создании тематических карт // Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры. Наука и образование: Сборник материалов III всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 06–08 ноября 2019 года / Научный редактор О.А. Лазебник. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2019. – С. 411-417.
12. Подольский А. С., Самсонов Т. Е. Анализ и разработка приемов оформления мультимасштабных общегеографических карт // Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС». – 2012. – Т.18. – С.71-81
13. OpenStreetMap [Электронный ресурс]: - URL: <https://openstreetmap.ru> (дата обращения 28.04.2021)
14. Реформа ЖКХ [Электронный ресурс]: - URL: <https://www.reformagkh.ru/> (Дата обращения: 28.04.2021)
15. Майоров А. А., Цветков В. Я. Геореференция как применение пространственных отношений в геоинформатике // Геодезия и аэрофотосъемка, – 2012. – №3. – С. 87-89.

16. Формирование базы пространственных данных отдельного муниципального района / Н. Г. Ивлиева, О. Д. Лексина, О. В. Рычкова, Ю. А. Федотова // Огарёв-Online. – 2020. – № 10(147). – С. 5.
17. Геоинформационные технологии в образовательном процессе кафедры картографии МИИГАиК / С. А. Крылов, Г. И. Загребин, А. В. Дворников, О. И. Котова // АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБРАЗОВАНИЯ. Современные тренды непрерывного образования в России. Междунар. науч.-метод. конф. : сб. материалов в 3 ч. (Новосибирск, 25–28 февраля 2019 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. Ч.1. – С. 217-222
18. Крылов С. А. Совершенствование структуры баз данных для тематического и атласного картографирования // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов (Новосибирск, 24–26 апреля 2019 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. – Т. 1. – № 2. – С. 153-157.
19. Крылов С. А., Дубровина С. В. Формирование и преобразование тематической базы данных для создания автонавигационных карт // Геодезия и картография. – 2014. – № 8. – С. 31-34.
20. PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database [Электронный ресурс]: - URL: <https://www.postgresql.org/> (Дата обращения: 28.04.2021).
21. PostGIS – Spatial and Geographic objects for PostgreSQL [Электронный ресурс]: - URL: <https://postgis.net/> (Дата обращения: 28.04.2021).

© Г. И. Загребин, С. А. Крылов, О. И. Котова, 2021