

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Институт географии, геологии, туризма и сервиса  
Кафедра геоинформатики

Допустить к защите  
Заведующий кафедрой  
проф. д-р геогр. наук  
\_\_\_\_\_ А.В. Погорелов  
(подпись)  
23.06 2020 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

РАЗРАБОТКА КРОССПЛАТФОРМЕННОГО ПРИЛОЖЕНИЯ  
«ВЕЛОСИПЕДНЫЙ КРАСНОДАР»

Работу выполнил \_\_\_\_\_ А.Э. Бондарюк  
(подпись)

Направление подготовки 05.03.03 «Картография и геоинформатика»

Направленность (профиль) геоинформатика

Научный руководитель \_\_\_\_\_ Е.С. Бойко  
доц., канд. геогр. наук (подпись)

Нормоконтролер, \_\_\_\_\_ А.Н. Пелина  
доц., канд. геогр. наук (подпись)

Краснодар  
2020

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 История велосипеда .....	5
1.1 Идея .....	5
1.2 История изобретения .....	6
2 Виды велосипеда .....	8
3 Велосипеды в настоящее время в мире.....	14
4 Велосипеды в Краснодаре .....	17
5 Программное обеспечение .....	20
5.1 ArcGIS Desktop .....	20
5.2 ArcGIS Online .....	20
6 Кроссплатформенность .....	21
7 Ход выполнения работы.....	23
7.1 Создание набора сетевых данных .....	24
7.2 Вычисление стоимости передвижения .....	26
7.3 Нанесение на карту велопарковок и мест проката велосипеда.....	30
8 Создание и настройка веб-карты.....	35
9 Разработка и настройка веб-приложения .....	39
10 Создание кроссплатформенного приложения.....	43
Заключение .....	54
Список использованных источников .....	56

## ВВЕДЕНИЕ

Вредные газы являются одним из главных факторов, приводящих к загрязнению окружающей среды. Выхлопные газы выбрасывают в атмосферу вредные вещества и наносят ущерб экологии, кроме того, выхлопные газы приводят к парниковому эффекту, который, в свою очередь, является главной причиной глобального потепления. Одним из наиболее эффективных способов предотвращения вреда, наносимого транспортом окружающей среде, является использование велотранспорта. Каждый километр, который проезжает человек на велосипеде, вместо машины, позволяет предотвратить выброс в атмосферу 145 граммов двуокиси углерода. Использование таких транспортных средств как автомобили приводит также и к чрезмерному шуму, являющемуся одной из экологических проблем. В городе уровень шума достигает 95 децибелов, однако, нормальным уровнем шума считается 30 децибелов. Использование велосипедов поможет снизить уровень шума в Краснодаре и сделать его более приемлемым для жизни.

Использование велосипедов может решить и проблему, касающуюся трафика. В час пик на велосипедах можно в два раза быстрее добраться до необходимого места. К тому же, на месте стоянки одного автомобиля возможна парковка 20 велосипедов.

К тому же велосипед приносит пользу не только окружающей среде, но и самому человеку. Человек, постоянно передвигающийся на велосипеде, бывает бодрым и здоровым. Он чувствует себя моложе и энергичней, чем его сверстники. Регулярная езда на велосипеде способствует сжиганию лишних калорий, позволяет следить за фигурой и увеличивает прочность костей и мышц.

В настоящее время велосипед занимает одно из лидирующих мест, как транспорт доступный для всех классов населения. На этом двухколесном транспорте можно увидеть многих – от детей и подростков до представительных чиновников и бизнесменов. Преимущества велосипеда перед другим

транспортом очевидны. В современном мире, богатым различными техническими приспособлениями, велосипед по-прежнему актуален. Он относительно дешев в производстве, по сравнению с авто (речь, конечно, не идет об элитных экземплярах для велогонок), абсолютно не загрязняет окружающую среду и совершенно не требует топлива [15].

## 1 История велосипеда

С детства каждый из нас, так или иначе, имел дело с велосипедом. Кто-то гонял по двору, кто-то только мечтал о двухколесном друге, кто-то просил велосипед покататься у друзей. В любом случае, велосипед стал естественной частью нашей жизни. Даже трудно представить, что когда-то вообще не было двухколесных транспортных средств, кому-то пришлось изобретать велосипед.

### 1.1 Идея

В основе каждого изобретения лежит идея отдельного человека или группы лиц, а в основе этой идеи лежит объективная причина необходимости нового изобретения. По мнению многих исследователей, одной из главных объективных причин изобретения велосипеда стал голодный и холодный 1816 год, который вошел в мировую историю под названием «Год без лета». В апреле 1815 года на индонезийском острове Сумбава (который находится недалеко от современного популярного курорта Бали) произошло значительное извержение вулкана Тамбора, в результате которого погибли более 71 тыс. жителей многочисленных островов в этом регионе. Однако проблемы не закончились. Огромное количество вулканического пепла выпало в атмосферу и распространилось в течение нескольких месяцев, что в конечном итоге привело к вулканической зиме в северном полушарии в 1816 г. Постоянные наводнения, много месяцев необычайно холодных, постоянные холодные ливни и даже снег в середине лета – все это погубило 90% урожая. Последствия извержения длились несколько лет. Западная Европа и Северная Америка особенно пострадали от погодных аномалий. В результате животные, страдающие от недоедания, стали массово умирать. Количество лошадей также значительно сократилось, что привело к срочному поиску альтернативы этому виду транспорта.

## 1.2 История изобретения

В начале 1818 г. барон Карл Фридрих Кристиан Людвиг Драйс фон Зауэрброн из немецкого города Карлсруэ запатентовал первое самоходное двухколесное транспортное средство, которое было создано годом ранее и было предком современного велосипеда. Изобретатель назвал его «Laufmaschine», что означает «бегущая машина» (рисунок 1). Это изобретение было очень похоже на современный велосипед, только без педалей и с рамой из дерева.

Ходовая машина сразу же стала популярной во всей Европе - многие английские и французские производители карет начали выпускать новый модный двухколесный транспорт. Но поскольку немецкое слово «Laufmaschine» было трудно произносить англичанам и французам, они начали изготавливать машины под названием «Dresina» (если имя изобретателя Карела Дрейса читалось по-французски и добавлялся суффикс -ine, что означает принадлежность к Draisine, то есть по-русски, телега).



Рисунок 1 – «Машина для бега»

Интерес к «машине для бега» был велик, а прибыль от продажи была

настолько велика, что уже в конце 1818 г. британский бизнесмен Денис Джонсон объявил о выпуске новой улучшенной модели. Появилась небольшая проблема – нужно было новое слово, чтобы описать улучшенный «велосипед», чтобы отличить старую модель от существенно переработанной новой (в противном случае это все равно, что изобрести дирижабль и все еще называть его старым словом «аэростат»).

Однако эта неприятная пауза длилась недолго - французский изобретатель Жозеф Нисфор Нипс, более известный как первооткрыватель фотографии, предложил слово *vélocipède* «велосипед» почти сразу после появления новой модели тележки [13].

## 2 Виды велосипеда

Велодрайв – один из главных и самых приятных моментов езды на велосипеде. Тем не менее, вам не нужно быть заядлым спортсменом, чтобы испытать драйв и эмоции, которые приносит езда на велосипеде.

Достаточно совпадения трех условий: человека, велосипеда и дороги, – и путь к настоящей веломании открыт. Главное условие, которое у нас уже есть, это мы сами. Теперь стоит ответить на два вопроса: для каких целей вы будете использовать велосипед и где?

Городской велосипед (рисунок 2) (citybike) предназначен для комфортной и спокойной езды по мощеным улицам. У него высокая посадка, что освобождает руки от усталости, позволяя вам сидеть в вертикальном положении без ощущения напряжения. Широкое седло также способствует расслаблению. Такой велосипед характеризуется большими колесами (28", 622 мм), шинами средней толщины и, как правило, ножными тормозами. В комплект часто входят крылья, багажник, различные полезные функции и даже электрооборудование. Об этом не нужно заботиться, поскольку все самые требовательные механизмы спрятаны внутри. Кроме того, производители часто устанавливают защиту на цепь и защиту ног от спиц колес. Есть много типов городских велосипедов, есть экземпляры с детскими колясками.



Рисунок 2 – Городской велосипед



Горный велосипед (рисунок 3) спроектирован так, чтобы легко пересекать местность. Для этого у него есть прочные колеса размером 26 дюймов, на которые сложно сделать «восьмерку» и неразрушимые шатуны. Рамы горных велосипедов всегда низкие и прочные, сваренные из толстых труб. Самые легкие изготовлены из титана, поэтому они дорогие. Рамы из стали и алюминиевого сплава дешевле, но тяжелее. Горный велосипед удобен и мягок, даже если дорога жесткая. Спасибо, стоит сказать, что установлены амортизаторы: передние или задние, или оба одновременно, в зависимости от того, какой велосипед вы выберете. Они несут ответственность за лучшее сцепление с поверхностью, например, на склонах.

Ручки переключения передач для горных велосипедов всегда расположены на руле, что очень удобно для езды. Большое количество передач (от 21 до 27) позволяет легко преодолевать крутые склоны и ездить на любой грязи. В городе все эти функции подходят для легкого преодоления бордюров на тротуарах, различных препятствий, подъема по лестнице.



Рисунок 3 – Горный велосипед

Если отдых на диком острове вас не устраивает, но Тур де Франс привлекает вас, вам следует приобрести дорожный велосипед (рисунок 4). Благодаря форме рулевого колеса – «рога ягненка» – велосипедист и байк объединяются в аэродинамическую форму. Воля на победу и некоторая особая спортивная концентрация всегда читаются на лице владельца. Форма велосипеда мало чем отличается от владельца: тонкий, ровный, гладкий и неутомимый лысый. Колеса очень большие и узкие – для езды далеко и быстро. Рекорды – это имя удовольствия владельца, были бы только дороги гладкими [17].



Рисунок 4 – Дорожный велосипед

BMX (рисунок 5) особенно популярен среди молодежи (сокращение от английского - мотокросс на велосипеде; позже его расшифровали как модифицированный велосипед x-treme). Это велосипеды очень похожи на «детские», но они предназначены не для катания, а для выполнения различных трюков и гонок на специальных площадках с искусственными препятствиями. Для этого он оснащен 20-дюймовыми колесами с 48 спицами, штифтами (специальные

упоры на концах колесных осей) и специальным механизмом, позволяющим поворачивать рулевое колесо в одном направлении без перекручивания тормозных тросов.



Рисунок 5 – BMX

Триальный велосипед это – уже веломания на грани циркового искусства. Он относительно легкий, имеет небольшую и очень прочную раму. Рычаги на этой модели не должны отсутствовать, ее основное назначение - тренировать сложные трюки и прыжки. Поклонники этого костюма иногда даже отказываются от седла в пользу экспериментов. Дети, которые смотрят на таких велосипедистов, тоже хотят научиться ездить быстро. При выборе велосипеда для ребенка следует внимательно учесть: необходимо учитывать количество колес (2-4), их размер (12 ", 16", 20 "и 24"), сложность конструкции и все это соответствует возрасту, росту и способности маленького энтузиаста езды на велосипеде (рисунок 6).



Рисунок 6 – Триальный велосипед



Рисунок 7 – Фэтбайк

Фэтбайк – это велосипед с толстыми шинами. С точки зрения геометрии рамы и посадки она похожа на горные велосипеды. Отличается повышенной проходимостью. Он легко преодолевает такие сложные поверхности, как рыхлый песок, снег, грязь.

Ширина шин составляет от 3,5 до 5 дюймов, а давление в них поддерживается на уровне от 0,2 до 2 атм. Fatbikes отлично подходят не только как велосипед для развлечения, но и для пеших прогулок в отдаленных местах (рисунки 7) [17].

### 3 Велосипеды в настоящее время в мире

В последнее время езда на велосипеде стала одним из самых популярных видов передвижения в Западной и Северной Европе. Наиболее развитой европейской страной в этом отношении является Дания, средний гражданин этой страны проезжает на велосипеде около 900 км в год, в Нидерландах 850 км. На 3 и 4 месте жители Бельгии и Германии, они проезжают по 300 км в год. Меньше всего велосипед используются в странах южной Европы, средний Испанец проезжает всего 25 км в год [13].

Тот факт, что велосипеды популярны в Европе, является результатом политики европейских стран, потому что езда на велосипеде помогает разгрузить мегаполисы от автомобилей, а также улучшает здоровье людей.

В интересах правительства принимать меры для заинтересованности жителей в использовании велосипедов, принимаются следующие меры: строительство велосипедных дорожек, строительство крытых (и часто охраняемых) велосипедных парковок, железнодорожных транспортных вагонов, оборудованных для пассажиров с велосипедами и т.д. В большинстве европейских городов можно арендовать велосипед на вокзале.

В Копенгагене вы можете арендовать велосипед бесплатно и на любой срок. Эти велосипеды нельзя использовать за пределами города, потому что за это предусмотрен большой штраф. Необычный цвет этих велосипедов не позволяют выдавать их за свои собственные. Аналогичная программа есть в столице Финляндии.

Город Амстердам называют столицей Европы в области велосипедов. Здесь наиболее развита инфраструктура для велосипедов, велосипеды можно взять напрокат практически в каждом велосипедном магазине, в гостиницах. Также можно взять напрокат водный велосипед, тандемный велосипед, в Амстердаме велосипед является наиболее распространенным видом транспорта [7].

В Китае, Индии, Индонезии и многих странах Юго-Восточной Азии велосипеды используются в качестве основного средства передвижения из-за их дешевизны, но люди постепенно начали отказываться от велотранспорта в пользу мопедов и мотоциклов.

Многие известные велосипедные компании переместили производство велосипедов в Китай, за последние 10-15 лет, из-за дешевизны сырья, поэтому Китай производит 97% всех велосипедов в мире.

Велосипедистам нужны собственные дороги, их начали строить в городах с большим количеством автомобилей. Почти тридцать лет назад власти некоторых европейских стран начали оборудовать город велосипедными маршрутами, выделять специальные полосы для велосипедистов. Сегодня большинство улиц в Берлина, Парижа, Дрездена, Варшавы и других европейских городов оборудованы велосипедными дорожками. В некоторых случаях выделяются несколько велосипедных дорожек, одна для обычных велосипедистов и одна для любителей быстрой езды. Каждый город решал проблему велосипедных магистралей по-своему, исходя из планировки города. Например, в большинстве немецких городов велосипедные дорожки на тротуарах – они там широкие, отдавая треть пешеходного пространства, пешеходу на эту территорию – не заступи: едущие велосипедисты собьют, и ничего им за это не будет [16].

Однако пробки до сих пор не исчезли. Варшава, Берлин, Париж – одни из самых неблагоприятных городов для водителей автомобилей в Европе. Доля пассажиров-велосипедов в Берлине составляет 28%, а в самой развитой европейской стране в этом плане: Голландии до 50%.

В США одним из самых городов по велосипедной инфраструктуре является город Портленд (рисунок 8), примерно 10% жителей пользуются велосипедами в повседневной жизни, в городе очень много велодорожек, около 350 км, так же в городе есть программа велошейринга.

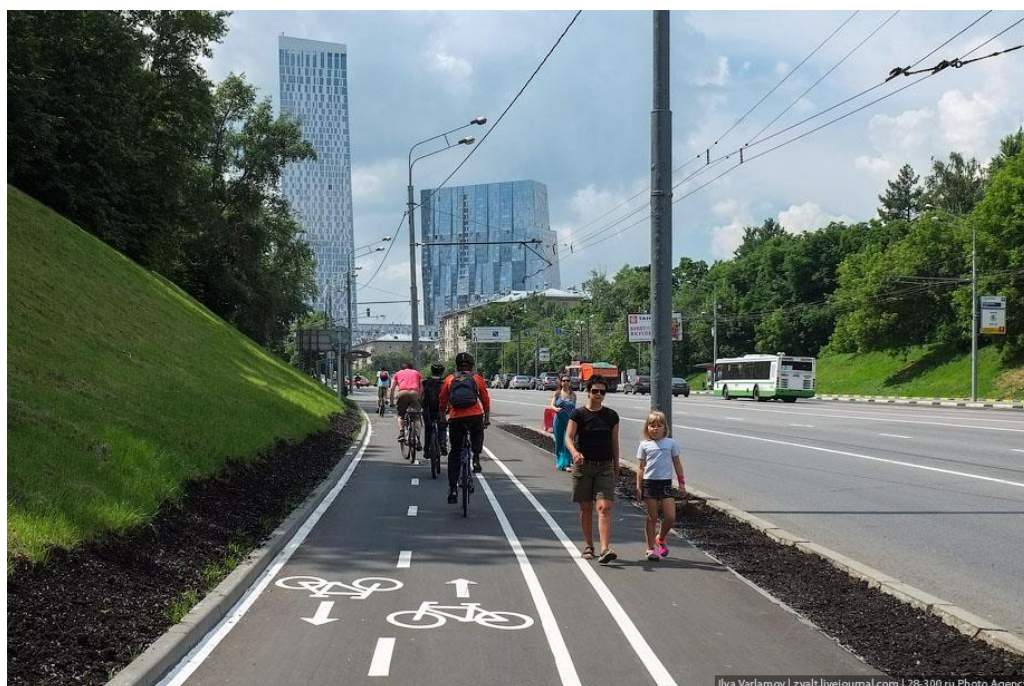


Рисунок 8 – Велосипедные дорожки в Портленде

В городе Монреаль (Канада) жители пользуются велошерингом, чтобы передвигаться по городу (рисунок 9). Монреаль является самым развитым городом Канады для велосипедистов, обустройство города началось здесь еще в 1981-1982 гг., за это время власти Канады вложили огромные средства (130 млн \$) в развитие велоинфраструктуры [10].



Рисунок 9 – Монреальская система проката велотранспорта



#### 4 Велосипеды в Краснодаре

В столице нашего края – Краснодаре, с начала 2011 г. – начали активно развивать велосипедную инфраструктуру. Владимир Евланов, бывший мэр Краснодара, издал распоряжение об изменении правил градостроительства: в него были внесены изменения по реконструкции дорог, строительству велосипедных дорожек, велополос [6]. Велосипедные дорожки должны появиться во всех краснодарских парках, а также возле новостроек должны быть построены велосипедные дорожки и велосипедные парковки [1]. По некоторым оценкам, в столице нашего региона около 15 000 велосипедистов, а велосипедные магазины продают около 4000 велосипедов в год [6]. Ради исторической справедливости отметим, что те, кто считает, что Краснодар только что оказался в центре внимания велосипедистов, очень ошибаются. Достаточно их, как показывает история, и в 19 в.

Велосипед впервые побывал на русской земле в 1801 г., а затем на Кубани. Достоверная информация в каком году, первый велосипед ехал по улицам Екатеринодара, сегодня не сохранилась.

6 июня 1908 г. Екатеринодарский городской совет ввел новые правила для тех, кто вступил в ряды велосипедистов. Теперь только те, кто прошел тест на умение ездить на велосипеде, могли «садиться на велосипеды». Кроме того, необходимо было получить соответствующее разрешение на управление велосипедом, номером, звонком и фонариком. Было также отмечено, что, если лошадей беспокоили, велосипедист должен был остановиться и отпустить испуганную лошадь.

Подходит ли сейчас Краснодар для велосипедистов?

Я думаю, что вопрос комфорта очень субъективен: в Краснодаре велосипедная инфраструктура в короткие сроки может выйти на приемлемый уровень, но в данный момент она оставляет желать лучшего. Сегодня в Краснодаре 8 велосипедных дорожек (две на ул. Красной, одна на Кубанской Набережной, в Немецкой Деревне, в парке «Солнечный остров», на Ейском шоссе,

в Ботаническом саду и Чистяковской Роще), общей протяженностью около 18 км (рисунок 10) [2]. С парковками дела обстоят лучше, так как компании или предприниматели строят парковки возле своих магазинов или офисов. По моим подсчетам количество велопарковок составляет около 80-90 штук. Большинство велопарковок, около 50%, расположено ближе к центру Краснодара, на улице Красной, улице Северной, улице Атарбекова, довольно большое количество парковок расположено возле Чистяковской Рощи. С недавнего времени в столице нашего края начал активно развиваться велошеринг, на данный момент насчитывается более четырехсот точек проката велобайков.



Рисунок 10 – Велодорожка на ул. Красной

Велопарковки в Краснодаре, как и велодорожки, оставляют желать лучшего. В основном, на данный момент, велопарковки расположены возле крупных торговых центров, больших магазинов, так же можно встретить велопарковки возле учебных учреждений (рисунок 11).



Рисунок 11 – Велопарковка КубГУ

## 5 Программное обеспечение

Все работы проходили в семействе геоинформационных продуктов ArcGIS, компании ESRI, используются в земельном кадастре, задачах землеустройства, учете недвижимости, инженерных коммуникационных системах, геодезических работах и землепользовании, и других областях.

### 5.1 ArcGIS Desktop

ArcGIS for Desktop – это платформа, используемая для управления рабочими процессами и проектами ГИС, для создания карт, моделей и приложений. Кроме того, это отправная точка и основная основа для развертывания ГИС в организациях и в Интернете. Используется для публикации и обмена географической информацией с другими пользователями [14].

### 5.2 ArcGIS Online

ArcGIS Online – это унифицированная платформа, которая позволяет вам искать, управлять и делиться геоинформацией с другими пользователями, а также создавать геоинформационные приложения. С помощью веб-интерфейса ArcGIS Online вы можете получать доступ к картам, приложениям и инструментам ESRI и других пользователей ГИС, а также публиковать свои собственные проекты в Интернете.

## 6 Кроссплатформенность

Что такое кроссплатформенная разработка?

Кроссплатформенность – способность программного обеспечения работать на нескольких аппаратных платформах и/или в операционных системах. Это обеспечивается за счет использования языков программирования высокого уровня, сред разработки и среды выполнения, которые поддерживают условную компиляцию, компоновку и выполнение кода для различных платформ. Типичным примером является программное обеспечение, разработанное для одновременной работы в операционных системах Linux и Windows.

Мультиплатформенная разработка использует специальные инструменты (Unity, PhoneGap, Xamarin), которые позволяют создавать приложения для нескольких мобильных операционных систем одновременно (рисунок 10).

Преимущества кроссплатформенной разработки:

- экономия бюджетных средств – использование одной технологии и набора графики сокращает количество рабочих часов и бюджет проекта;
- время разработки – отсутствие уникальных элементов интерфейса и единой технологической платформы сокращает время разработки;
- поддержка, поддержка продукта и обновления - добавляйте функции или исправляйте ошибки мгновенно для всех платформ;
- мобильная версия сайта – большинство решений на нескольких платформах позволяют генерировать мобильную версию сайта из приложения;
- унифицированная логика приложения – логика приложения будет работать одинаково для всех платформ. Записанная и отлаженная логика содержит потенциально меньше ошибок и несоответствий в своей работе [12].



Рисунок 12 – Концептуальная схема веб-ГИС

## 7 Ход выполнения работы

В качестве исходных данных я использовал векторный слой дорог OSM Краснодарского края (рисунок 14). Эти данные я скачал на официальном сайте OpenStreetMap в формате шейп-файлов. Первостепенной задачей было убрать все лишние дороги, для этого я выделил границу города Краснодар (рисунок 13), таким образом стало понятно какие дороги нужно оставить.

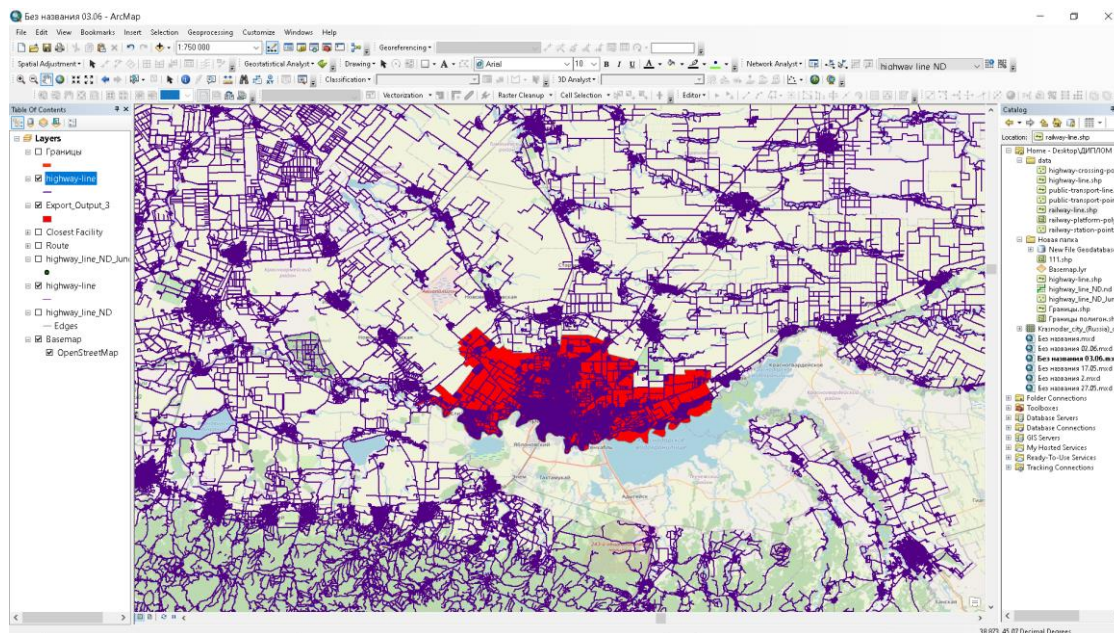


Рисунок 13 – Граница города Краснодар

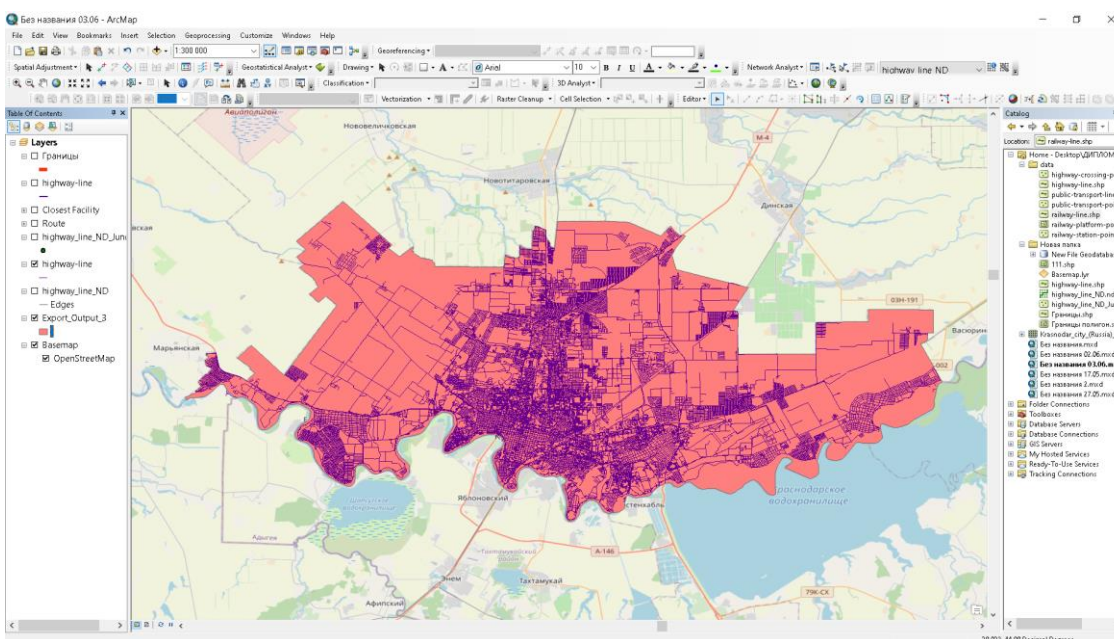


Рисунок 14 – Векторный слой дорог

## 7.1 Создание набора сетевых данных

Вторым шагом стало создание набора сетевых данных. Наборы сетевых данных используются для моделирования транспортных сетей. Они состоят из исходных объектов, которые могут состоять из простых объектов (линий и точек) и кривых, а также для хранения связности исходных объектов. Все типы анализов с использованием дополнения ArcGIS Network Analyst выполняются на основе файла сетевых данных.

Файл данных сети моделирует уличную сеть, показанную на рисунке 15. На рисунке показано, что можно моделировать улицы с односторонним движением, кривые в кривых и путепроводы / туннели. Операции сетевого анализа, такие как поиск маршрута от точки 1 до точки 2, выполняются с учетом свойств файла сетевых данных.

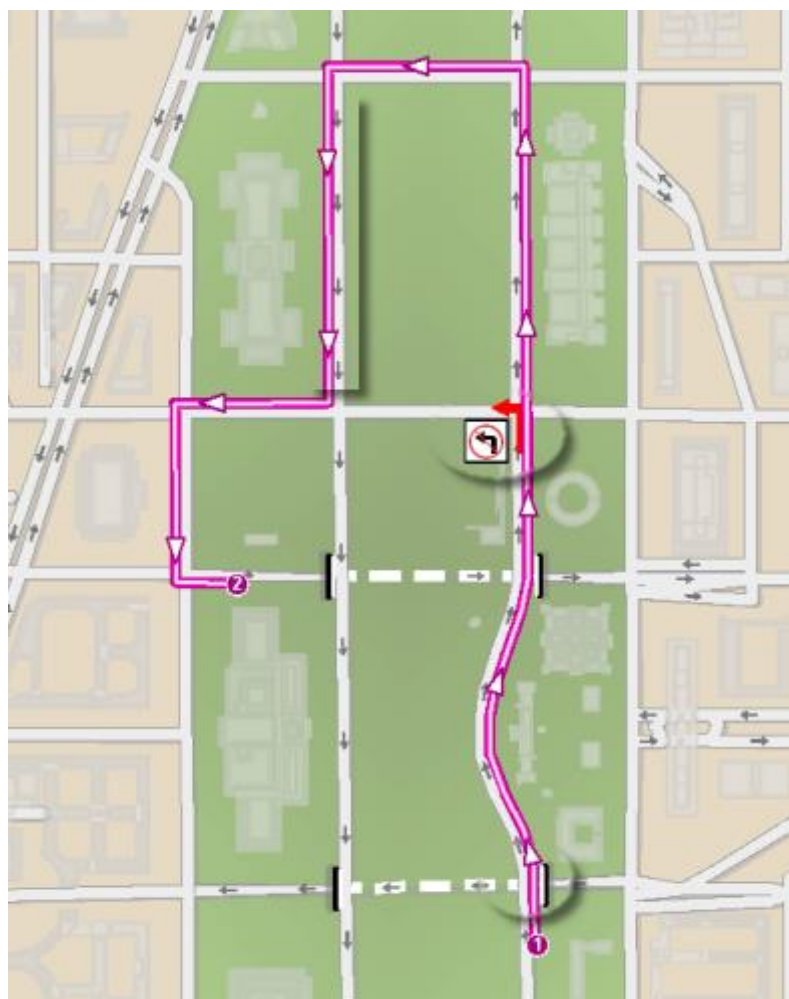


Рисунок 15 – Моделирование улицы с односторонним движением



Следующим этапом моей работы стало деление дорог с помощью инструмента Planarize Line, этот инструмент разделяет все выбранные линейные объекты там, где они пересекаются, кластерный допуск используется для поиска точек пересечения. Для этого нужно добавить панель инструментов, которая называется Advanced Editing, включить режим редактирования и после выделения всех линейных объектов нажать на иконку Planarize Line (рисунок 16).

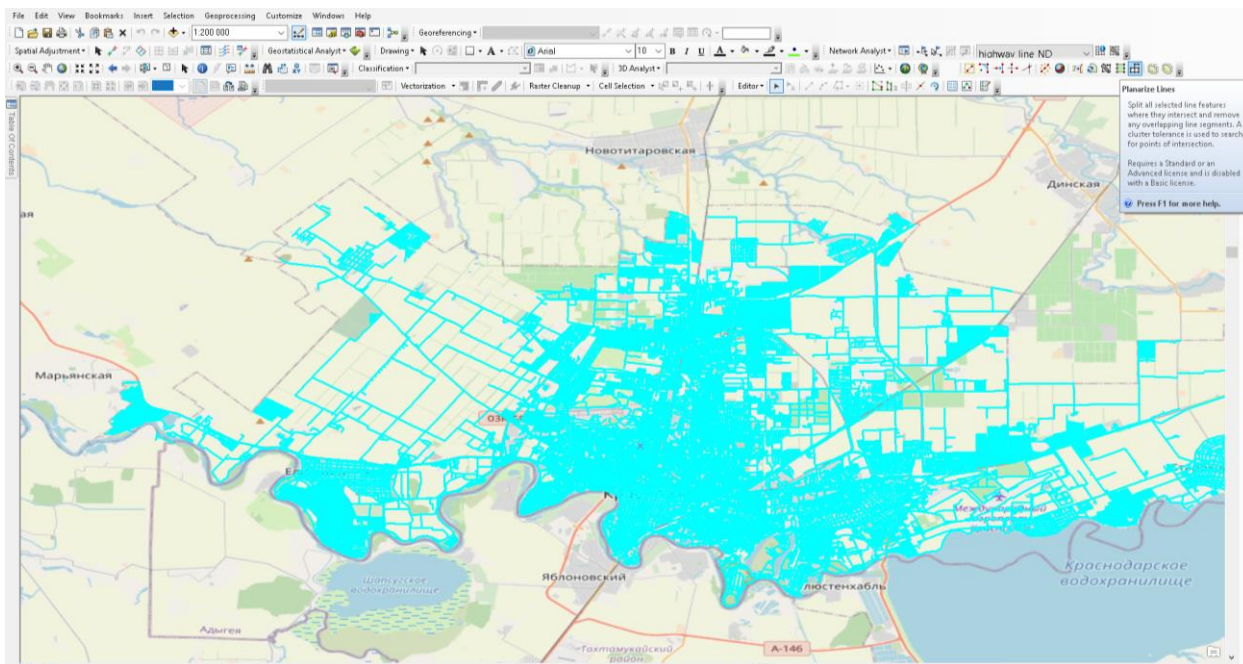


Рисунок 16 – Planarize Line

Так же одним из главных этапов работы является расчет длины всех дорог и тротуаров (в метрах). Для выполнения этой задачи я создал новое поле в атрибутивной таблице и с помощью инструмента Calculate Geometry рассчитал длину, для этого потребовалось поменять систему координат с WGS 1984 на WGS 1984 UTM Zone 37N. (рисунок 17).

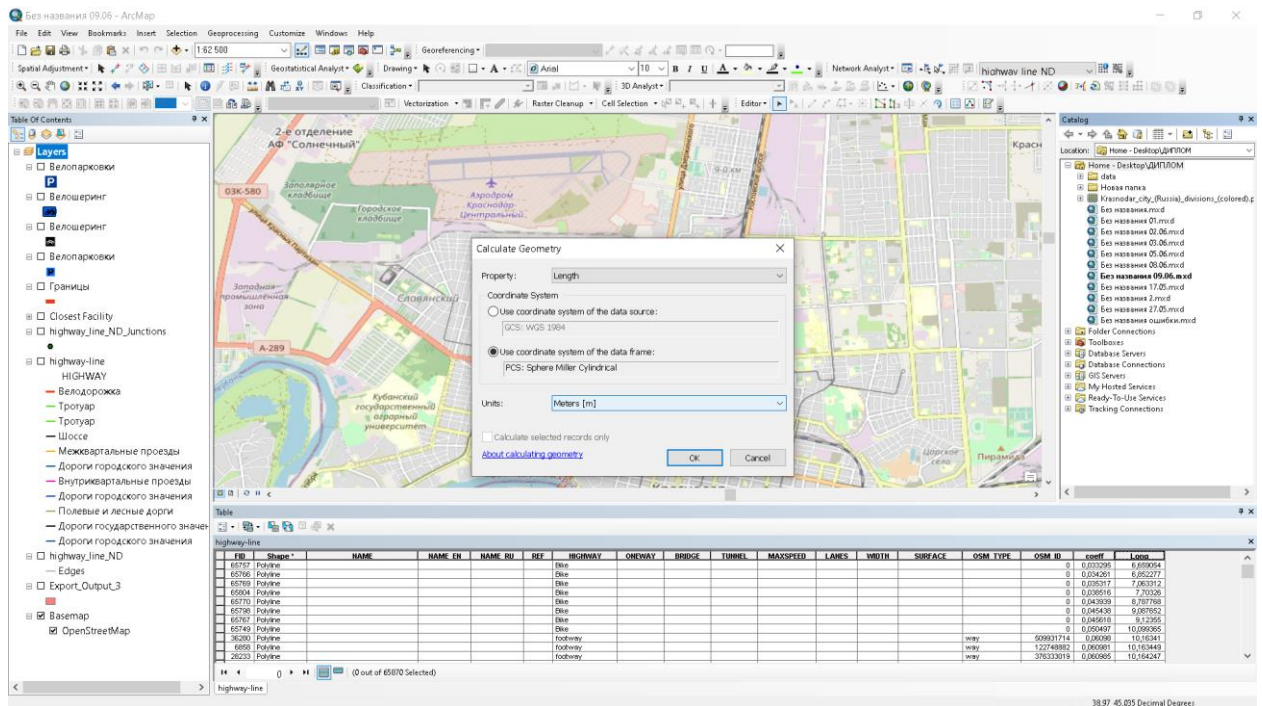


Рисунок 17 – Расчет длины всех дорог и тротуаров

## 7.2 Вычисление стоимости передвижения

После того, как вычисления длины всех дорог были выполнены, передо мной встала задача разделить все дороги на классы и вычислить стоимость передвижения по ним, используя коэффициенты, которые представлены в таблице 1. Всего получилось 8 классов дорог: велодорожки, тротуары, межквартальные проезды, полевые и лесные дороги, дороги городского (районного) значения, внутриквартальные проезды, шоссе и дороги государственного значения (рисунок 18). Всем дорогам были присвоены коэффициенты в зависимости от их удобности для передвижения на велотранспорте.

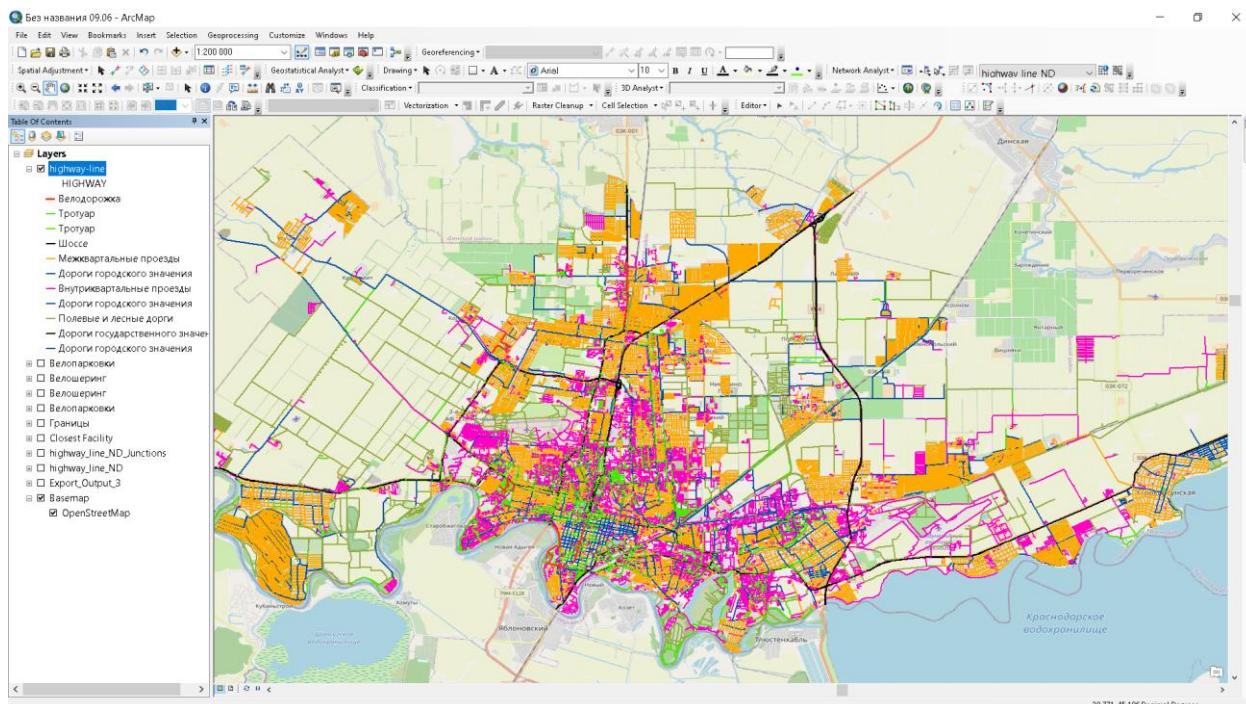


Рисунок 18 – Классификация

Таблица 1 – Коэффициенты

Тип	Коэффициент
Велодорожки	1
Тротуары	1,2
Межквартальные проезды	1,4
Полевые и лесные дороги	1,6
Дороги городского значения	2
Внутриквартальные проезды	2,2
Шоссе	4
Дороги государственного значения	4

Коэффициенты в данной таблице были рассчитаны, опираясь на факторы пригодности определенного типа дорог для езды по ним на велосипеде. Так, например, улице Ростовское Шоссе был присвоен коэффициент 4, потому как эта улица не приспособлена для езды на велосипеде, а именно такой езде мешает очень плотный поток машин, большая скорость потока машин, многополосность.

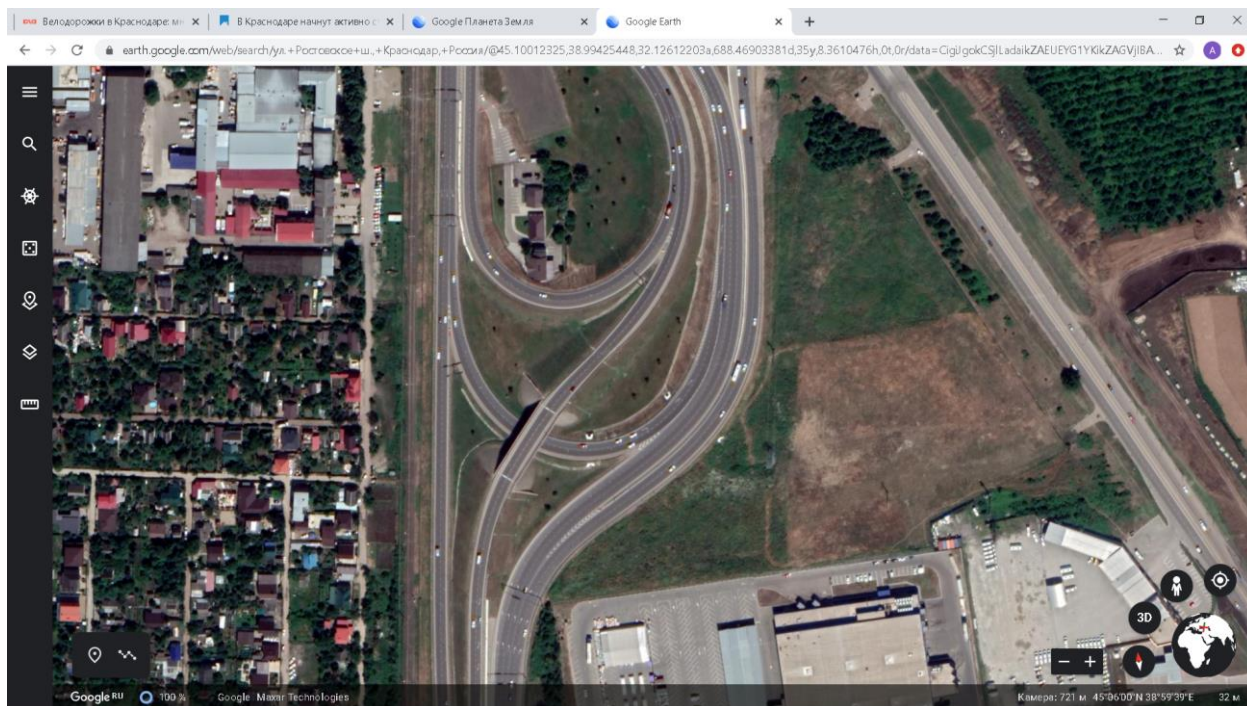


Рисунок 19 – ул. Ростовское Шоссе

После проделанной работы мне нужно было подсчитать стоимость передвижения по дороге (ребру). Для этого я создал столбец в атрибутивной таблице, потом по очереди выделял разные типы дорог с помощью Select by Attributes (рисунок 19), далее с помощью функции Field Calculator, выбрав ранее созданный мной столбец с рассчитанной длиной улиц, расчет производился по формуле  $[long]/1000/12*60*4$  (для шоссе) (рисунок 20).

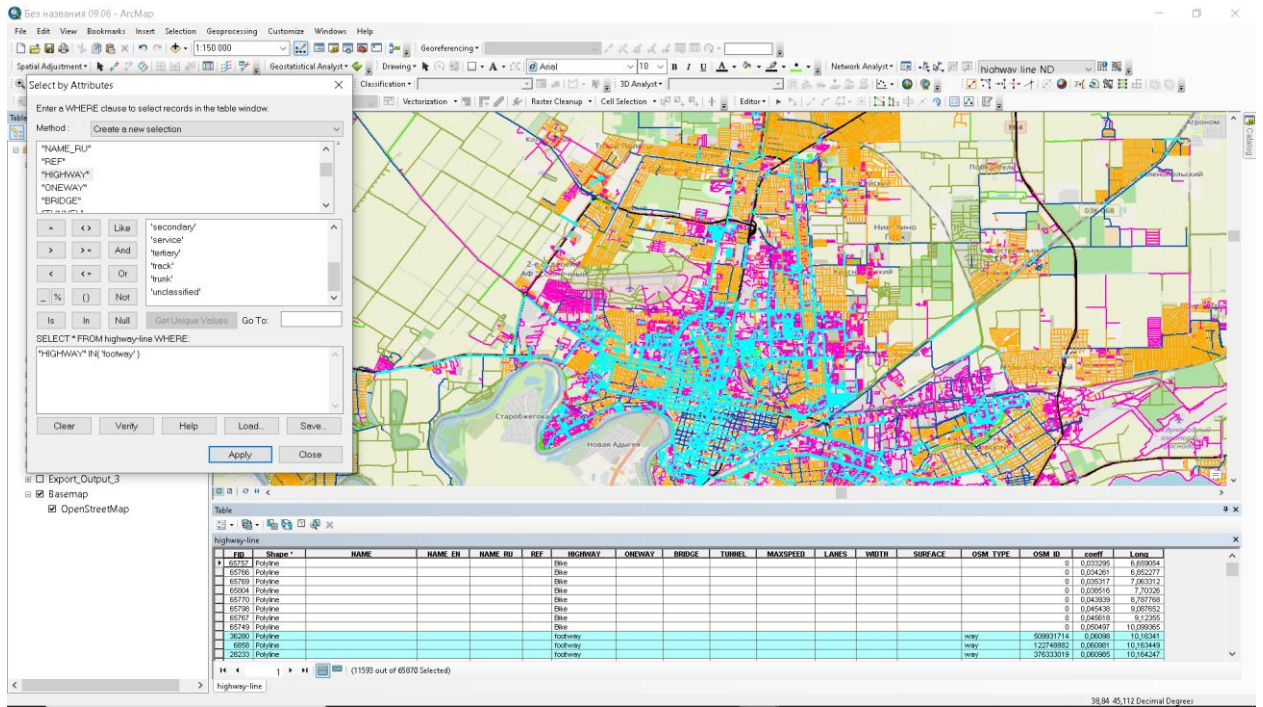


Рисунок 20 – Select by Attributes

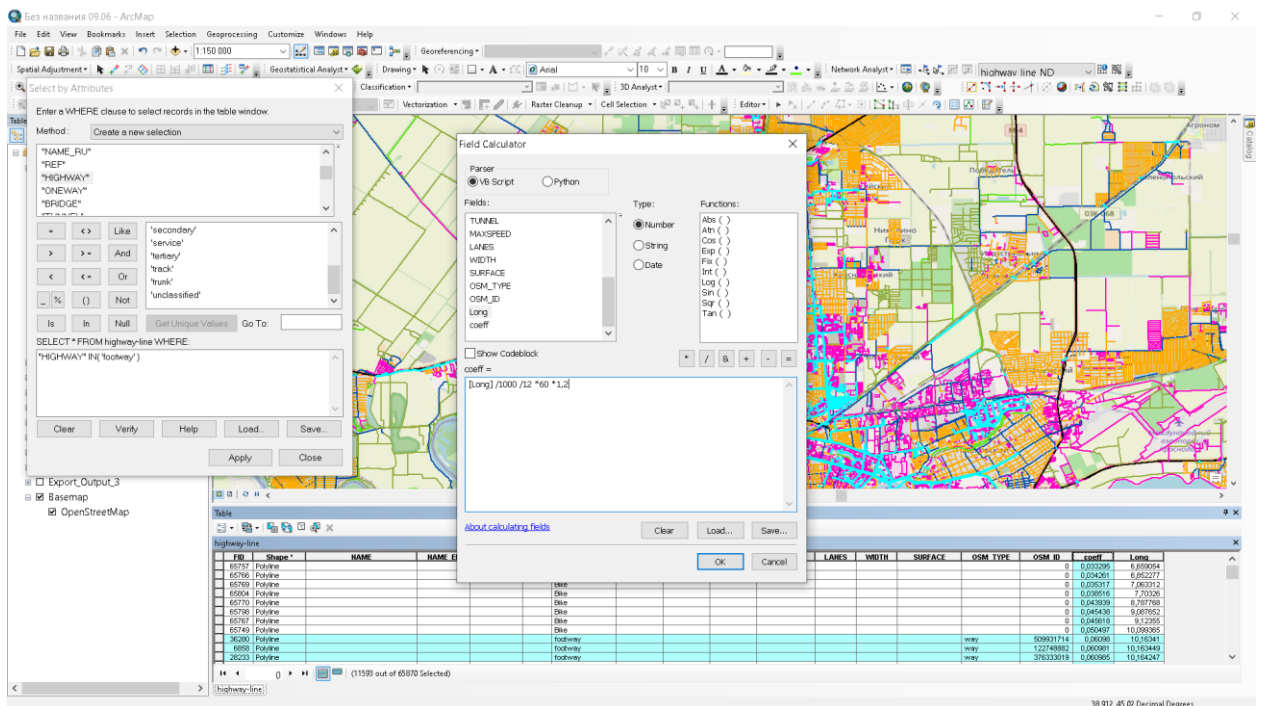


Рисунок 21 – Расчет стоимости передвижения

### 7.3 Нанесение на карту велопарковок и мест проката велосипеда

Работа с дорогами была практически завершена, я перешел к парковкам и велошерингу. Расположение велосипедных парковок было собрано из нескольких источников (рисунок 21) [18], [20]. А местонахождение точек проката велосипедов нашел в программе 2ГИС (рисунок 22).

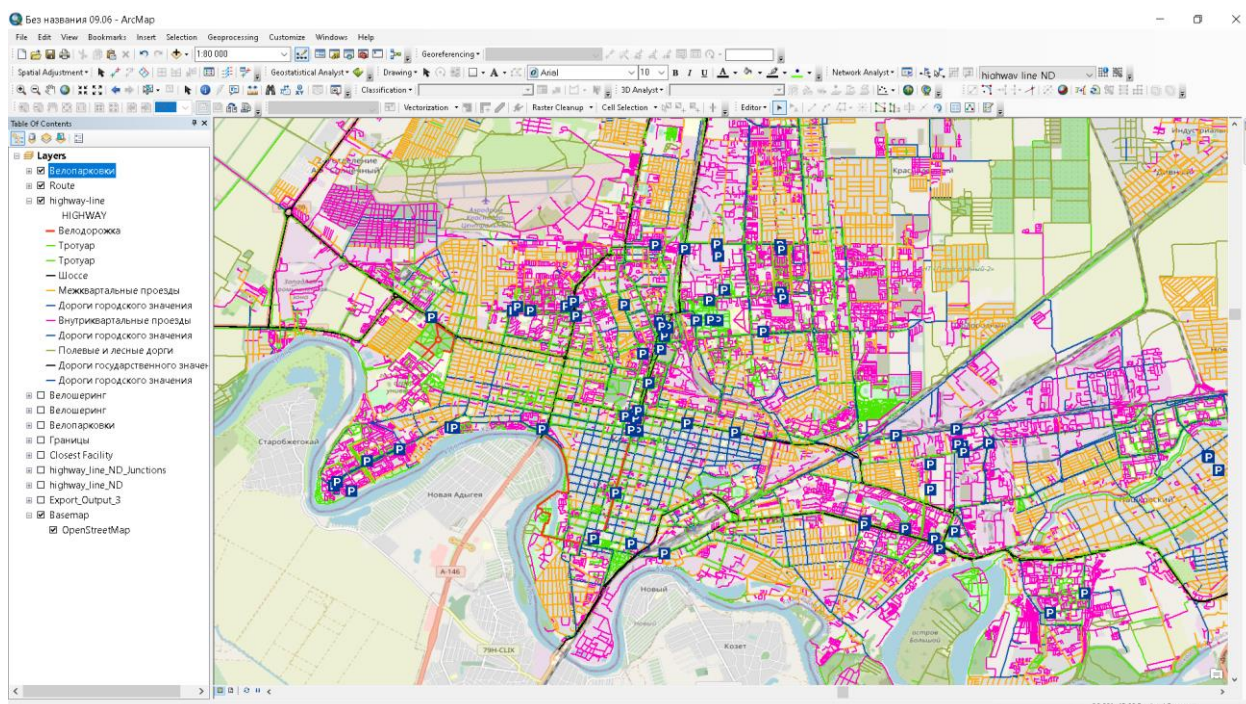


Рисунок 22 – Велопарковки

Велошеринг – удобный прокат велосипедов через мобильное приложение. Этой услугой ежедневно пользуются более миллиона человек по всему миру. Количество пользователей и велобайков для аренды растет с каждым месяцем – это простой способ передвижения по городу. Возьмите свой велосипед в одном месте в городе и оставьте его в другом месте – Lucky Bike позволяет сделать это за несколько минут с помощью мобильного приложения.

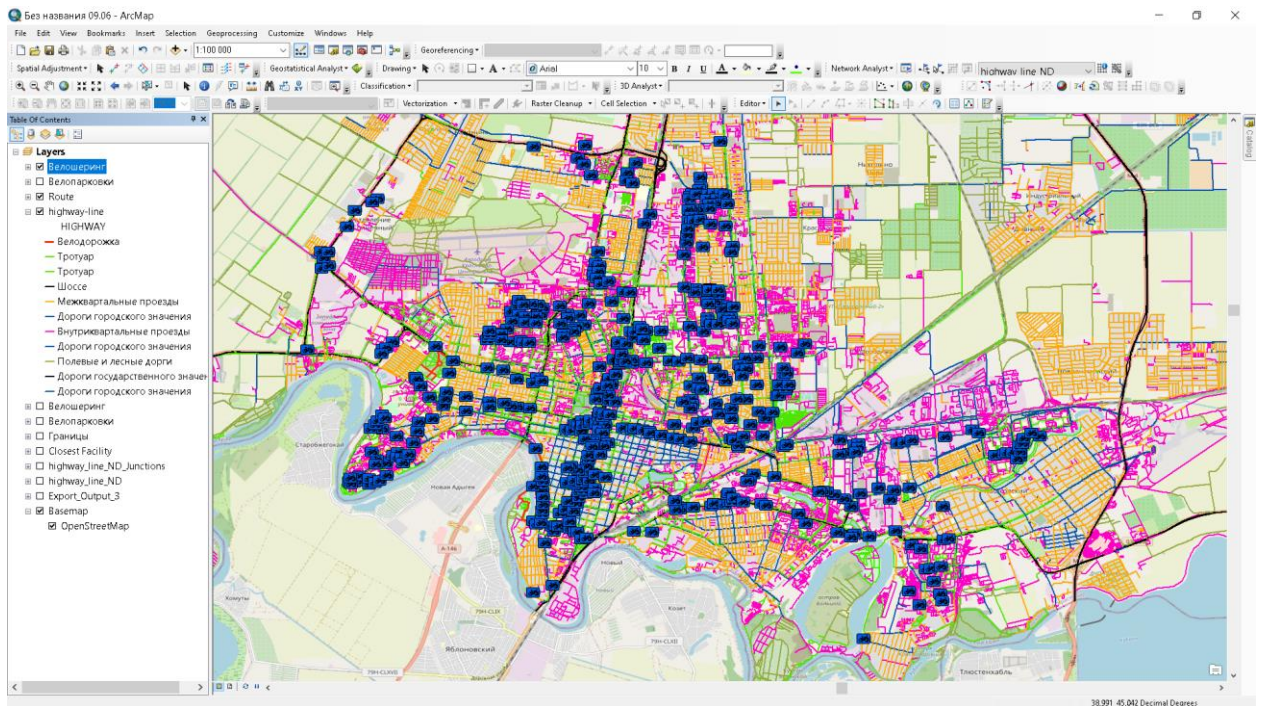


Рисунок 23 – Точки проката велосипедов Lucky Bike (велошеринг)

На рисунках 24 и 25 показано как работает данная карта.

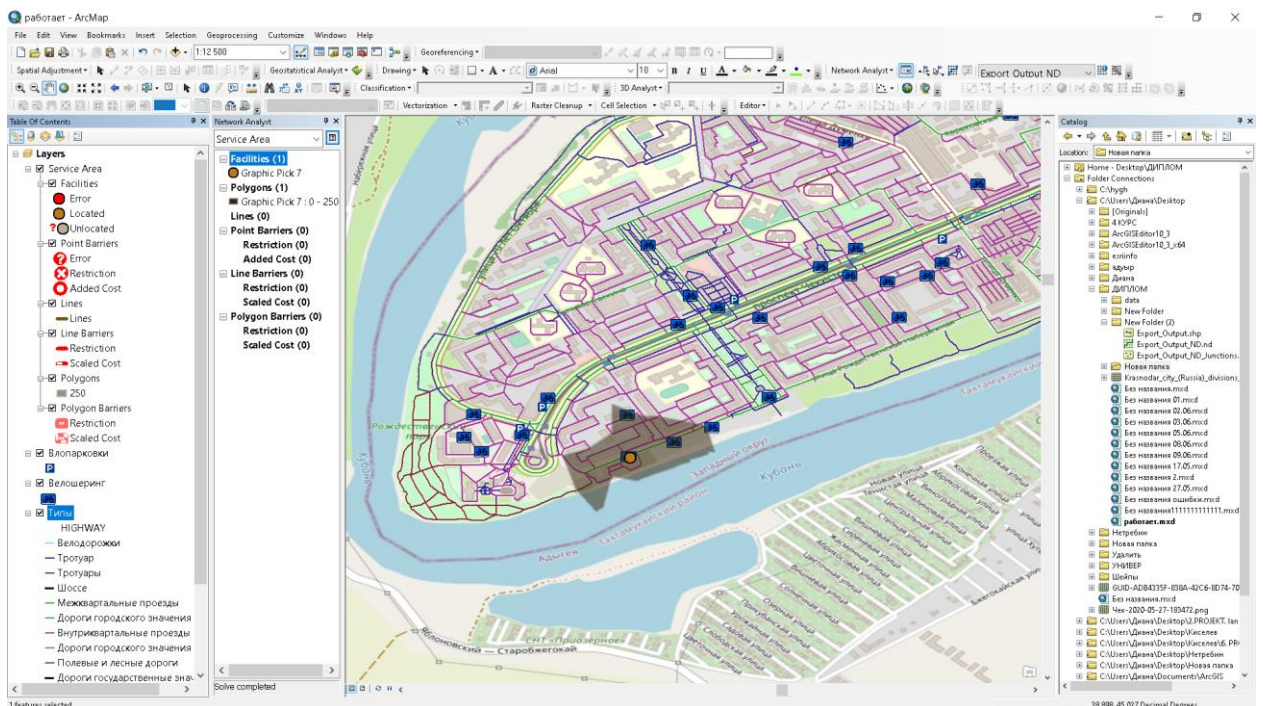


Рисунок 24 – Зона 5 минутной пешей доступности точек велопроката

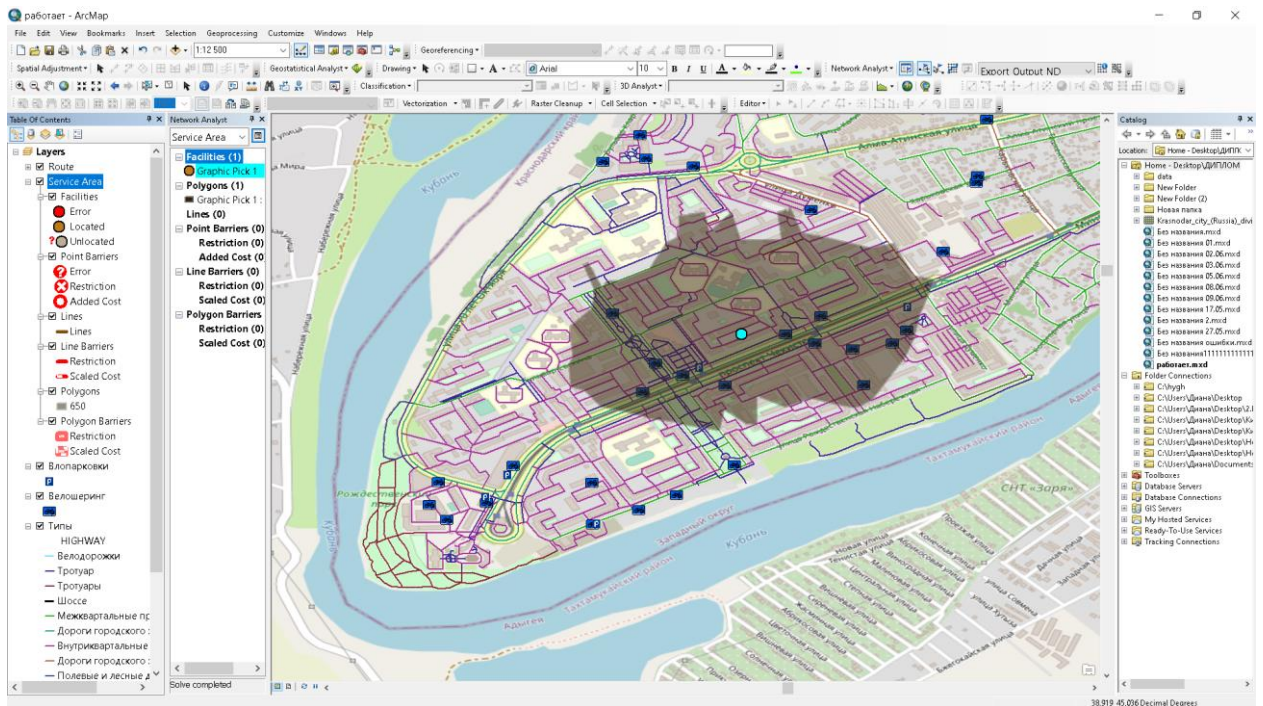


Рисунок 25 – Зона 10 минутной пешей доступности точек велопроката

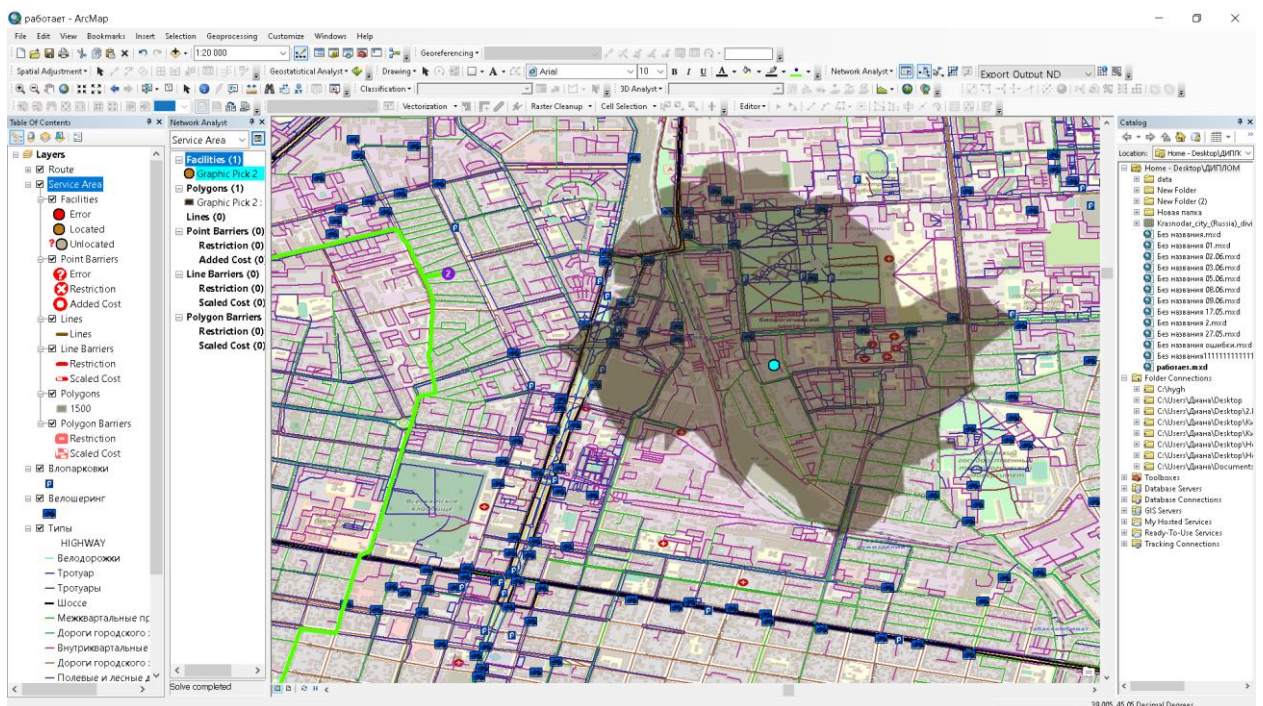


Рисунок 26 – Зона 20 минутной пешей доступности точек велопроката

С помощью инструмента New Service Area (Зоны доступности) можно определить какие точки велопроката находятся в пяти (рисунок 24), десяти (рисунок 25) или же двадцати (рисунок 26) минутах ходьбы от вашего дома, а с помощью инструмента New Route (Построение оптимального маршрута) в



панели инструментов Network Analyst можно построить маршрут от местоположения пользователя до ближайшей велопарковки, например.

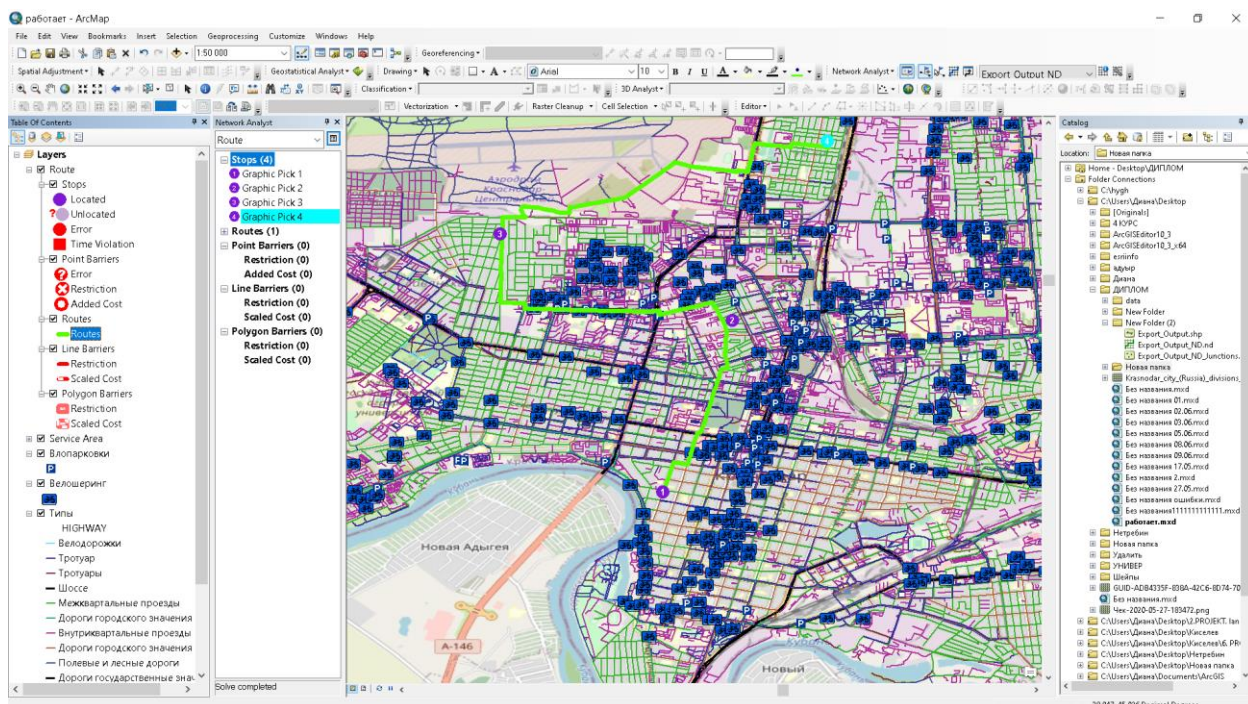


Рисунок 27 – Рассчитанный оптимальный маршрут

В итоге был подготовлен проект со всеми необходимыми слоями, включая слои, предназначенные для осуществления сетевого анализа, для создания кроссплатформенного приложения (рисунок 28).

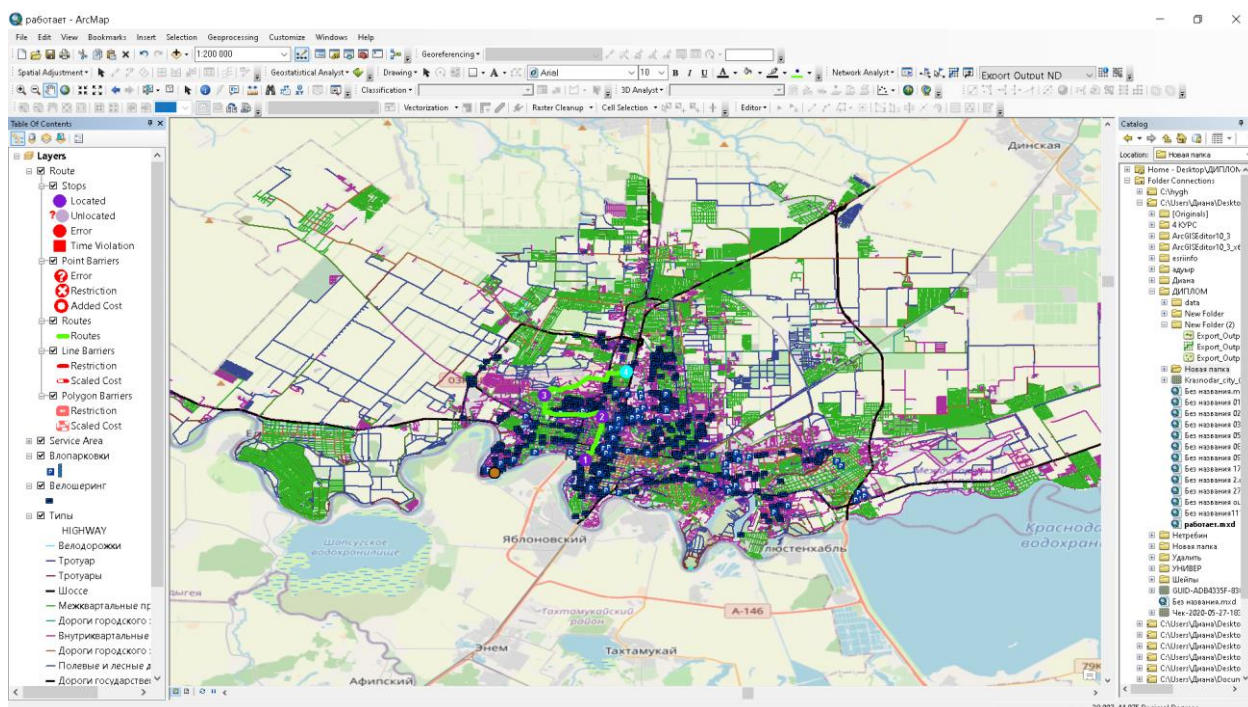


Рисунок 28 – Подготовленный проект для кроссплатформенного приложения

После завершения работы в ArcGIS Desktop следующей задачей было загрузить данный готовый проект в ArcGIS Online, создать веб-карту, веб-приложение и кроссплатформенное приложение.

## 8 Создание и настройка веб-карты

ArcGIS Online – это ГИС платформа, которая позволяет вам делиться информацией, создавать слои для веб-карт, а также создавать геоинформационные приложения.

Карты включают в себя базовую карту, набор слоев данных (многие из которых включают интерактивные всплывающие окна с информацией о данных), инструменты расширения и навигации для перемещения и масштабирования карты. Базовая карта и слои обычно размещаются и публикуются через ArcGIS Online. Однако карты могут также содержать слои, которые добавляются непосредственно на карту, а также слои и базовые карты, взятые снаружи. Многие вкладки могут также содержать масштабируемые символы и другие интеллектуальные опции стиля, которые разрабатывают данные и шаблоны для работы с ними. Например, на рисунке 29 показан ориентир для землетрясений за последние 60 дней.

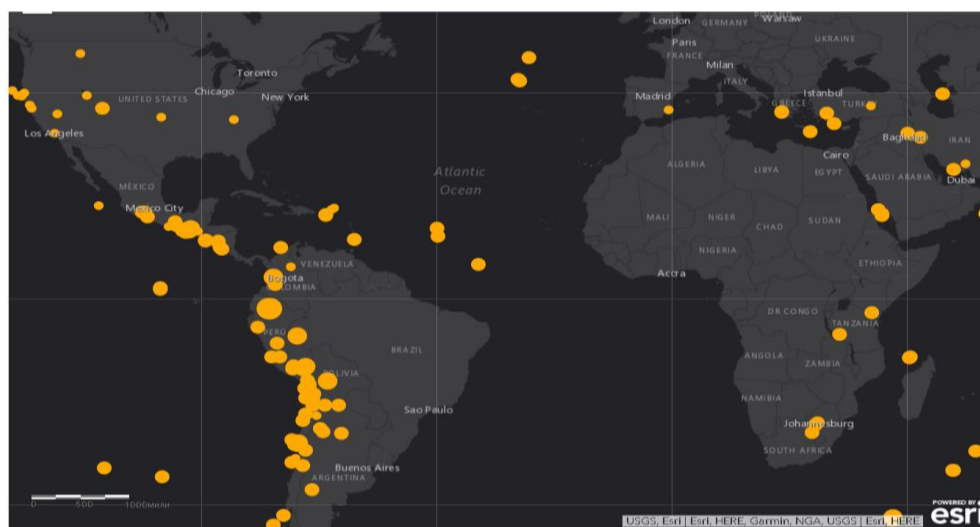


Рисунок 29 – Сравнительная магнитуда землетрясений, произошедших за последние 60 дней

В галерее базовых карт есть карты, которые можно использовать в качестве подложки для ваших слоев или вашей карты, при создании карты есть вариант выбора карты-подложки. Так же можно использовать свою карту в качестве подложки (рисунок 30).

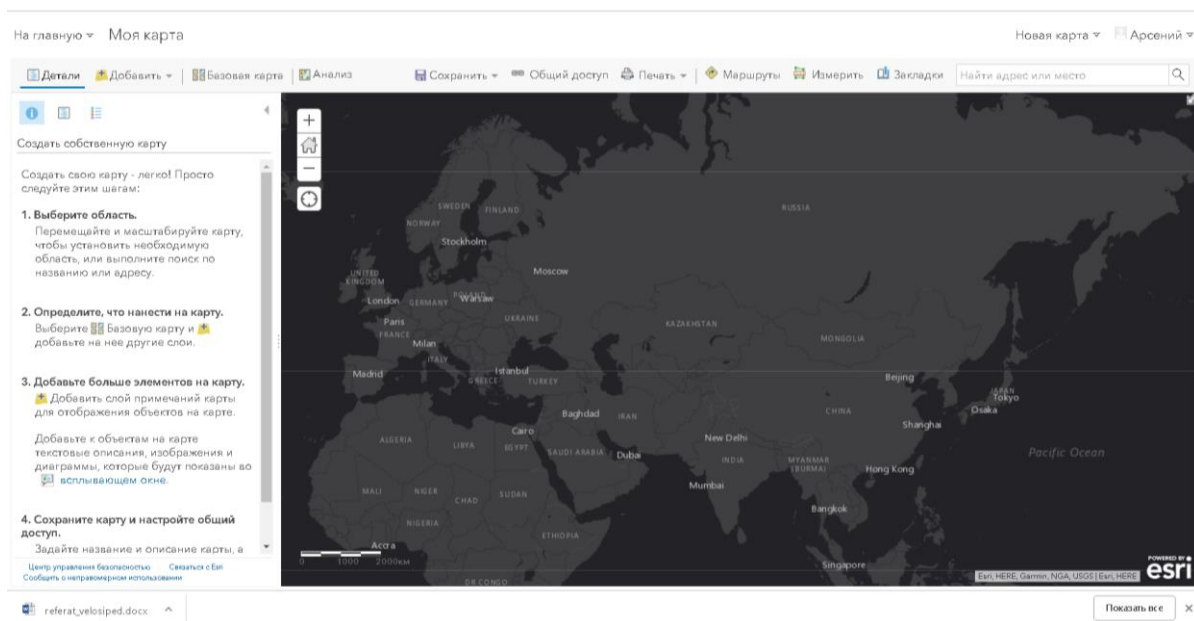


Рисунок 30 – Базовая карта

Галерея основных карт (рисунок 31) содержит несколько карт, включая топографические, спутниковые и карты улиц. В дополнение к галерее базовой карты вы также можете использовать свою собственную базовую карту, введя существующий слой или добавив слой из Интернета. Вы можете использовать базовые карты из слоев ArcGIS, OGC и листов. Если вы используете свою собственную базовую карту, то вместо Web Mercator, системы координат базовой карты ESRI, в качестве проекции используется проекция этой базовой карты.

Вы можете создать многослойную базовую карту, используя рабочие слои карты (рисунок 32). Рабочие слои – это слои, с которыми работает пользователь и которые отображаются на базовой карте. Если переместить рабочие слои внутри группы слоев базовой карты на панели «Содержимое», создается базовая карта с двумя и более. Это полезно, если у вас есть два или более слоя, которые необходимо использовать вместе в качестве базовой карты или в качестве контекста для вашей карты. Например, если есть слой базового изображения и необходимо добавить слой изображения карты с опорными метками, расположенными сверху, или если нужно объединить несколько базовых слоев, например, слой [5].

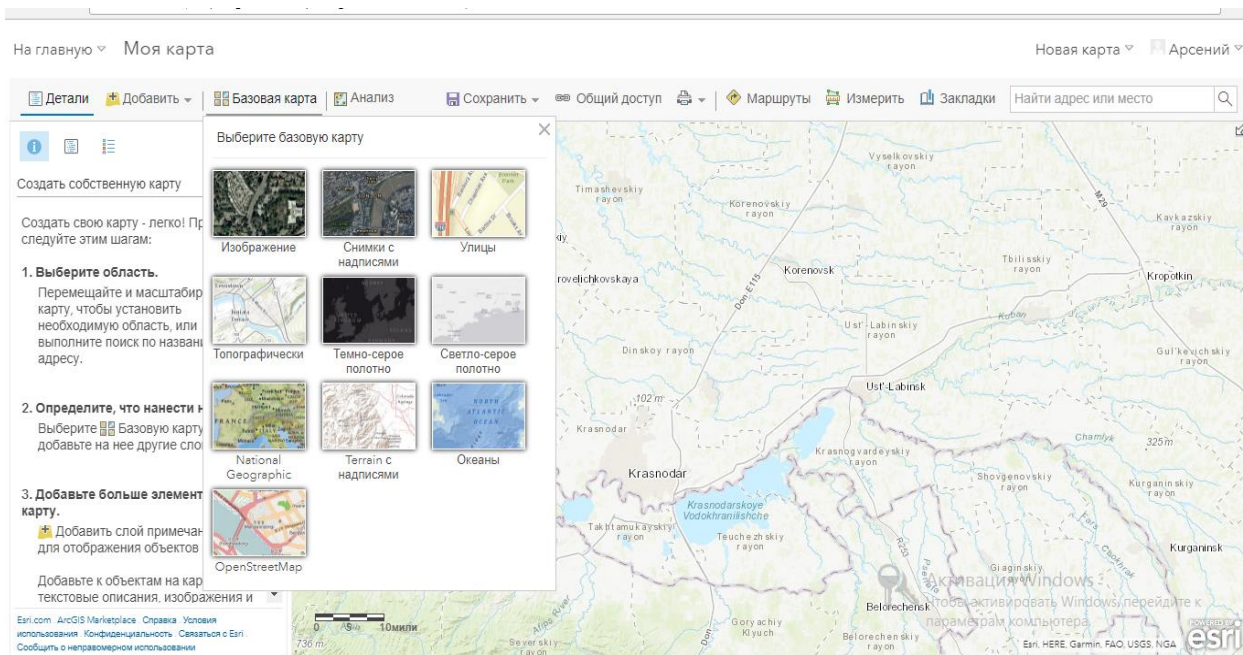


Рисунок 31 – Галерея базовых карт

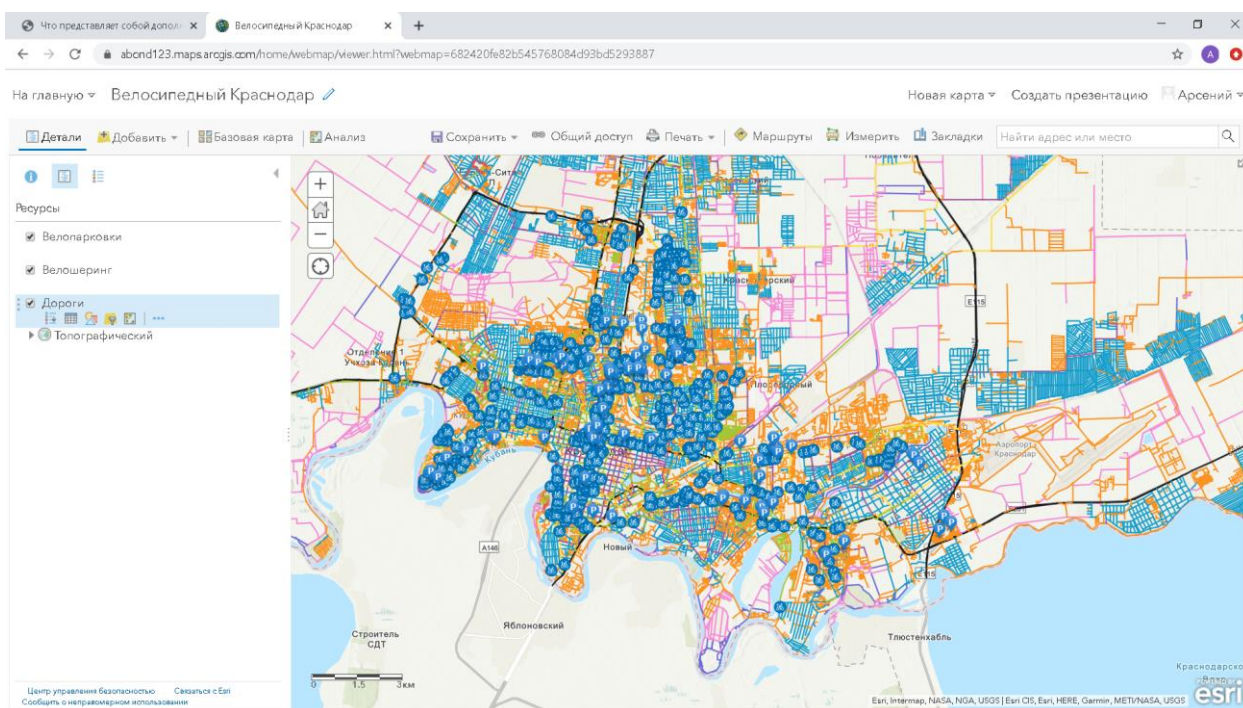


Рисунок 32 – Работа со слоями

Карты могут быть созданы в несколько шагов и открыты в стандартных браузерах, мобильных устройствах и браузерах карт. Их можно передавать по ссылкам, встраивать в веб-страницы и использовать для создания веб-приложений на основе карт. После публикации автор карты решает, что включить в

его содержание. Например, если карта публикуется для общего доступа через браузер карт, она включает в себя возможность переключения основных карт, просмотра легенды (если есть), изучения подробной информации о карте, публикации, печати и измерения на карте, а также поиска местоположения. Вход в браузер карты с учетной записью ArcGIS дает вам больше возможностей для добавления слоев, выполнения анализа, получения инструкций и многого другого. Карты, встроенные в веб-страницы и публикуемые через приложения, обычно содержат набор инструментов для решения конкретных задач, таких как редактирование или прямое сравнение нескольких карт [8].

## 9 Разработка и настройка веб-приложения

Веб-приложение – это настраиваемый пользовательский интерфейс, который определяет внешний вид вашей карты, добавляет (или уменьшает) функциональность или помогает комбинировать вашу карту с различными источниками мультимедиа. Можно выбрать один из нескольких готовых и настраиваемых шаблонов веб-приложений с различными макетами или создать свое собственное веб-приложение, используя Web AppBuilder for ArcGIS, что было сделано в рамках данного проекта.

Теперь можно создать веб-приложение. Чтобы другие пользователи могли видеть карту, необходимо поделиться ею (рисунок 33).

Нужно открыть карту, на ленте выше карты нажать кнопку «Общий доступ».

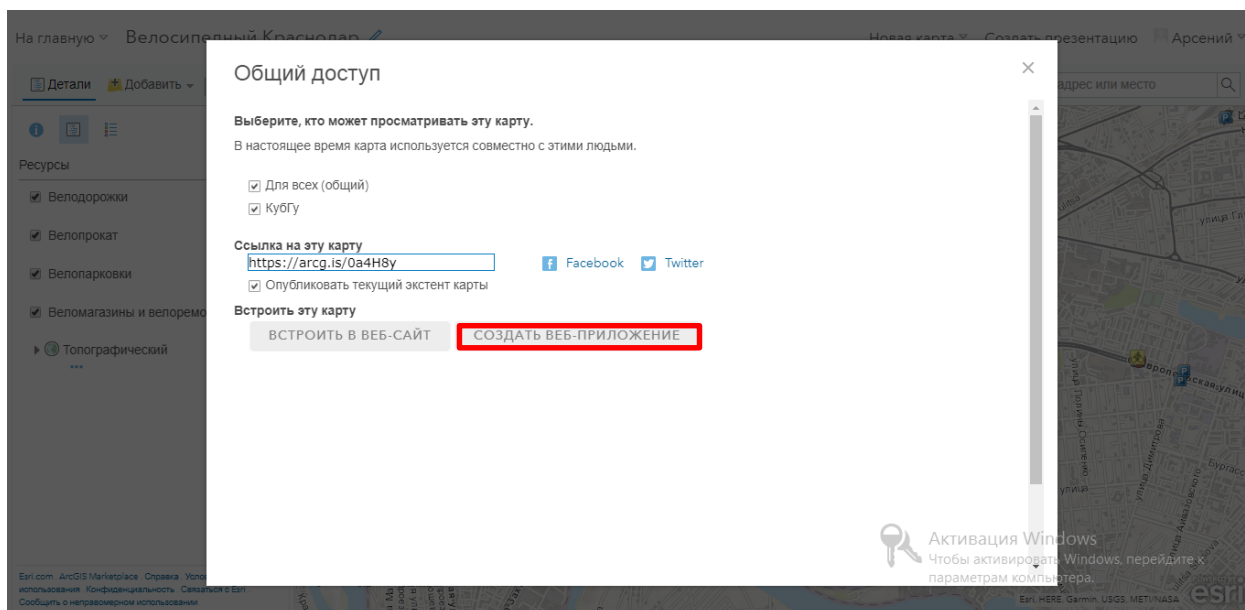


Рисунок 33 – Предоставление общего доступа к карте

Картой можно поделиться в таких социальных сетях, как Facebook или Twitter, но для этого необходимо сделать ее доступной для всех пользователей, а затем нажать «Обновить параметры общего доступа», чтобы изменить параметры слоя и сделать их видимыми на веб-карте.

Карта теперь общедоступна, и можно переходить к созданию веб-приложение.

Для создания приложения нужно в окне «Общий доступ» нажать кнопку «Создать веб-приложение» (рисунок 33).

Откроется окно «Создать новое веб-приложение», содержащее галерею доступных шаблонов (рисунок 34). Из предложенных шаблонов был выбран «Основной व्यюер» который представляет собой карту и основные инструменты работы с ней, в том числе редактирование и печать. В диалоговом окне «Создание нового веб-приложения» задаём имя и теги, зависящие от темы карты.

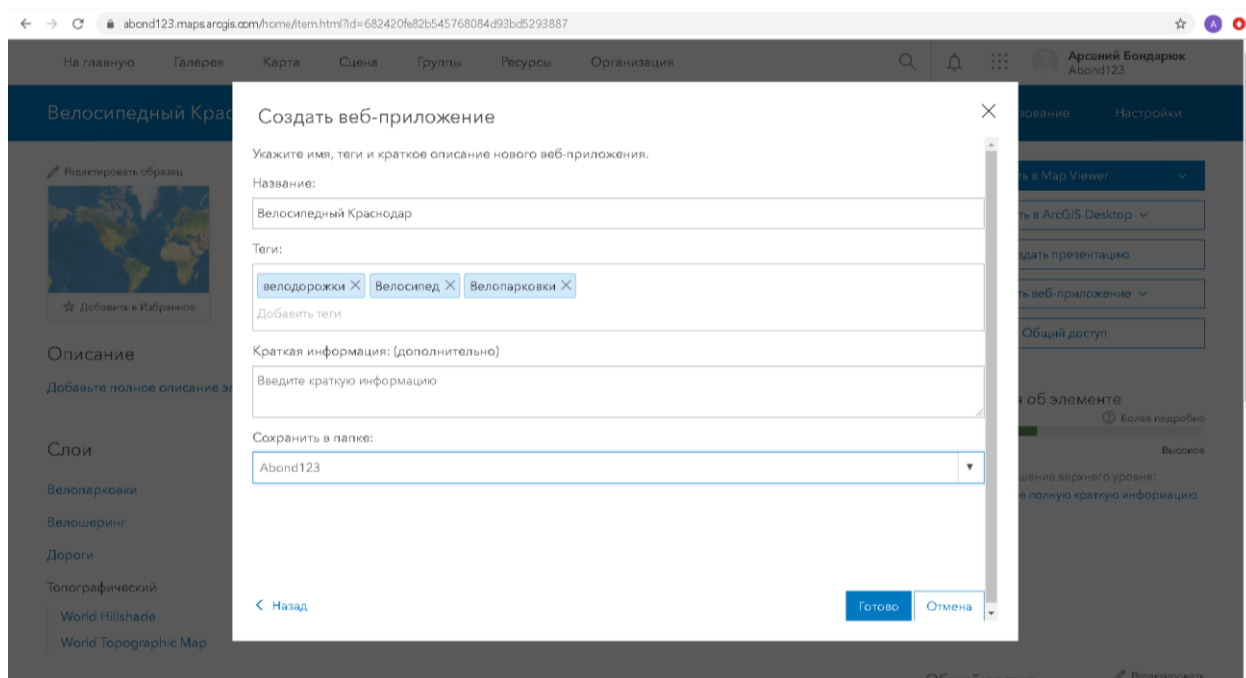


Рисунок 34 – Создание веб-приложения

Этот сервис предоставляет возможность выбирать предварительно настроенные темы, есть возможность редактировать слои и объекты на карте. На вкладке карты можно выбрать тип базовой карты, разработчики представлена возможность использовать такие карты как: OpenStreetMap, Topographic, National Geographic, Light Grey Canvas и др.

После нескольких минут ожидания приложение будет создано, его можно настроить под нужды пользователей (рисунок 35). AppBuilder в



включает в себя веб-карту, имя по умолчанию и несколько функций карты по умолчанию. Далее вы настраиваете аспекты внешнего вида и функциональности веб-приложения. В частности, добавьте гаджет в ваше веб-приложение, которое даст вам больше контроля над потоковыми службами.

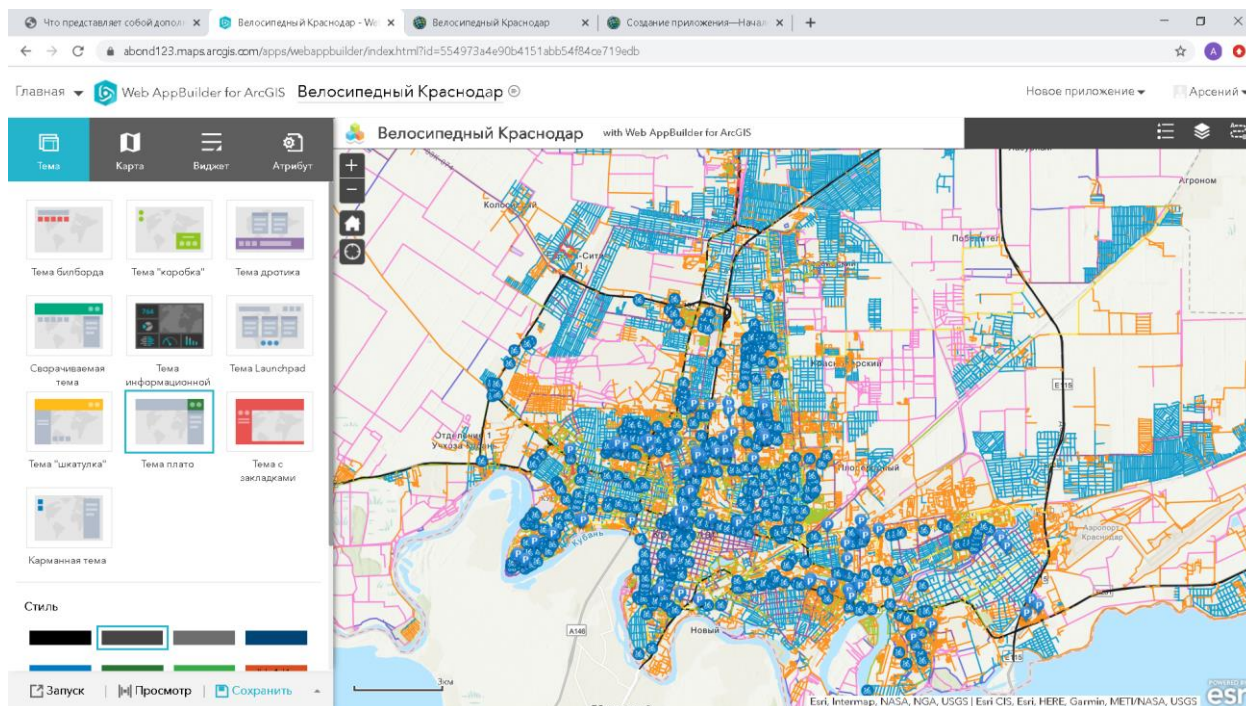


Рисунок 35 – Настройка веб-приложения

В этом разделе название веб-приложения и множества элементов управления размещается на серой полосе в нижней части экрана, которая называется контроллером. Это упрощает некоторые функции и обеспечивает больше внимания к карте. Однако серый контроллер не выделяется на фоне темной базовой карты, поэтому вы меняете его цвет.

После настройки панели инструментов существует возможность добавления виджеты, также можно добавить виджеты и в веб-приложение, которое будет создано в Web AppBuilder. Эти виджеты помогают пользователю выполнять множество картографических задач, таких как навигация и измерения. В разрабатываемое приложение был добавлен виджет, который позволяет пользователям прокладывать маршруты (рисунок 36) [4].

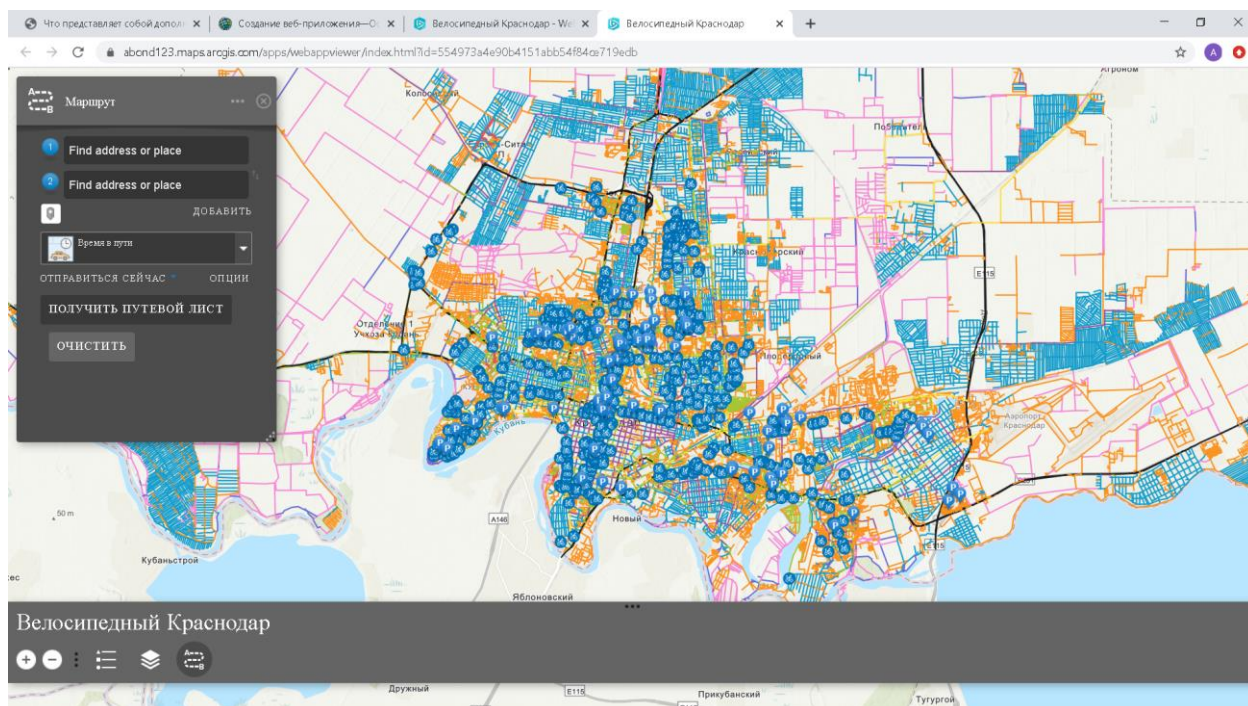


Рисунок 36 – Роутер

До недавнего времени картография ограничивалась несколькими компаниями, институтами и картографическими агентствами, которым требовалось относительно дорогое и сложное аппаратное и программное обеспечение, а также квалифицированные картографы и инженеры геоматы. Веб-картография привела множество географических наборов данных, включая бесплатные файлы, созданные OpenStreetMap, и защищенные файлы данных, принадлежащие Navteq, Google, Waze и другим. Был разработан и внедрен ряд бесплатных картографических программ, а также проприетарные инструменты, такие как ArcGIS.

## 10 Создание кроссплатформенного приложения

Переходим на веб-сайт AppStudio for ArcGIS (рисунок 37). Веб-сайт AppStudio for ArcGIS позволяет создавать собственные приложения без необходимости устанавливать специальное программное обеспечение на компьютер. Сервис предоставляет возможность создать и получить пакеты установки для любой платформы (Android/iOS/Mac OS X/Linux/Windows) непосредственно на сайте, создавать стартовую страницу приложения, что позволит привлечь внимание широкой аудитории к приложению.

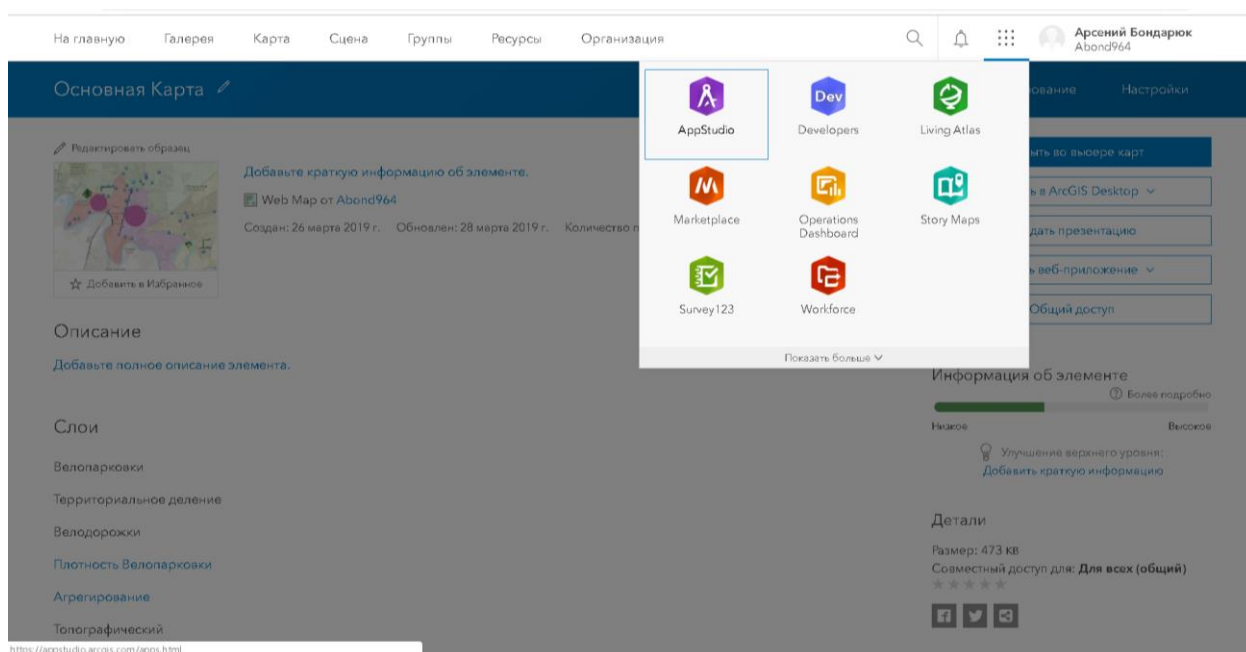


Рисунок 37 – Интерфейс сервиса AppStudio

Также можно скачать и установить AppStudio for ArcGIS Desktop Edition. Обычно пользователи обращаются к AppStudio for ArcGIS Desktop Edition для разработки собственных приложений или для публикации собственных разработок в своей корпоративной сети. Например, создав приложение на сайте AppStudio for ArcGIS, можно скачать код приложения на свой локальный компьютер и внести туда изменения [3].

Также предусмотрена возможность создания приложения с нуля, или взять за основу один из примеров, а затем сконструировать пакеты установки для любой поддерживаемой платформы.

Для создания простого приложения необходимо выполнить следующую последовательность действий в AppStudio for ArcGIS Desktop Edition:

– открыть на рабочем столе AppStudio for ArcGIS Desktop Edition (рисунок 38);

– щелкнуть на панели инструментов «Новое приложение»

– в списке категорий выбрать клавишу «Шаблон»

– ввести имя проекта и нажать «Ок» для построения приложения

AppStudio – мощное средство от ESRI для быстрой развёртки, настройки, тестирования кроссплатформенных приложений.

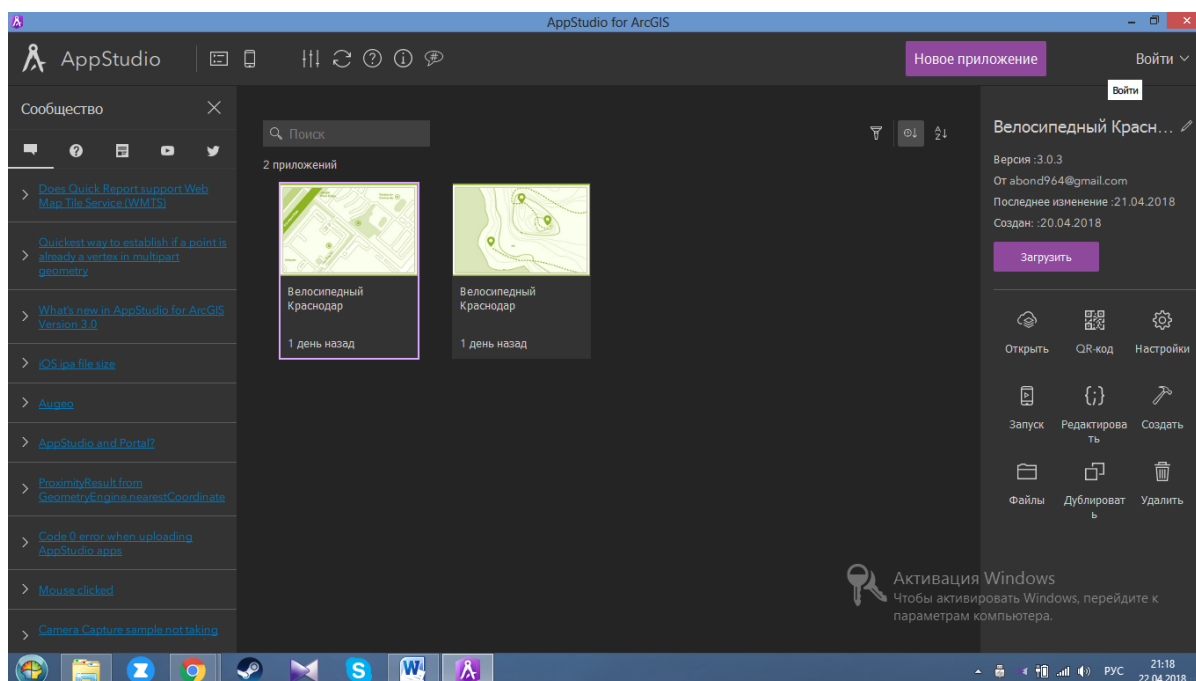


Рисунок 38 – AppStudio for ArcGIS Desktop Edition

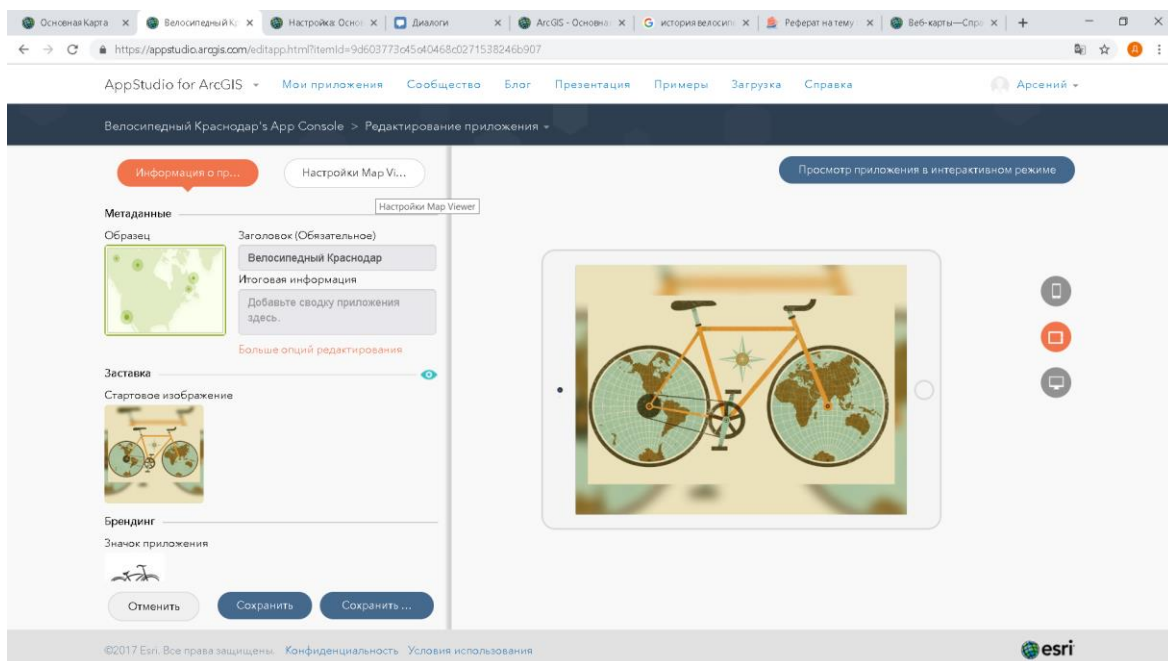


Рисунок 39 – Редактирование приложения

Следующие свойства следует отредактировать для приложения:

- образец – хранится как образец элемента ArcGIS. Для наилучших результатов рекомендуется использовать изображение не менее 200 на 133 пикселей;
- заголовок – он отображается при запуске приложения. Он также является заголовком элемента ArcGIS для вашего приложения;
- итоговая информация – отображается при запуске приложения и является итоговой информацией элемента ArcGIS для вашего приложения;
- описание – описание элемента ArcGIS для вашего приложения;
- теги – создавайте теги, которые помогут идентифицировать ваше приложение в ArcGIS;
- стартовое изображение – комбинация изображения и фона, которая отображается при запуске вашего приложения. Фоном может быть цвет или другое изображение. Для наилучших результатов рекомендуется использовать изображение не менее 1024 на 1024 пикселей;

– значок приложения – этот файл используется для генерации ряда файлов значков приложения для каждой платформы. Изображение должно вписываться в квадрат и хорошо смотреться в диапазоне размеров от 32x32 до 1024x1024 пикселей;

– при редактировании информации о приложении, область просмотра приложения отображает стартовое изображение вашего приложения, чтобы помочь вам получить представление о внешнем виде приложения. В этой области невозможно просмотреть другие параметры (рисунок 39).

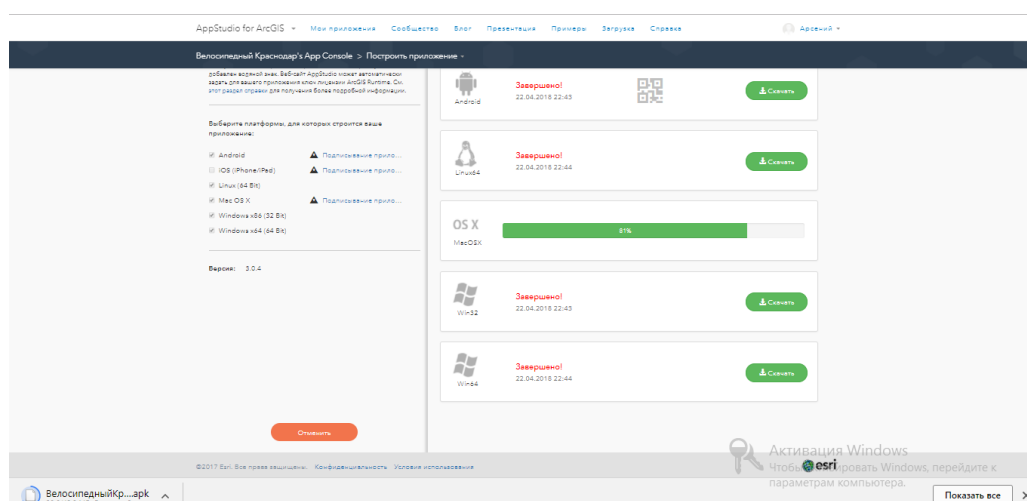


Рисунок 40 – Построение приложения для различных платформ

После того как прошло построение приложений (рисунок 40), скачиваем файл для Вашей операционной системы, устанавливаем и запускаем приложение (рисунок 41, 42).

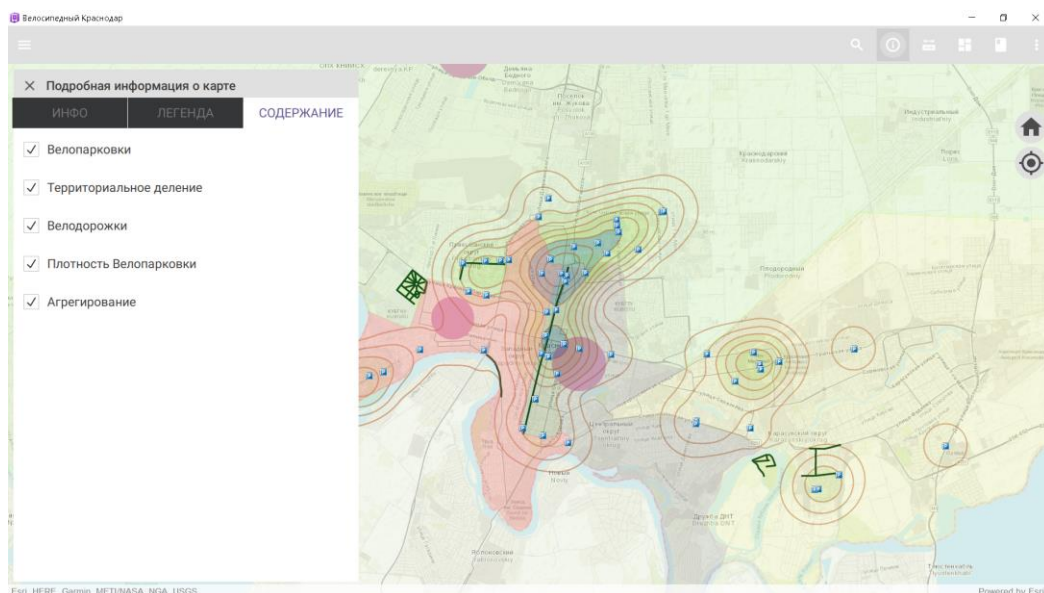


Рисунок 41 – Кроссплатформенное приложение «Велосипедный Краснодар» для платформы Windows

На рисунках 41 и 42 изображены изолинии плотности велосипедных парковок города Краснодар, в приложении «Велосипедный Краснодар». Анализируя эти рисунки, можно сделать вывод, что большинство велопарковок находится в центре города.

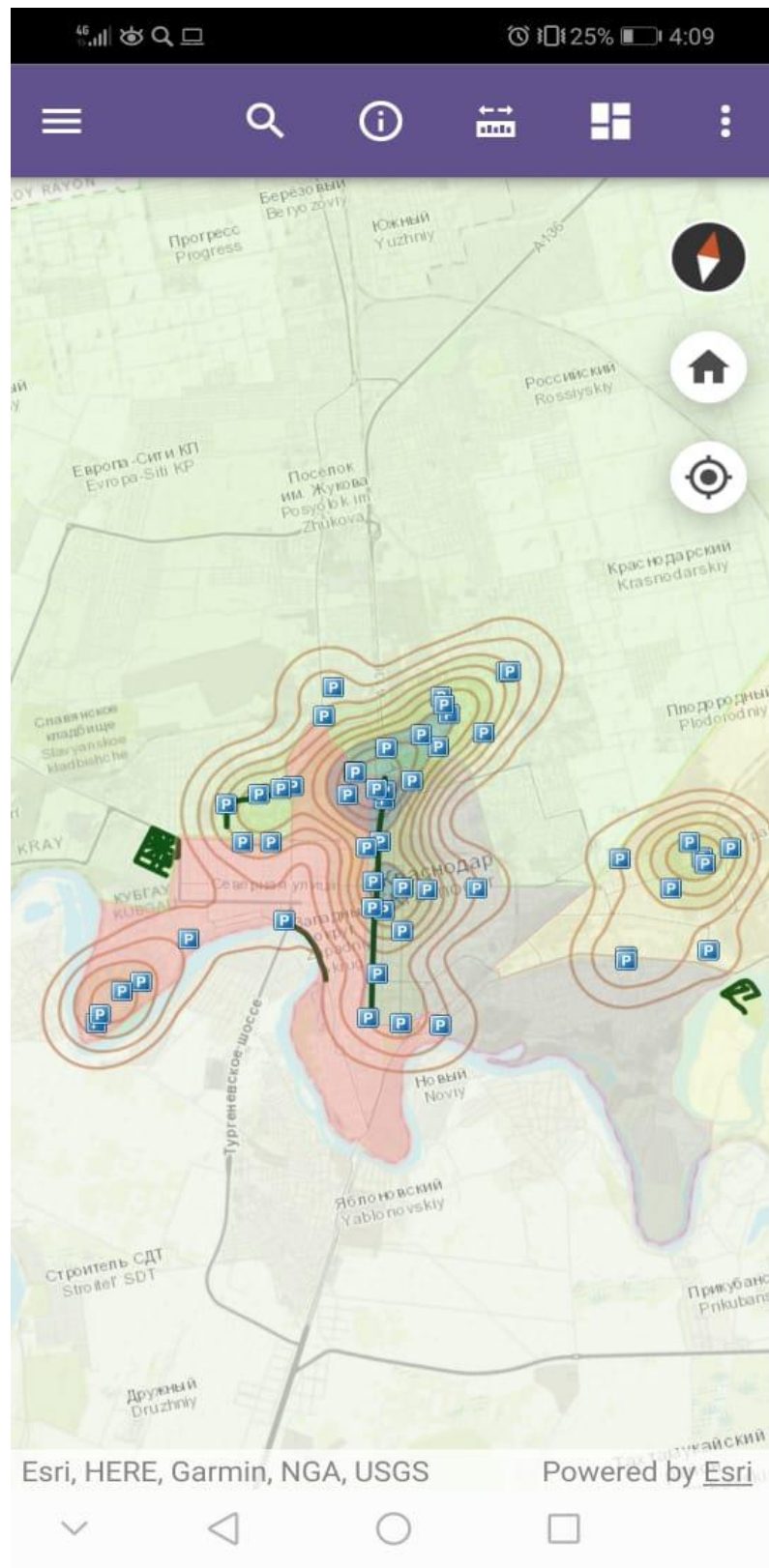


Рисунок 42 – Кроссплатформенное приложение «Велосипедный Краснодар» для Android платформы



В приложении «Велосипедный Краснодар» реализована возможность управления видимостью следующих слоев: велодорожки, велопарковки, велошеринг (рисунок 43).

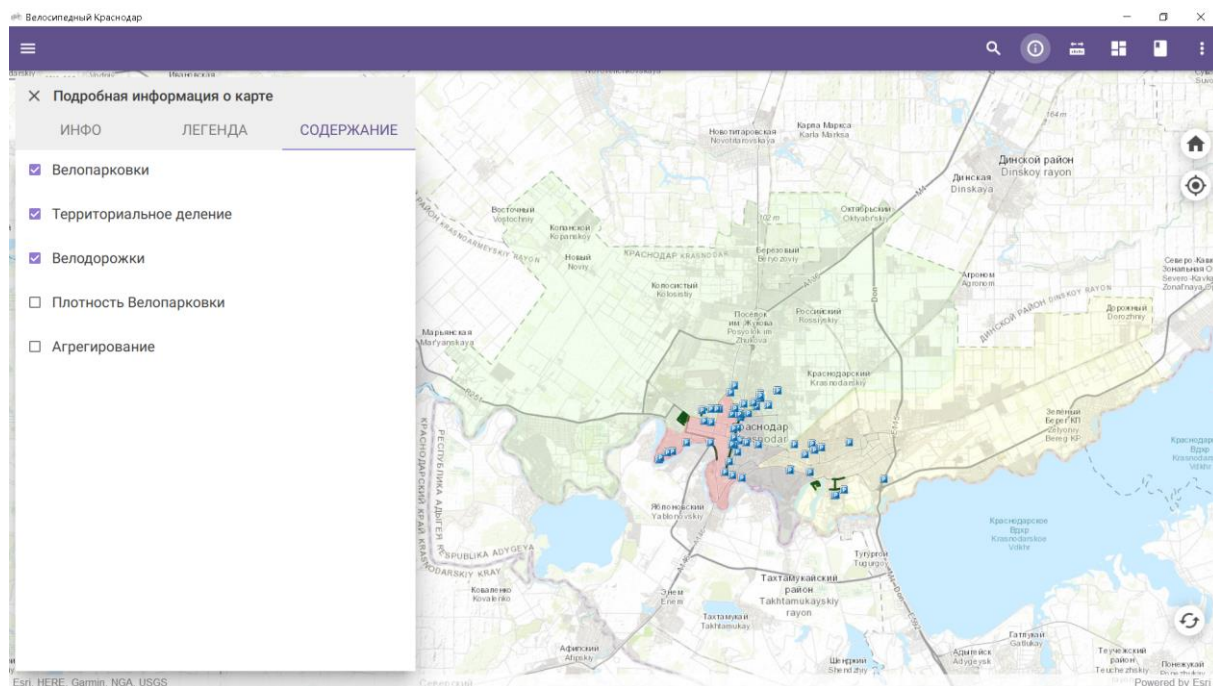


Рисунок 43 – Слои приложения

Также в приложении присутствует инструмент «Рулетка» с помощью которого можно измерить расстояние, которое вы проехали на велосипеде. Можно выбрать в каких единицах оно будет отображаться (рисунок 44).

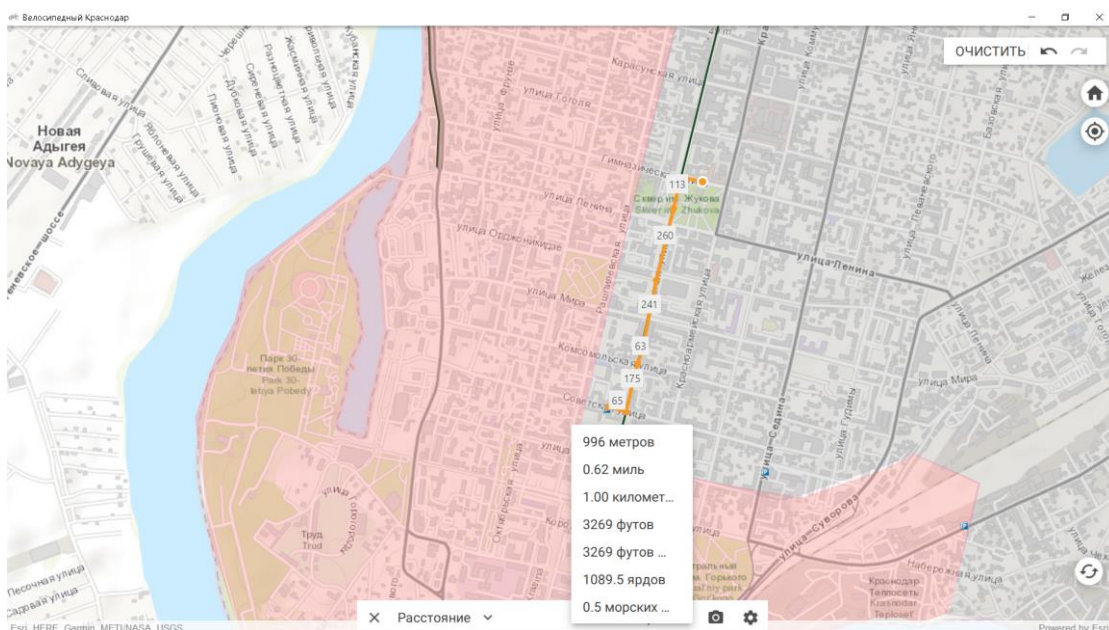


Рисунок 44 – Расстояние от велопарковки на ул. Советская, 42 до велопарковки на ул. Гимназическая, 65

В приложении реализована функция «Поиск», которая позволяет найти адрес, который нужен вам (рисунок 45).

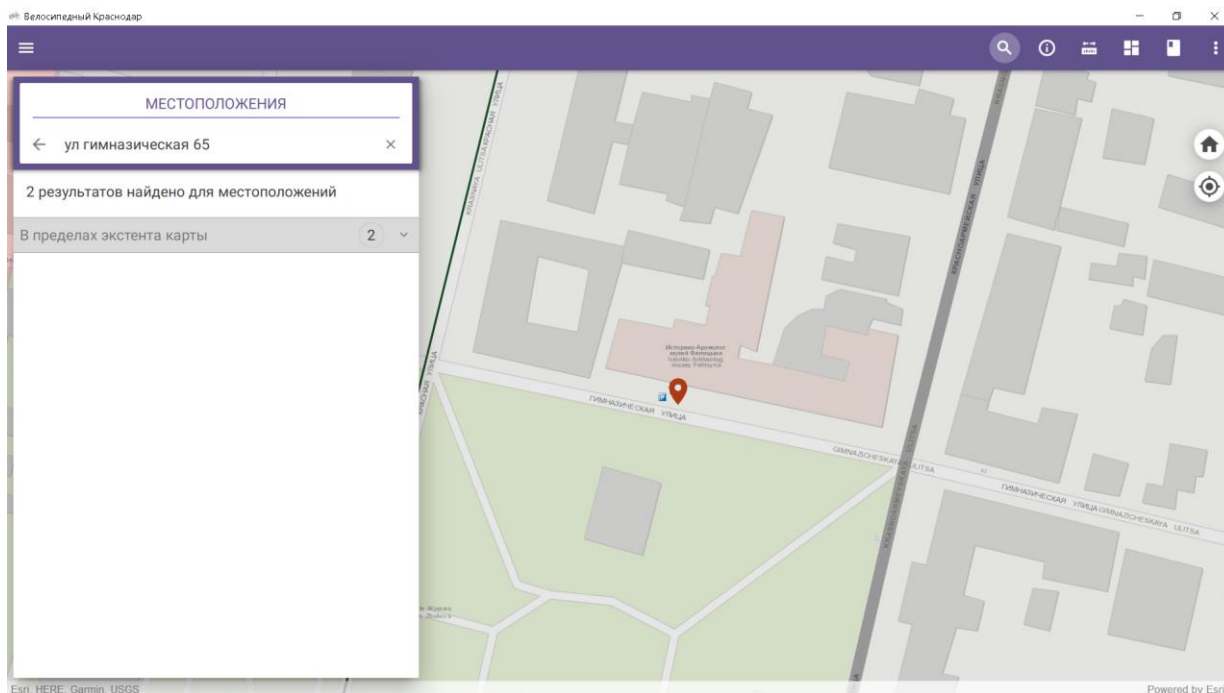


Рисунок 45 – «Поиск»

Функция добавления сетки позволяет вам указать ваши координаты. Вы также можете щелкнуть мышью или щелкнуть на любой объект (например, велодорожку), чтобы просмотреть информацию о нем (рисунок 46).

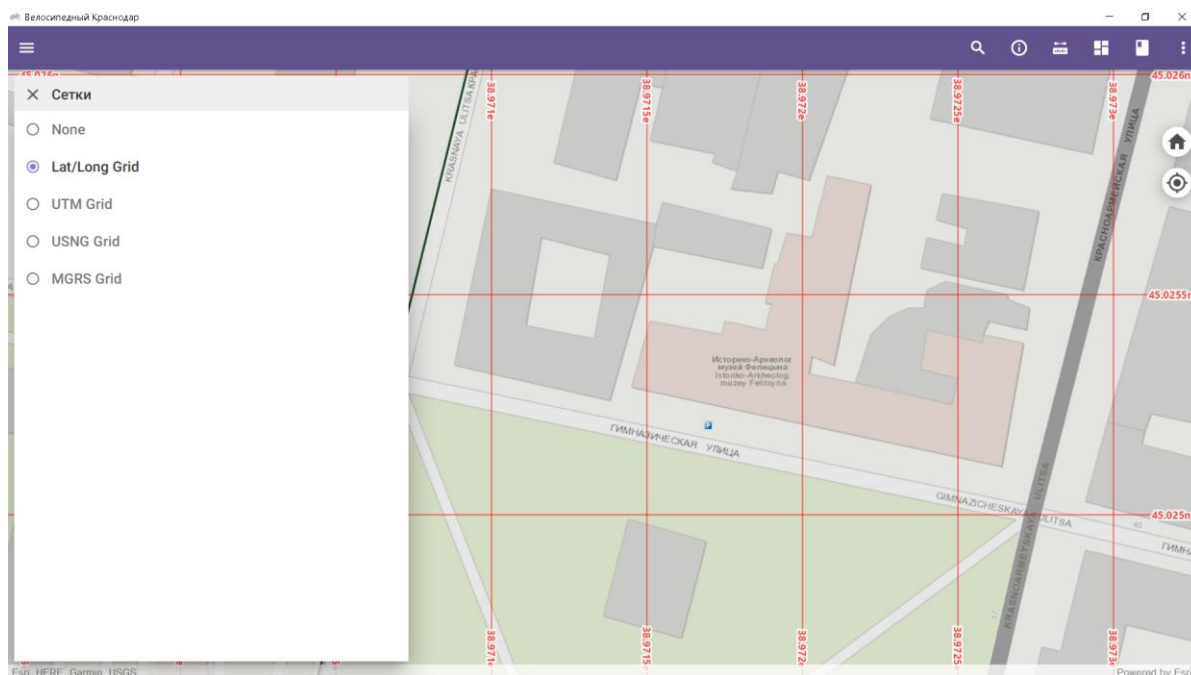


Рисунок 46 – Grid

На рисунках 47, 48 показано запущенное приложение на платформе Windows.

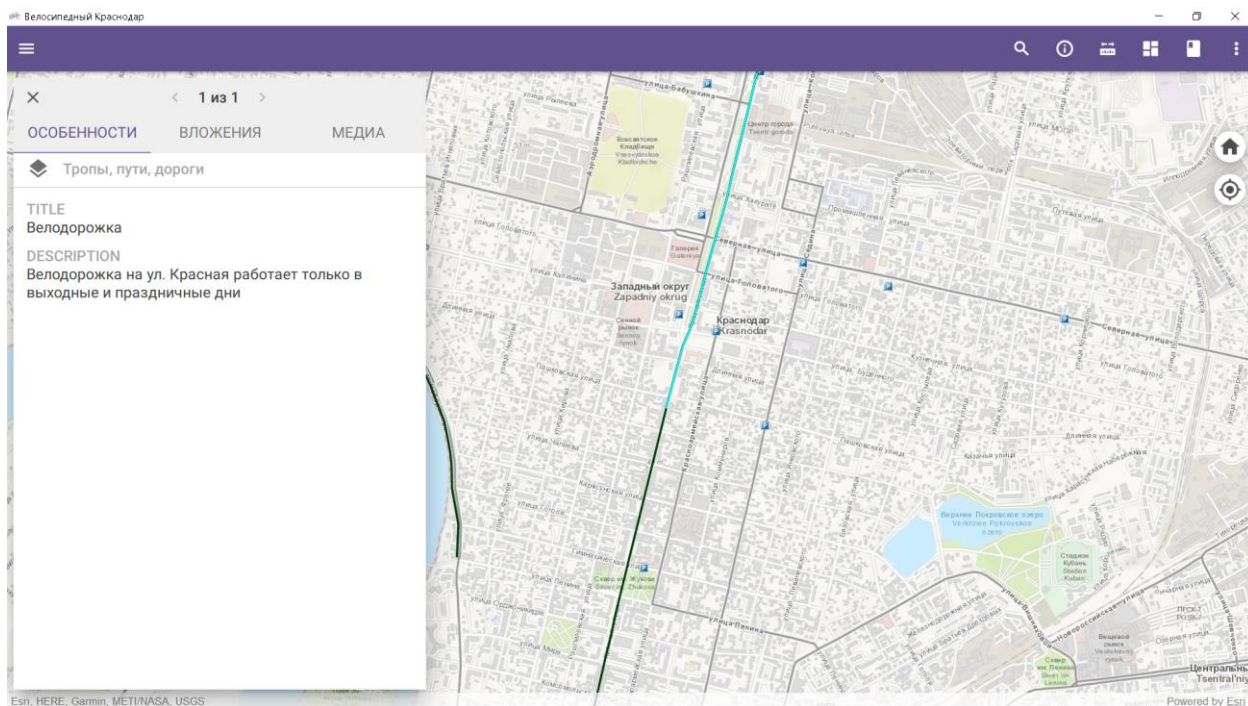


Рисунок 47 – Велодорожка ул. Красная

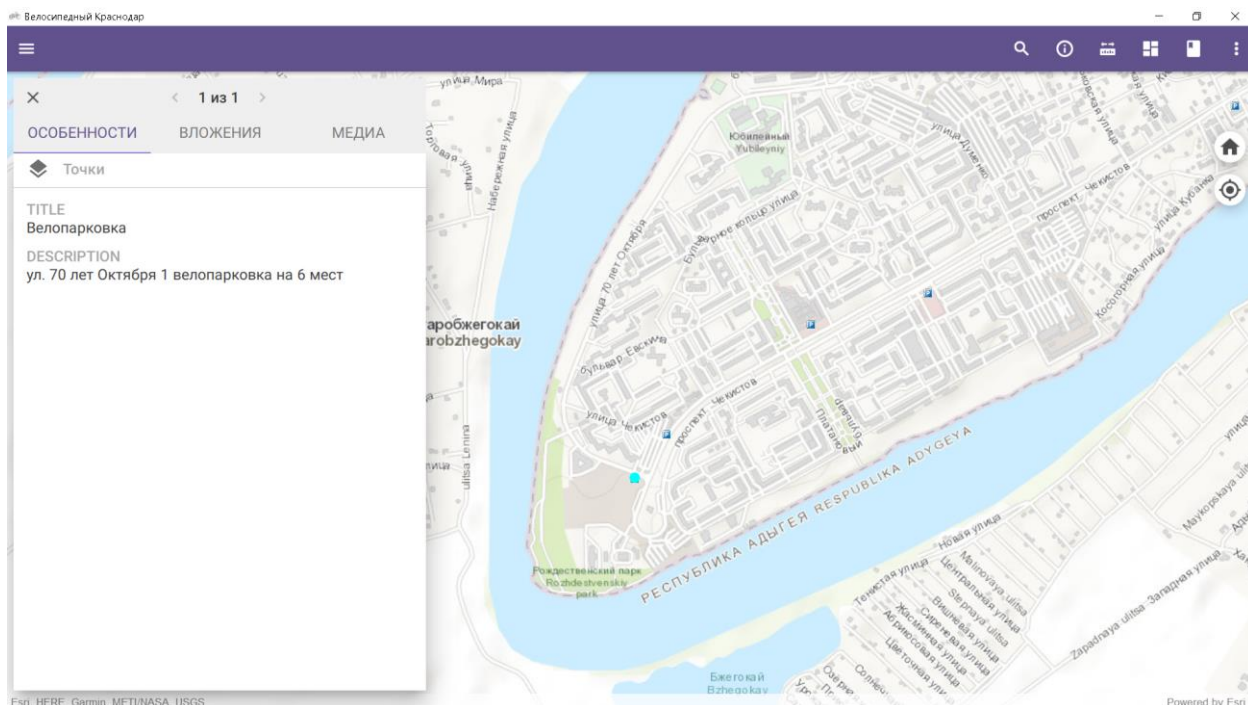


Рисунок 48 – Велопарковка на ул. 70 лет Октября, 1

Кроссплатформенные приложения можно создавать не только с помощью AppStudio for ArcGIS, так же с помощью данных сервисов можно создавать кроссплатформенные картографические и геопространственные приложения для практически любой платформы. Расширяя среду Qt, Runtime SDK позволяет разработчикам привнести мощь платформы ArcGIS в их рабочий арсенал для реализации принципа 'write once, deploy anywhere' (один раз напиши, разворачивай повсюду).

ArcGIS API 4.X для JavaScript. Он знакомит с основными понятиями и примерами программ, такими как работа с геопространственными данными и услугами, 2D и 3D виды и слои.

ArcGIS API для Python. Отображаются параметры для написания сценариев и автоматизации задач, связанных с отображением, запросами, анализом, управлением порталом и т. д.

ArcGIS Runtime – создание нативных приложений. Подробности API, советы и примеры разработки с использованием инструментария ArcGIS Runtime.

ArcGIS Hub. Компоненты с открытым исходным кодом раскрыты в веб-структуре открытого правительственного узла ArcGIS Hub, и описаны варианты настройки вашего сайта для привлечения внимания и взаимодействия с населением. Обсуждаются примеры технологий доступа и анализа открытых данных в сообществах, использующих Python и JavaScript.

Web AppBuilder for ArcGIS – варианты расширения его функций для поддержки ваших рабочих процессов, создания новых виджетов и разработки приложений.

ArcGIS Pro SDK для разработки функциональности настольных приложений ArcGIS Pro, использования шаблонов и демонстрации передового опыта.

ArcGIS API for JavaScript для создания виджетов и привлекательный интерфейс для ваших приложений, обзор требований, основы создания виджетов, примеры разработки, советы, ответы на вопросы [11].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время с быстрым развитием технологий и транспортной инфраструктуры, велосипедное оборудование перешло на второстепенные позиции. Это не означает, что велосипед не улучшается и не модернизируется, но, тем не менее, это транспортное средство покинуло некоторые области человеческой жизни. Это кажется парадоксальным на фоне современных проблем, таких как загрязнение окружающей среды, выхлопные газы автомобилей и большие пробки в мегаполисах, которые негативно влияют на здоровье человека.

Появление веб-картографии можно считать важной новой тенденцией в картографии. До недавнего времени картография ограничивалась несколькими компаниями, институтами и картографическими агентствами, которым требовалось относительно дорогое и сложное аппаратное и программное обеспечение, а также квалифицированные картографы и инженера геоматы. Веб-картография привела множество географических наборов данных, включая бесплатные файлы, созданные OpenStreetMap, и защищенные файлы данных, принадлежащие Navteq, Google, Waze и другим. Был разработан и внедрен ряд бесплатных картографических программ, а также проприетарные инструменты, такие как ArcGIS [19].

Пробки в настоящее время являются одной из главных проблем крупных городов, в том числе города Краснодара. В «Global Traffic Scorecard», составленной INRIX, которая отражает ситуацию с пробками на улицах крупнейших городов мира, Краснодар уверенно занял 48-е место [9]. Для решения этой проблемы нужно развивать велосипедную инфраструктуру. В ходе данной дипломной работы было усовершенствовано кроссплатформенное приложение «Велосипедный Краснодар», которое поможет велосипедистам передвигаться по городу, избегая пыльных и шумных дорог с плотным и быстрым потоком машин, а также в поиске велопарковок и мест проката велосипеда. Велосипед-

ная карта – это лучший способ продвижения велотранспорта и развития велокультуры, предоставления наиболее точных сведений об условиях велодвижения в данной местности, и демонстрации заинтересованности города в развитии велосипедного движения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. afisha.yuga.ru [сайт]. – 2015. URL – <https://afisha.yuga.ru/articles/239.html> (дата обращения 03.06.2020)
2. answer.ru [сайт]. – 2016. URL – <https://the-answer.ru/profile/123> (дата обращения 19.03.2019)
3. appstudio.arcgis.com [сайт]. – 2019. URL – <https://appstudio.arcgis.com/buildapp.html?itemId=9bd6cd045e88440eaaf9a82bc8115aa8#> (дата обращения 29.03.2019)
4. doc.arcgis.com [сайт]. – 2020. URL – <https://doc.arcgis.com/ru/appstudio/create-apps/templatemapviewer.htm> (дата обращения 17.05.2020)
5. doc.arcgis.com [сайт]. – 2020. URL – <https://doc.arcgis.com/ru/arcgis-online/reference/what-is-ago.html> (дата обращения 17.05.2020)
6. domofond.ru [сайт]. – 2020. URL – [https://www.domofond.ru/statya/v\\_krasnodare\\_nachnut\\_aktivno\\_stroit\\_velodorozhki/264](https://www.domofond.ru/statya/v_krasnodare_nachnut_aktivno_stroit_velodorozhki/264) (дата обращения 05.06.2020)
7. fullpicture.ru [сайт]. – 2017. URL – <https://fullpicture.ru/travel/20-samyh-velosipednyh-gorodov-mira.html> (дата обращения 28.03.2019)
8. giskubsu.maps.arcgis.com [сайт]. – 2020. URL – <http://www.arcgis.com/home/content.html?view=table&sortOrder=desc&sortField=modified&folder=Abond964#content> (дата обращения 05.06.2020)
9. inrix.com [сайт]. – 2020. URL – <https://inrix.com/scorecard-city/?city=Krasnodar&index=48> (дата обращения 10.06.2020)  
(дата обращения 28.03.2019)
10. lifehacker.ru [сайт]. – 2020. URL – <https://lifehacker.ru/20-samyh-velosipednyh-gorodov-mira> (дата обращения 30.03.2019)
11. livetyping.com [сайт]. – 2017. URL – <https://livetyping.com/ru/blog/na-chem-pisat-krossplatformennye-prilozhenija> (дата обращения 14.05.2020)
12. myshared.ru [сайт]. – 2018. URL – <http://www.myshared.ru/slide/6441> (дата обращения 08.06.2020)



13. nsportal.ru [сайт]. – 2012. UTR – <https://nsportal.ru/ap/library/drugoe/2012/05/01/referat-na-temu-velosiped> (дата обращения 02.04.2019)
14. resources.arcgis.com [сайт]. – 2020. UTR – <http://resources.arcgis.com/ru/help/getting-started/articles/026n00000005000000.htm> (дата обращения 18.03.2019)
15. rsloboda-rt.ru [сайт]. – 2020. UTR – <http://www.rsloboda-rt.ru/ru/sport/item/16634-v-chem-polza-ezdyi-na-velosipede.html?tmpl=component&print=1> (дата обращения 19.03.2019)
16. vadivan.ru [сайт]. – 2020. UTR – <https://vadivan.ru/velocateg/velosiped-v-nashe-vremya> (дата обращения 19.03.2019)
17. velodrive.ru [сайт]. – 2020. UTR – <https://www.velodrive.ru/about/rubriki/5/?id=5> (дата обращения 10.06.2020)
18. velotut.ru [сайт]. – 2020. UTR – <https://velotut.ru/2011/08/07/bicycleparkin> (дата обращения 15.05.2020)
19. ru.wikipedia.org [сайт]. – 2020. UTR – <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%B1-%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F>
20. yandex.lv [сайт]. – 2020. UTR – <https://yandex.lv/maps/35/krasnodar/search/%D0%92%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B8/?ll=38.982839%2C45.042040&ssl=38.982839%2C45.042040&sspn=0.180588%2C0.081784&z=13> (дата обращения 15.05.2020)