



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 ВЫПОЛНЕНИЕ СЕТЕВОГО АНАЛИЗА В ARCGIS С ПОМОЩЬЮ МОДУЛЯ NETWORK ANALYST

Цель работы: приобрести навыки создания графа и выполнения операций сетевого анализа, используя функциональные возможности ГИС ArcGIS.

Задачи работы: 1) освоить методику загрузки векторных слоев из открытых источников геоданных; 2) выполнить создание графа транспортной сети населенного пункта; 3) освоить методику построения оптимального маршрута в пределах созданного графа, в том числе с учетом препятствий; 4) освоить методику определения зоны обслуживания и ближайшего пункта обслуживания; 5) выполнить решение задачи размещения-распределения объектов – сервисных точек.

Исходные данные для выполнения работы: векторный линейный слой дорог населенного пункта, определенного согласно варианта задания и векторный полигональный слой строений на территории этого же населенного пункта в формате шейп-файла.

Сетевой анализ является одним из наиболее современных и востребованных направлений ГИС-анализа, основанным на теории графов и топологии. Существующие или вновь проектируемые жилые дома, капитальные сооружения, кварталы, объекты инфраструктуры рассматриваются как *вершины*, а соединяющие их дороги, инженерные и коммуникационные сети, линии электропередачи – как *рёбра*. Любая сеть или граф состоит из набора связанных вершин и ребер, а теория графов описывает, измеряет и сравнивает графы или сети.

Различают неориентированные и ориентированные графы. *Неориентированный граф* – абстрактный математический объект, представляющий собой множество вершин и набор рёбер, то есть соединений между парами вершин. Например, за множество вершин можно взять остановки общественного транспорта на маршруте, обслуживаемом некоторой транспортной компанией, а за множество рёбер – регулярные рейсы этой транспортной компании в черте города. *Ориентированный граф* – граф, рёбрам которого присвоено направление (направленные рёбра часто именуются дугами).

Применение различных вычислений, производимых на графе, позволяет решить целый ряд задач, например:

- найти кратчайший объездной путь в случае возникновения препятствия на маршруте;
- спланировать оптимальный маршрут доставки товаров с учетом загруженности транспортной сети;
- оценить рациональность распределения сети торговых объектов;
- определить зону обслуживания (доступности) для торгового объекта либо объекта транспортной инфраструктуры, медицинского учреждения, отделения связи.

Выполнение лабораторной работы:

1. Получение и загрузка исходных данных для построения графа транспортной сети

Для построения транспортной сети и выполнения дальнейших заданий лабораторной работы необходимо получить и загрузить векторный линейный слой дорог населенного пункта и векторный полигональный слой строений на территории этого же населенного пункта в формате шейп-файла.

Для получения и загрузки необходимых векторных слоев можно использовать бесплатный сервис www.extract.bbbike.org. (рис. 1).

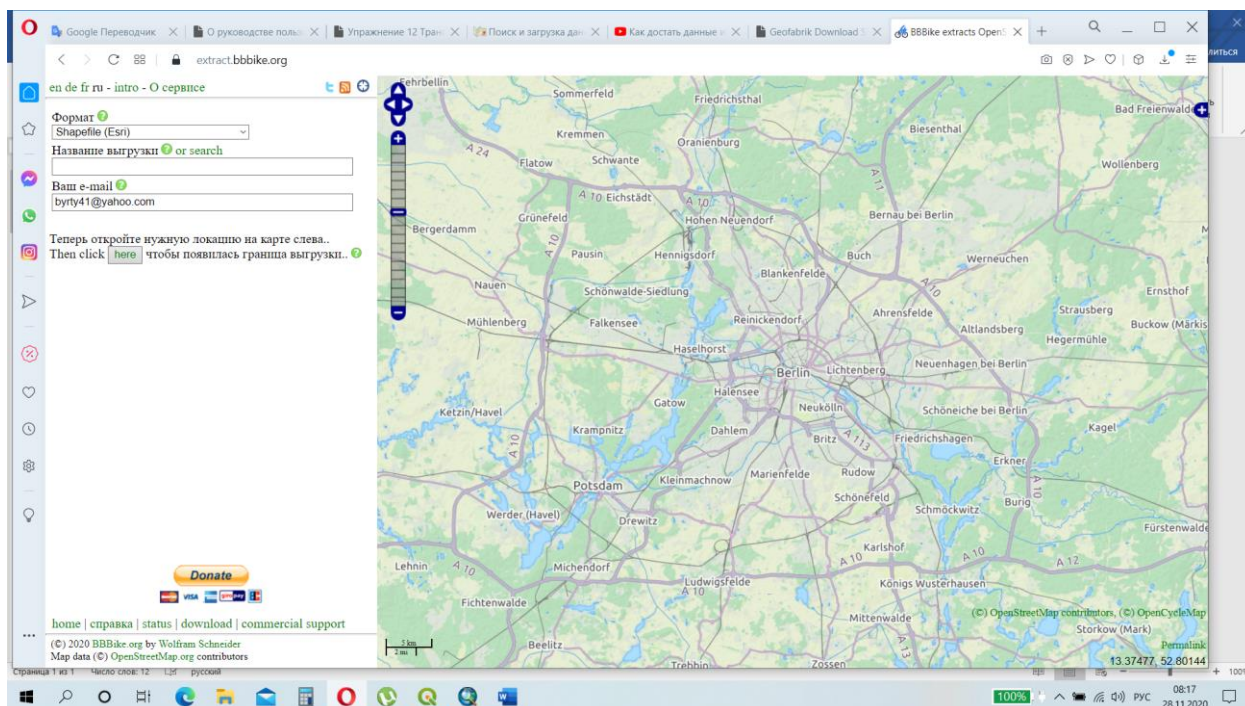


Рис. 1. Стартовая страница сервиса для получения геоданных

После перехода на страницу сервиса в диалоговом окне в поле **Формат** следует выбрать **Shapefile (Esri)**, в поле **Название выгрузки** – нажать **or search** и в появившемся диалоговом окне ввести название искомого пункта и нажать кнопку **Search** (рис. 2).

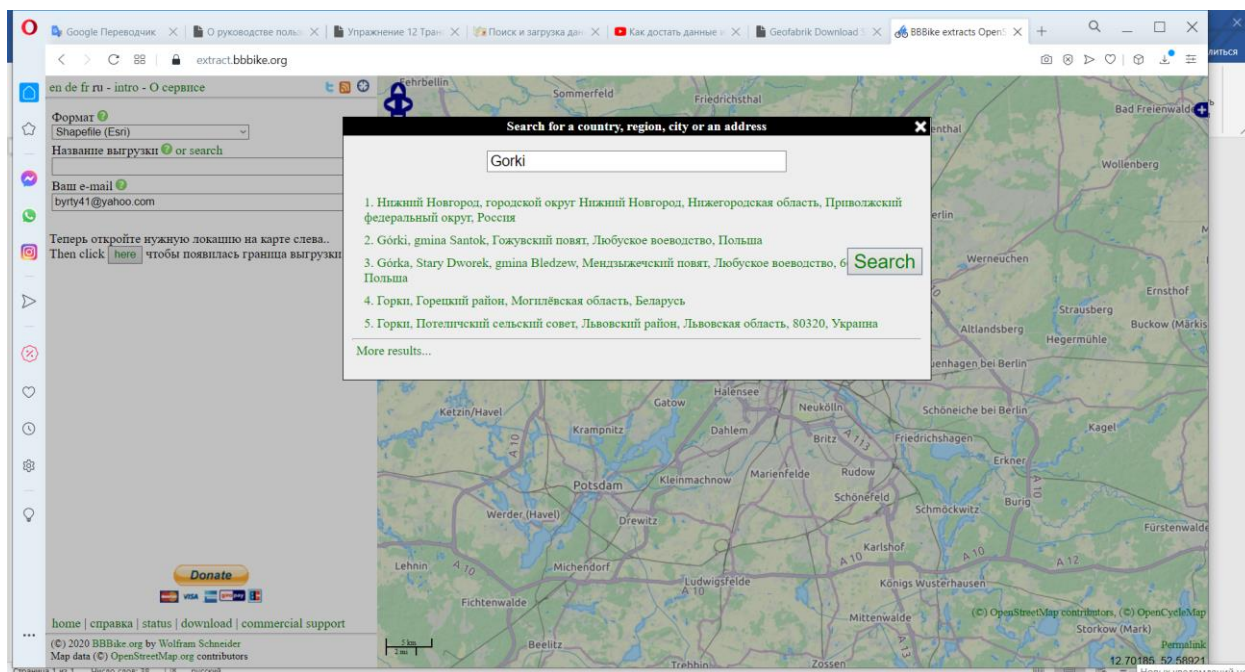


Рис. 2. Диалоговое окно запроса поиска населенного пункта

В появившемся списке следует выбрать искомое (населенный пункт согласно варианта индивидуального задания) и закрыть диалоговое окно. В результате в проекте отобразится искомый населенный пункт (в данном примере г. Горки Могилевской области) (рис. 3).

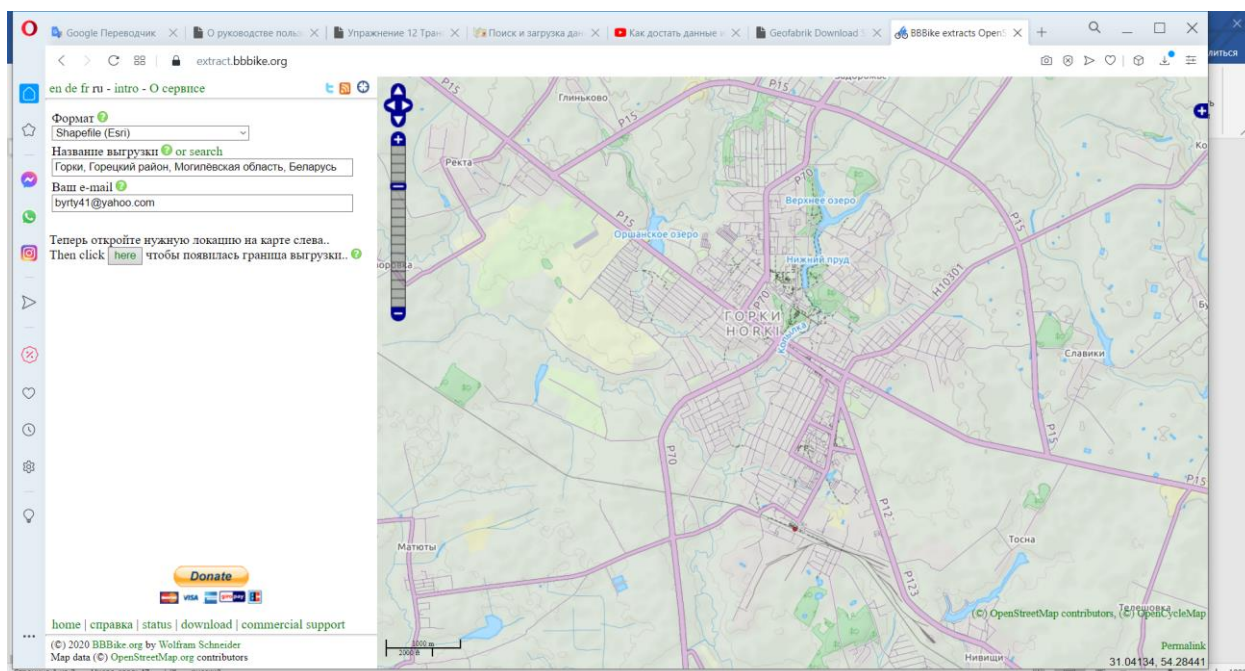


Рис. 3. Результат выполнения запроса поиска населенного пункта

Чтобы появилась страница выгрузки данных в левом вертикальном доке следует нажать кнопку **here**, в результате чего появится полигон, покрывающий искомую территорию (рис. 4).

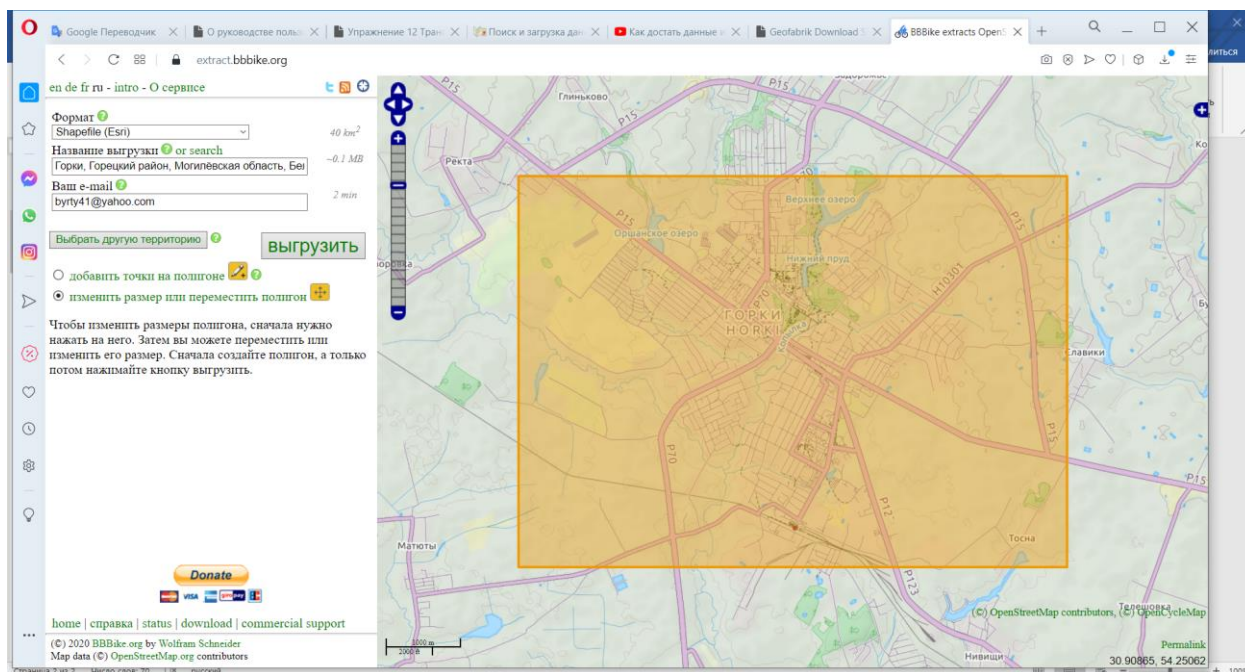


Рис. 4. Искомая территория с полигоном

Чтобы изменить расположение полигона (в данном случае он покрывает не всю территорию населенного пункта), следует выбрать опцию **Изменить размер или переместить полигон**, а чтобы изменить конфигурацию полигона – опцию **Добавить точки на полигоне** (рис. 5-6).

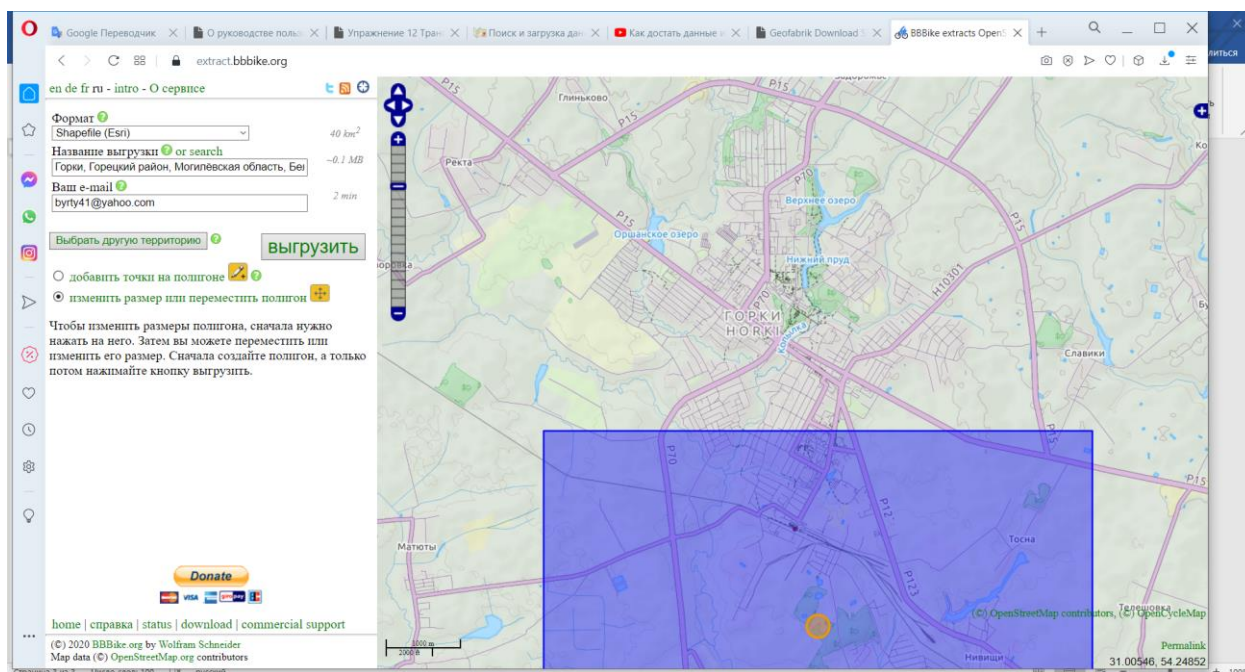


Рис. 5. Искомая территория с полигоном до перемещения (перемещать нужно точку в центре полигона)

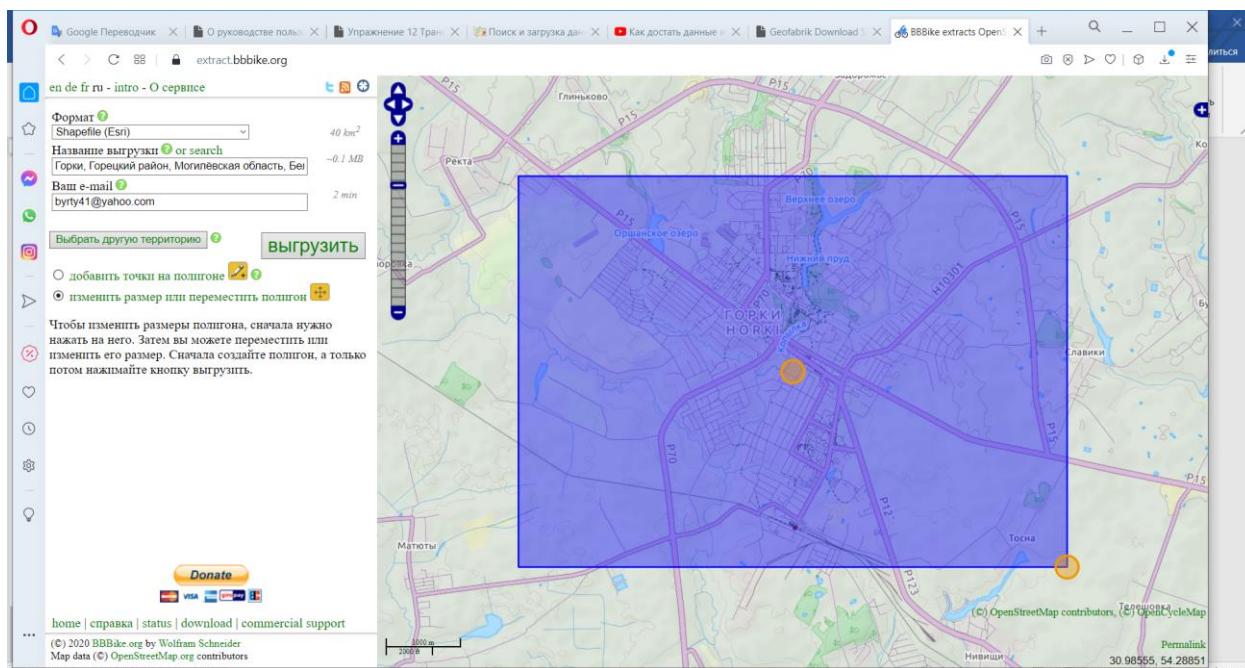


Рис. 6. Искомая территория с полигоном после перемещения (перемещать нужно точку в центре полигона)

Чтобы выделить полигон, конфигурация которого совпадает с границами населенного пункта, следует использовать функциональные возможности **Добавить точки на полигоне**. Добавляя точки и перемещая их, можно создать полигон требуемой конфигурации (рис. 7).

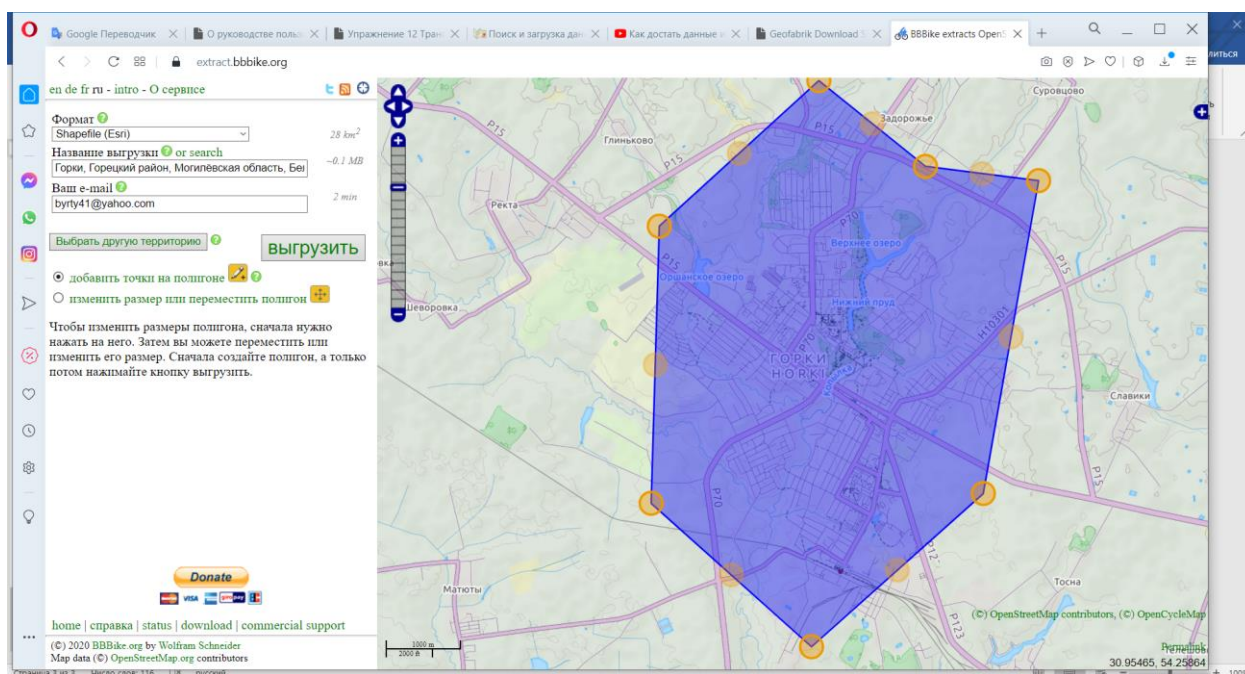
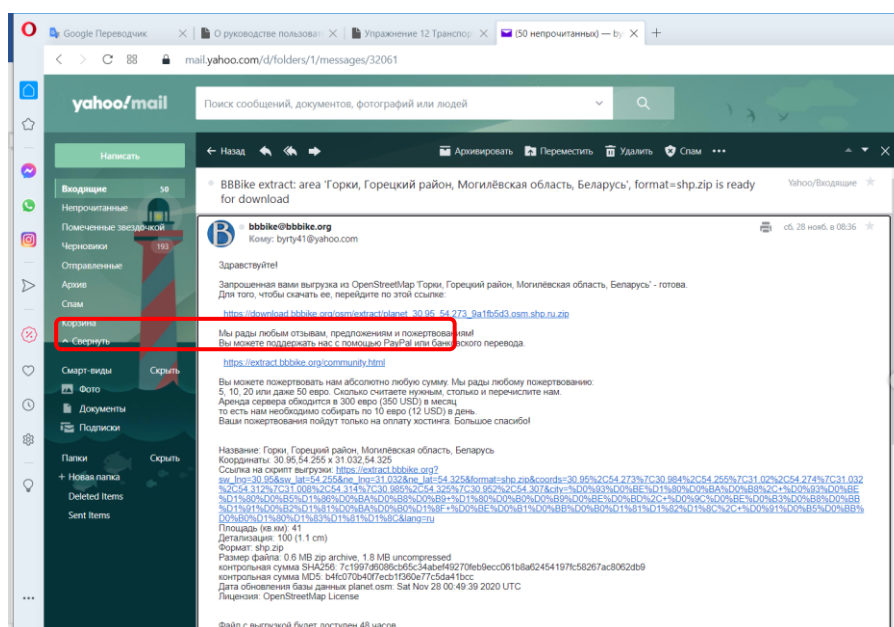


Рис. 7. Искомая территория с полигоном требуемой конфигурации

После выбора искомой области следует нажать кнопку **Выгрузить** в левом вертикальном доке. Перед этим в соответствующее поле необходимо

The image is a screenshot of a web browser displaying the 'extract.bbBike.org' website. The browser's address bar shows the URL. The website has a green background. A white text box in the center contains the following text: 'Для подготовки выгрузки из planet.osm, в зависимости от размера территории и общей нагрузки на сервер, обычно требуется от 2 до 7 минут. Как только выгрузка будет готова, вам придет уведомление на e-mail. В нём будут все необходимые инструкции для того, чтобы получить нужный вам файл.' Below this, it lists coordinates for 'Горький район, Могилёвская область, Беларусь' and provides the coordinates in a specific format. It also mentions the 'Shapefile (Esri)' format. Further down, it says 'Степень готовности выгрузки можно отслеживать на этой странице.' and 'Если вам нужна та же самая территория, но в другом формате, или хотите сделать новую выгрузку, нажмите кнопку Назад.' There is a 'Donate' button with a yellow background and a 'PayPal' logo. At the bottom, there are links for 'home', 'справка', 'status', 'download', and 'commercial support'. The footer includes copyright information for 2020 BbBike.org and OpenStreetMap contributors. The browser's taskbar at the bottom shows several open tabs, including Google Translate, and a Windows taskbar with various application icons.

Через 5-7 минут на электронную почту поступит письмо со ссылкой для скачивания. Нужно перейти по ссылке и загрузить архив данных (рис. 9).



Полученные данные необходимо распаковать из архива, загрузить в рабочий проект ArcGIS и пересохранить в системе координат Pulkovo1942_Gauss-Kruger_zone 6, поскольку изначально они представлены в WGS-84.

2. Создание графа транспортной сети населенного пункта

Для создания графа транспортной сети населенного пункта в качестве исходного используется линейный векторный слой дорожной сети на территории г. Горки. Чтобы создать граф следует загрузить в рабочий проект Arc Map из своей рабочей папки (в данном примере – из папки Gorki_Terrein_2020) линейный векторный слой Roads_Gorki. Открыть атрибутивную таблицу загруженного слоя и добавить в нее поле **W** (рис. 10).

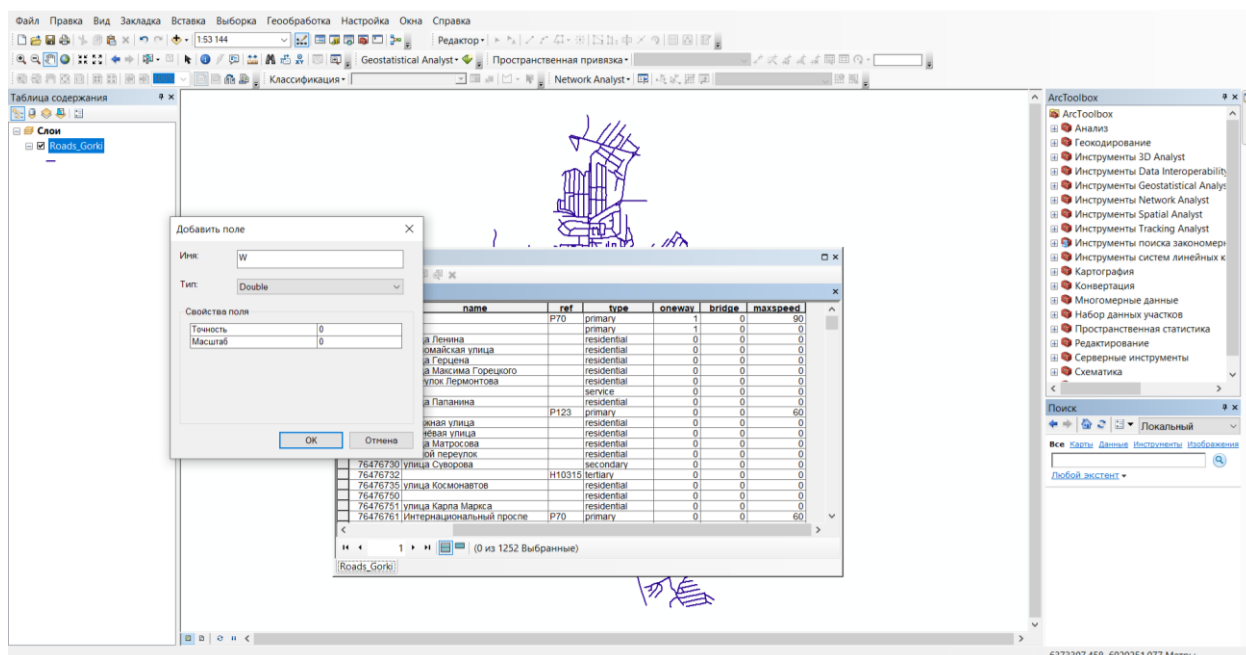


Рис. 10. Атрибутивная таблица слоя с диалоговым окном добавления нового поля

На главной панели инструментов выбрать путь: **Геообработка – Слияние по атрибуту**. В появившемся диалоговом окне выполнить настройки, как показано на рисунке 11, и выбрать путь для сохранения выходного слоя под именем Roads_One (рис. 11).

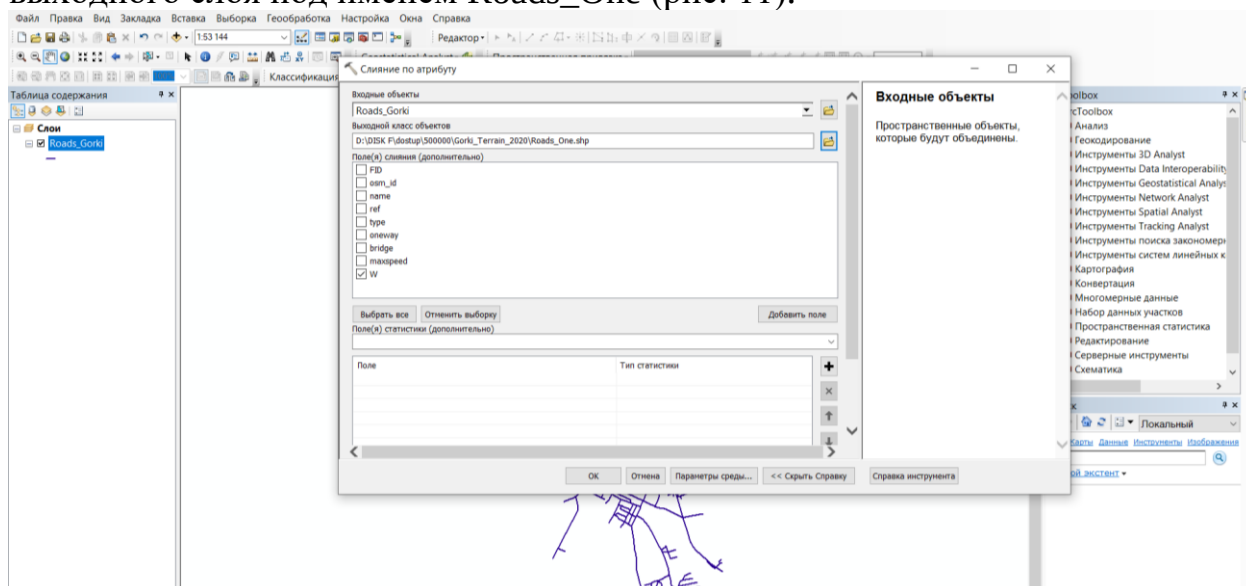


Рис. 11. Диалоговое окно инструмента «Слияние по атрибуту»

В результате в таблице содержания появится новый слой Roads_One. Исходный слой Roads_Gorki следует удалить из таблицы содержания. Результатом выполнения данной операции является получение единого слоя векторных линейных объектов (рис. 12).

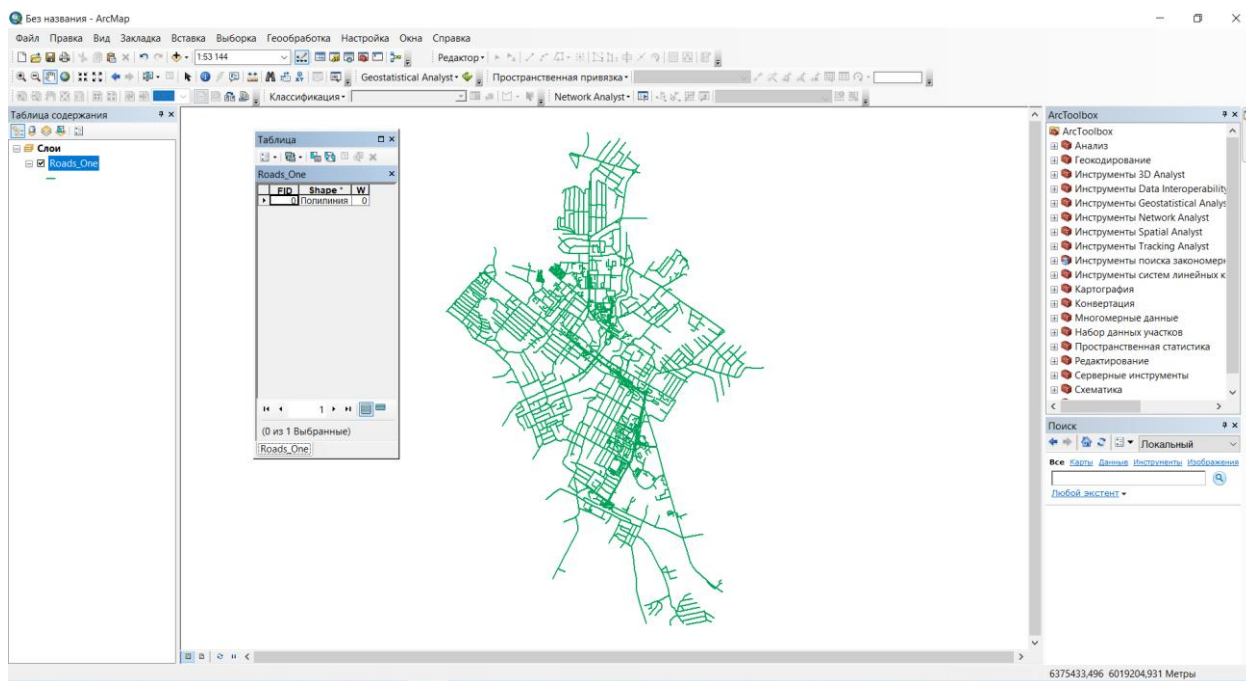


Рис. 12. Слой векторных линейных объектов

Следующий шаг – превращение слоя линейных объектов в слой ребер с названием Roads_Edges. Для этого следует выбрать путь **ArcToolBox – Управление данными – Пространственные объекты – Объект в линию** и в появившемся диалоговом окне выполнить настройки, как на рисунке 13.

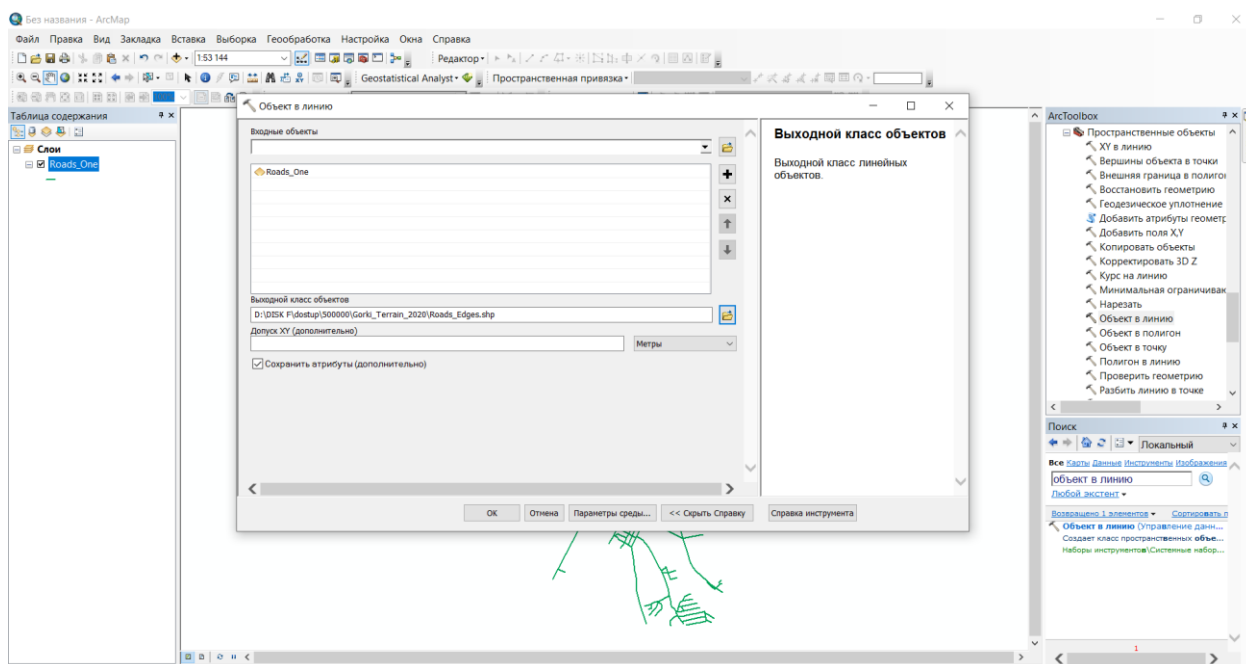


Рис. 13. Диалоговое окно инструмента «Объект в линию»

В атрибутивную таблицу образованного векторного слоя ребер добавить поле **Length** (рис. 14).

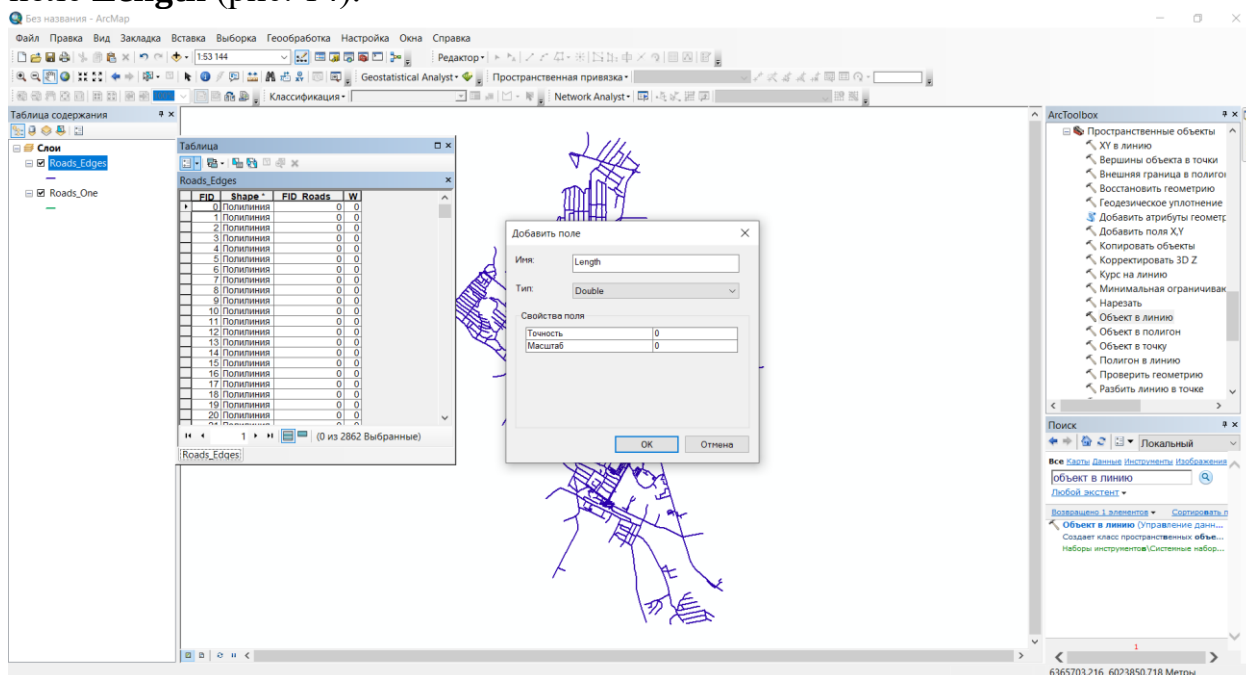


Рис. 14. Атрибутивная таблица слоя ребер с диалоговым окном добавления нового поля

С помощью опции **Вычислить геометрию** необходимо рассчитать длину ребер в километрах (рис. 15).

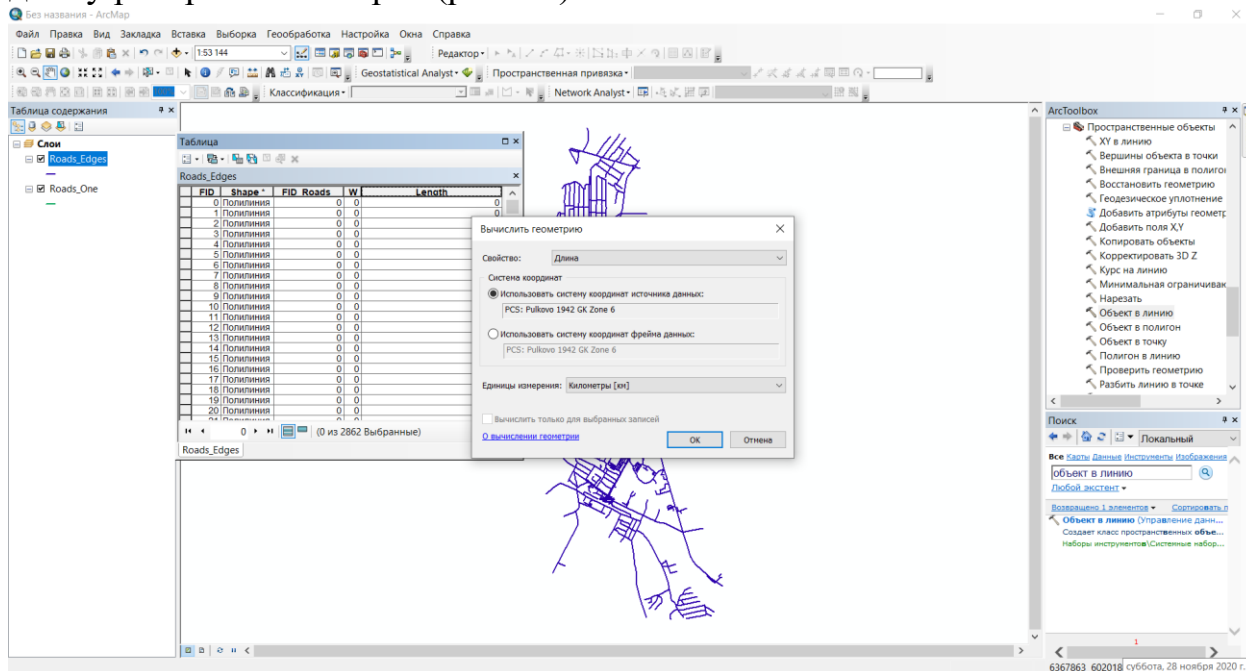


Рис. 15. Диалоговое окно вычисления геометрии

Далее нужно выполнить собственно построение графа. Для этого следует открыть ArcCatalog, загрузить в таблицу содержания содержимое папки Gorki_Terrein_2020, щелкнуть правой кнопкой мыши по названию слоя **Roads_Edges** и выбрать опцию **Новый набор сетевых данных** (рис. 16).

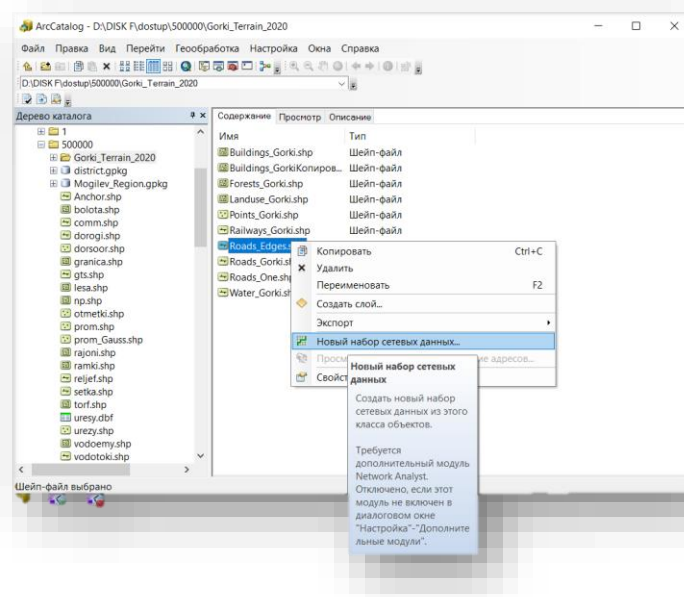


Рис. 16. Диалоговое окно ArcCatalog

В появляющихся диалоговых окнах не выполнять никаких настроек, приняв все по умолчанию, и нажимать кнопку **Далее**. В окне **Выберите атрибуты для набора сетевых данных** щелкнуть кнопку **Добавить** и в появившемся диалоговом окне выполнить настройки, как показано на рисунке 17.

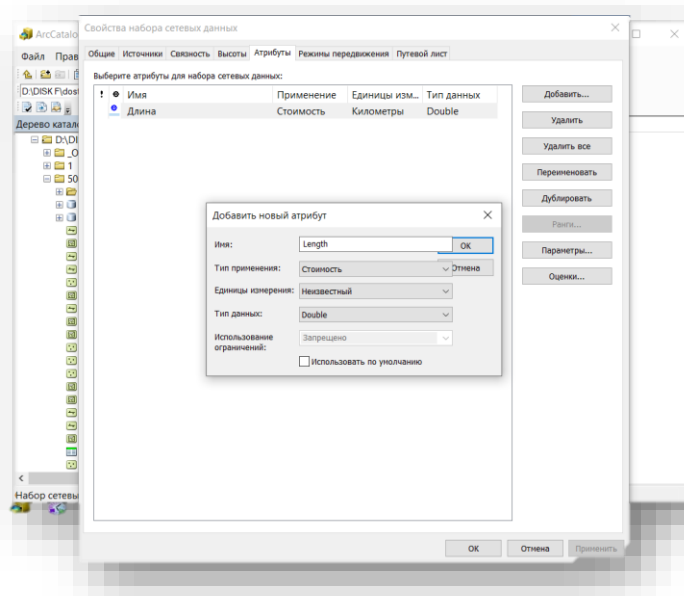


Рис. 17. Диалоговое окно настроек атрибутов для набора сетевых данных

Далее необходимо щелкнуть на названии поля **Единицы измерения** и в выпадающем списке выбрать **Километры**. После этого следует нажать кнопку

Далее и выполнить построение транспортной сети. В результате в папку Gorki_Terrain_2020 добавится новый набор сетевых данных (рис. 18).

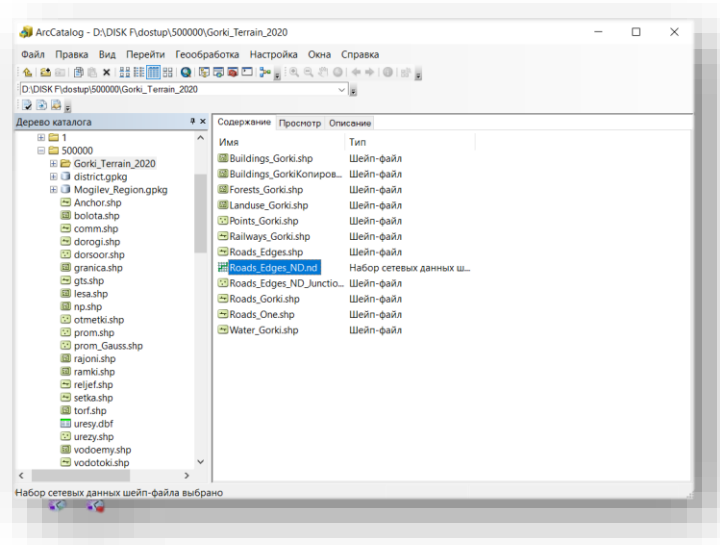


Рис. 18. Диалоговое окно ArcCatalog с добавленным набором сетевых данных

После этого следует загрузить набор сетевых данных в Arc Map. В результате в рабочий проект будет добавлен граф транспортной сети. Дополнительно в таблицу содержания необходимо добавить векторный слой улиц и строений и подписать названия улиц и строений (рис. 19).

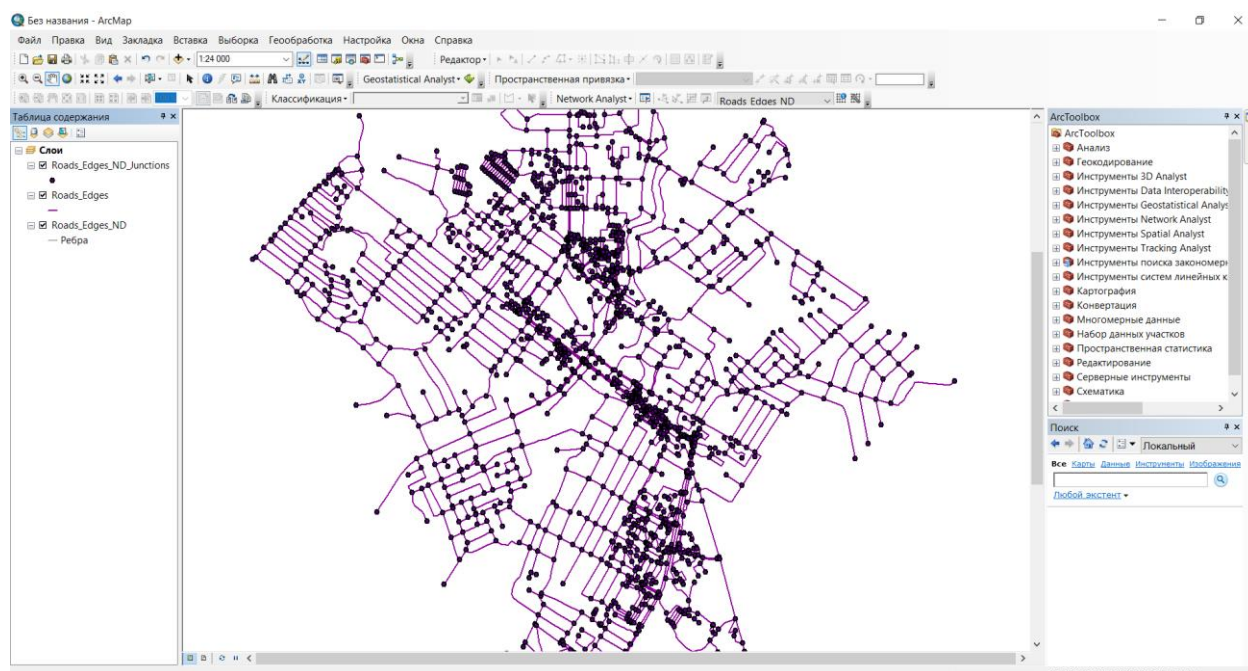


Рис. 19. Рабочий проект с графом дорог

Далее следует добавить модуль (если таковой не активирован) и панель **Network Analyst**. Если все действия выполнены правильно, в окне активного набора сетевых данных появится название слоя с графом дорог Roads_Edges_ND (рис. 20).

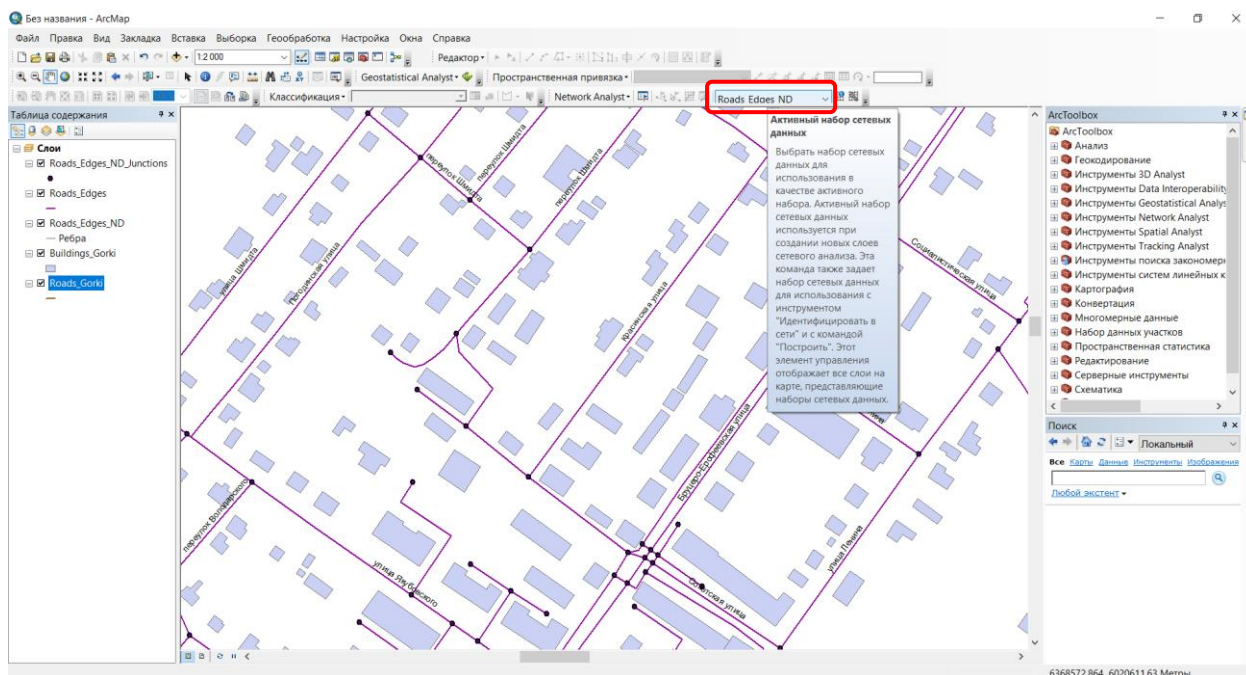


Рис. 20. Рабочий проект с окном активного набора сетевых данных

Чтобы начать создание нового маршрута в выпадающем списке окна **Network Analyst** необходимо выбрать опцию **Новый маршрут** (рис. 21).

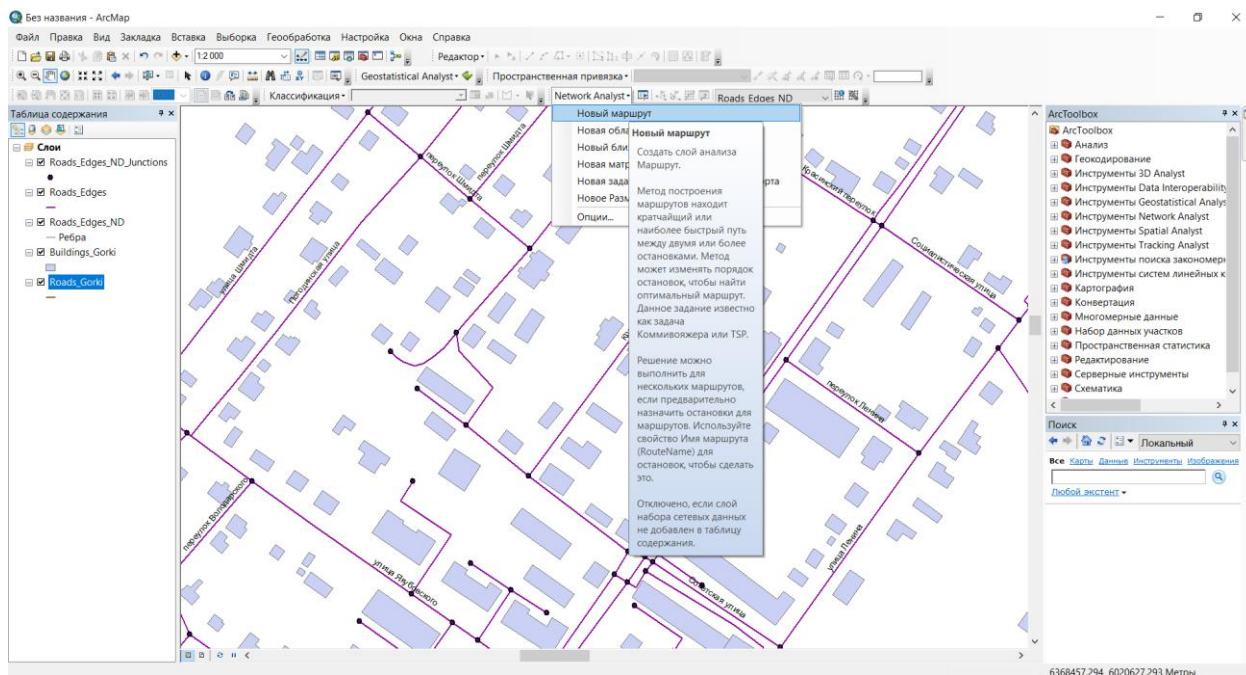


Рис. 21. Рабочий проект с диалоговым окном выбора нового маршрута

Далее следует открыть окно Network Analyst в вертикальном доке (использовать кнопку Network Analyst) и добавить в таблицу содержания новый маршрут (рис. 22).

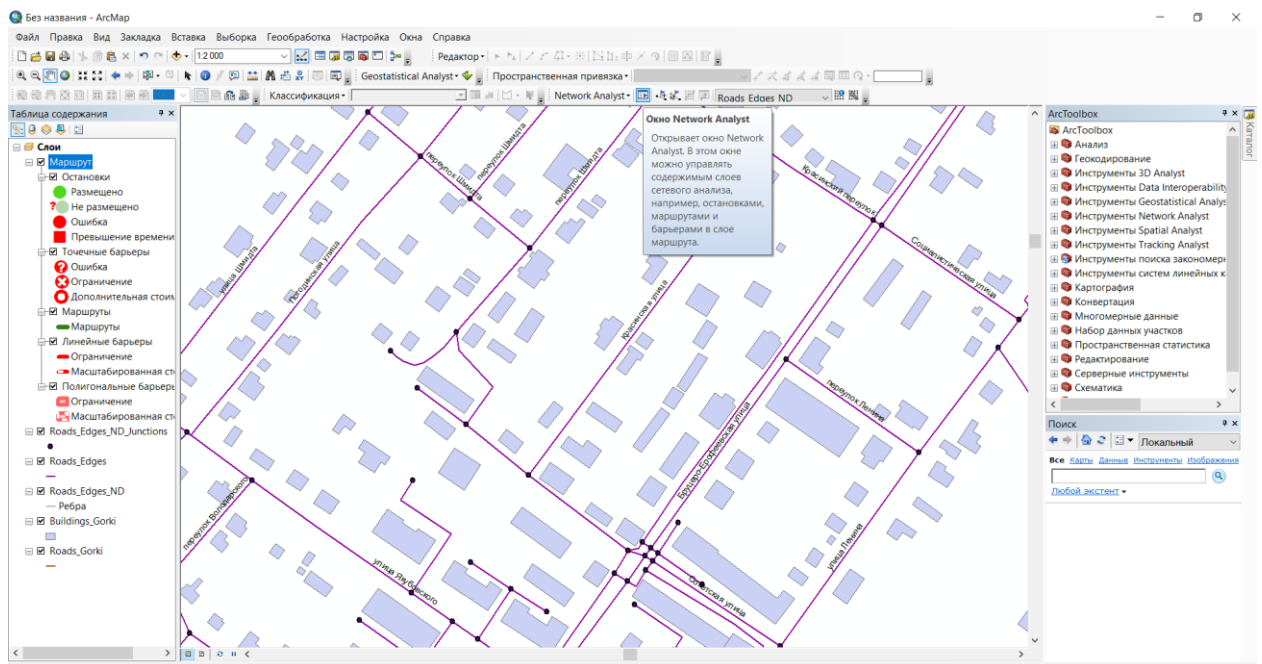


Рис. 22. Рабочий проект с активированной опцией добавления маршрута

В результате выполненных действий в рабочем окне проекта появится дополнительный вертикальный док слева, а в таблицу содержания добавятся слои нового маршрута (рис. 23).

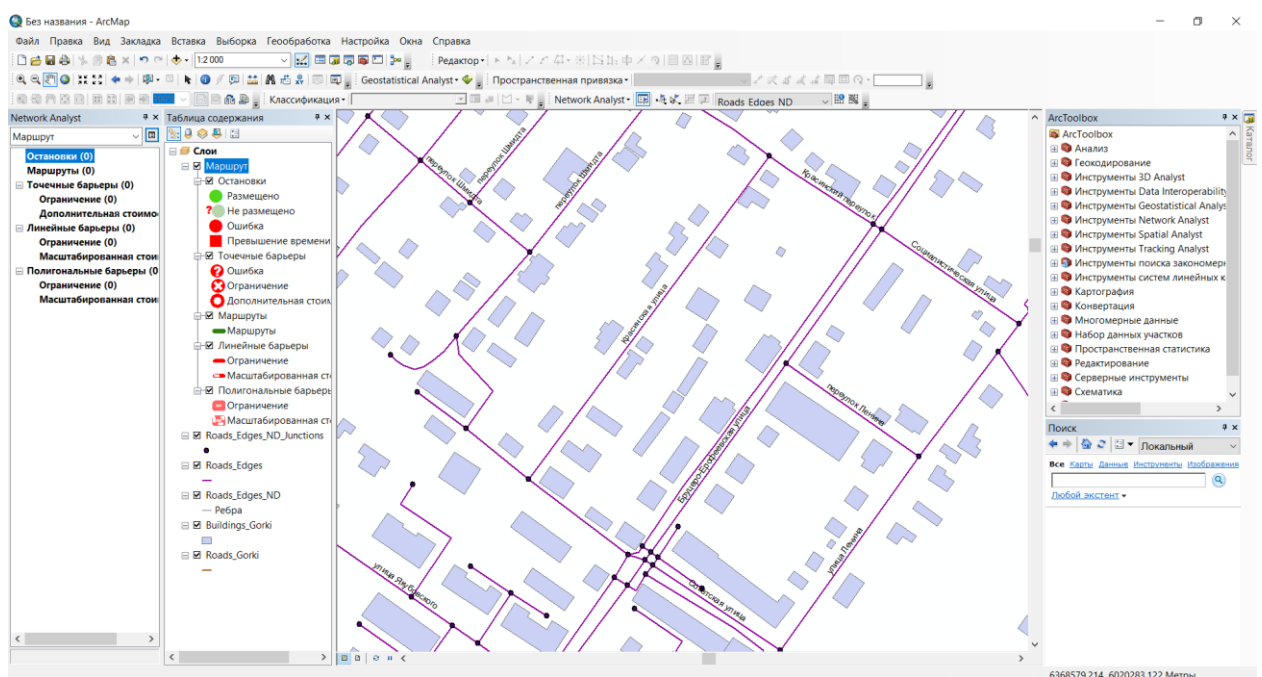


Рис. 23. Рабочий проект с добавленным вертикальным доком

3. Построение оптимального маршрута в пределах созданного графа

Предположим, что необходимо проложить прямой и обратный автомобильный маршрут от Центрального городского рынка до Горецкого центра гигиены. Для этого следует выделить набор **Остановки** в окне Network Analyst левого вертикального дока и выбрать опцию **Создать сетевое положение** (рис. 24).

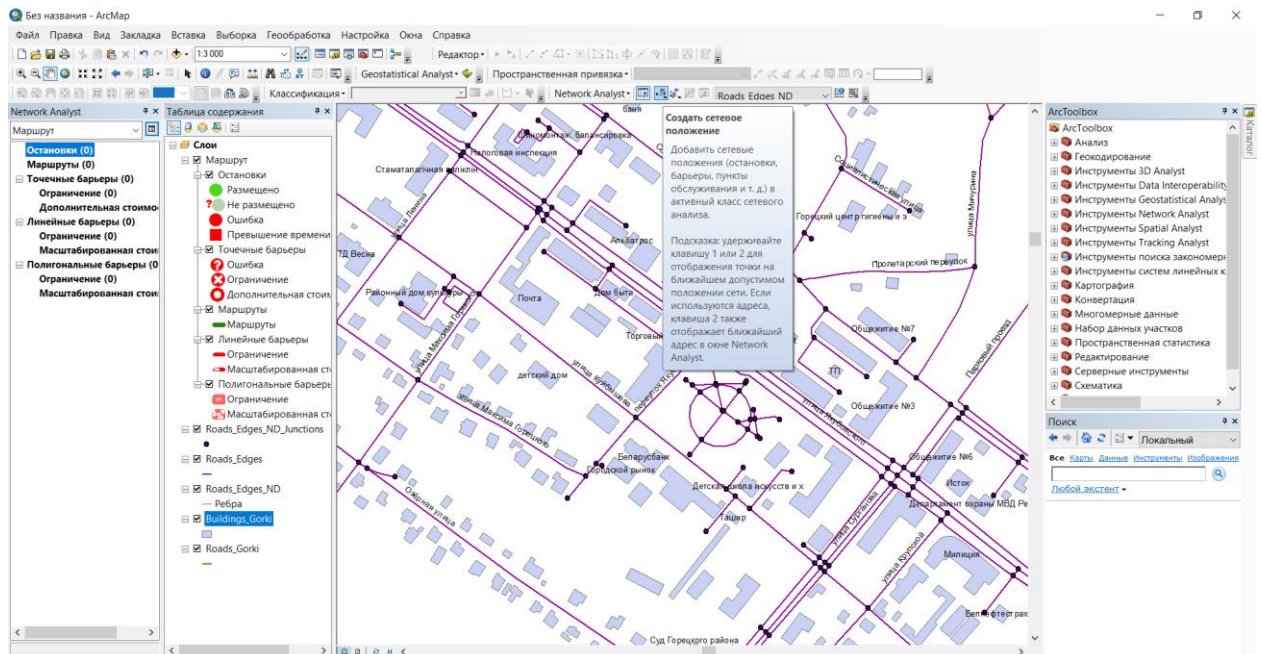


Рис. 24. Рабочий проект с активированной опцией создания сетевого положения

На графе дорожной сети создать 2 точки маршрута: одну возле Центрального городского рынка, вторую – возле Горецкого центра гигиены. В результате вертикальный док добавятся пункты **Графический указатель 1** и **Графический указатель 2** (рис. 25).

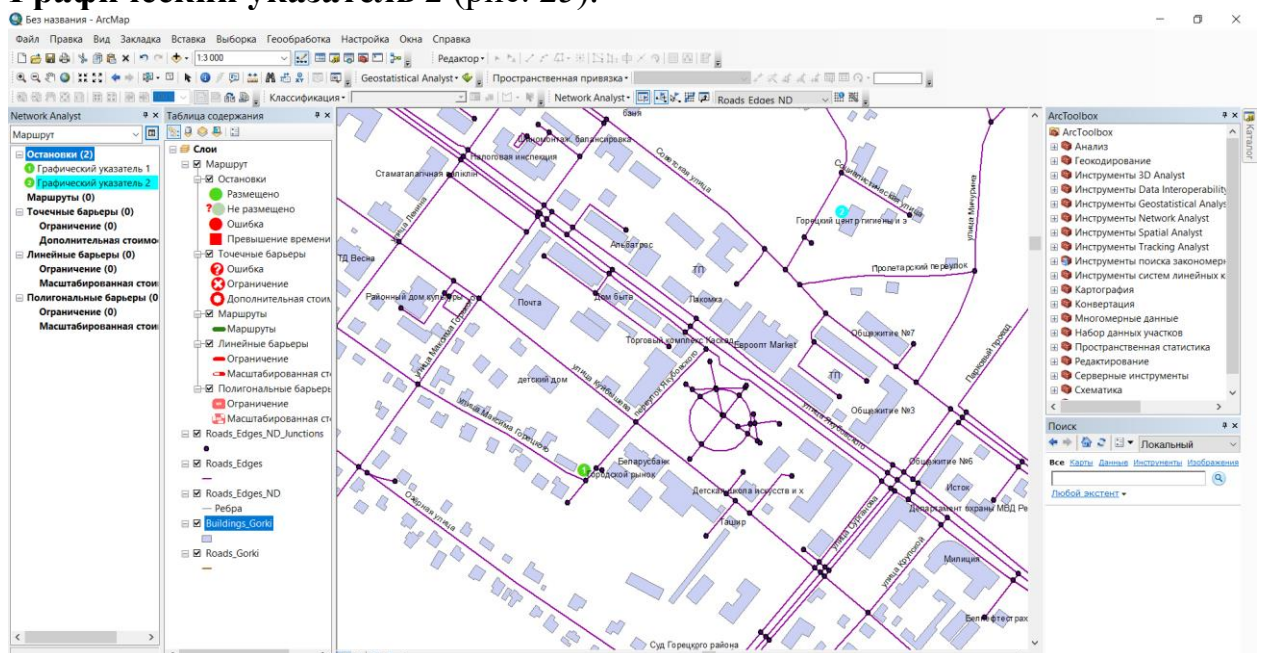


Рис. 25. Рабочий проект с добавленными точками маршрута

После добавления точек маршрута выбрать опцию **Расчет**, активировав соответствующую кнопку (рис. 26).

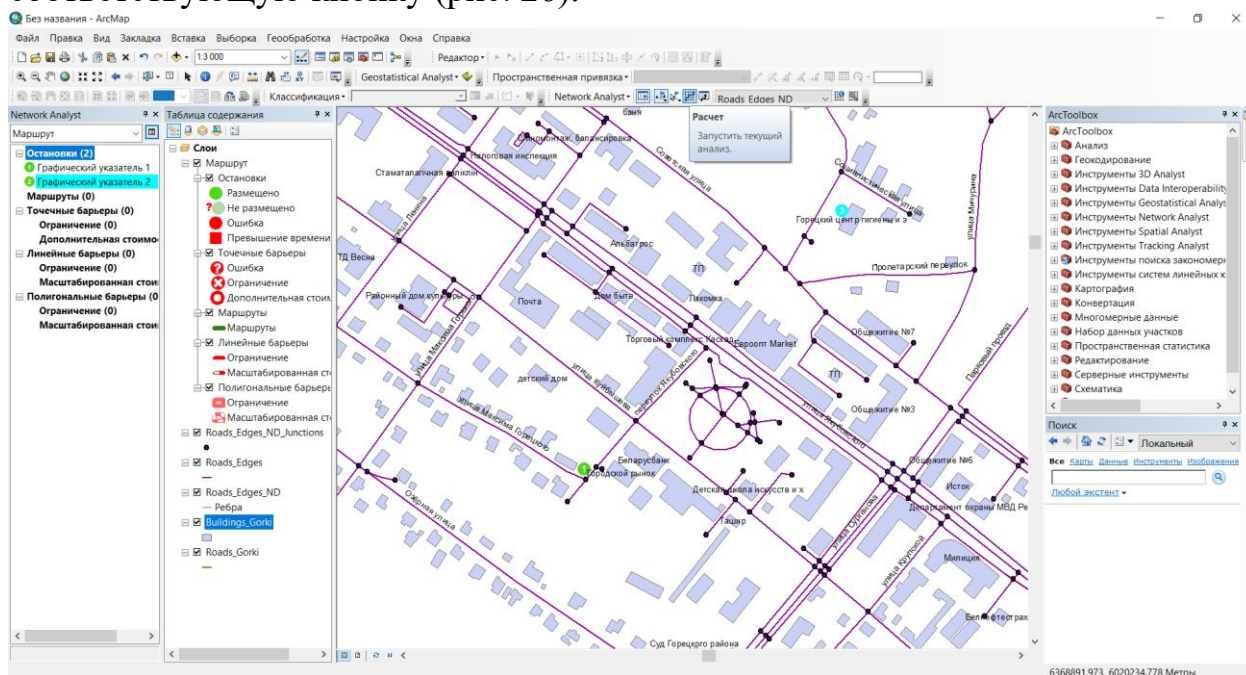


Рис. 26. Рабочий проект с активированной опцией расчета маршрута

В результате выполнения расчета будет построен маршрут от Центрального городского рынка до Горещкого городского центра гигиены (рис. 27).

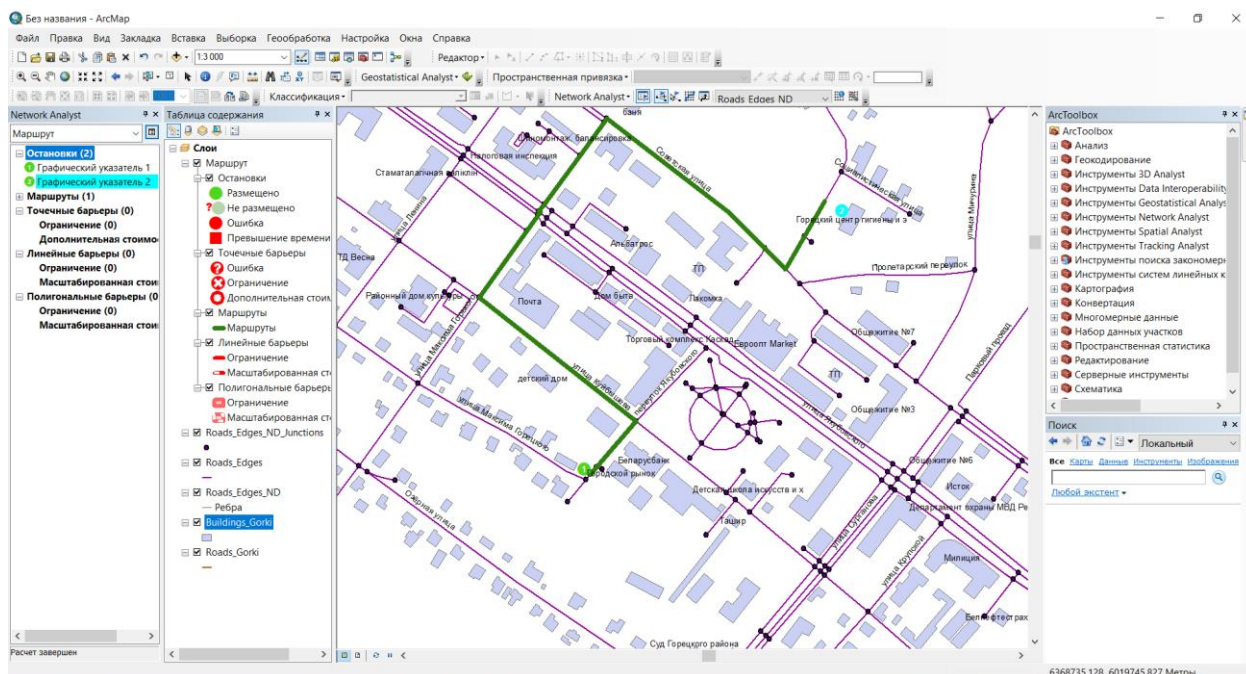


Рис. 27. Рабочий проект с построенным прямым оптимальным маршрутом

Для построения обратного маршрута следует поменять местами **Графический указатель 1** и **Графический указатель 2** в окне Network Analyst левого вертикального дока и запустить опцию **Расчет** (рис. 28).

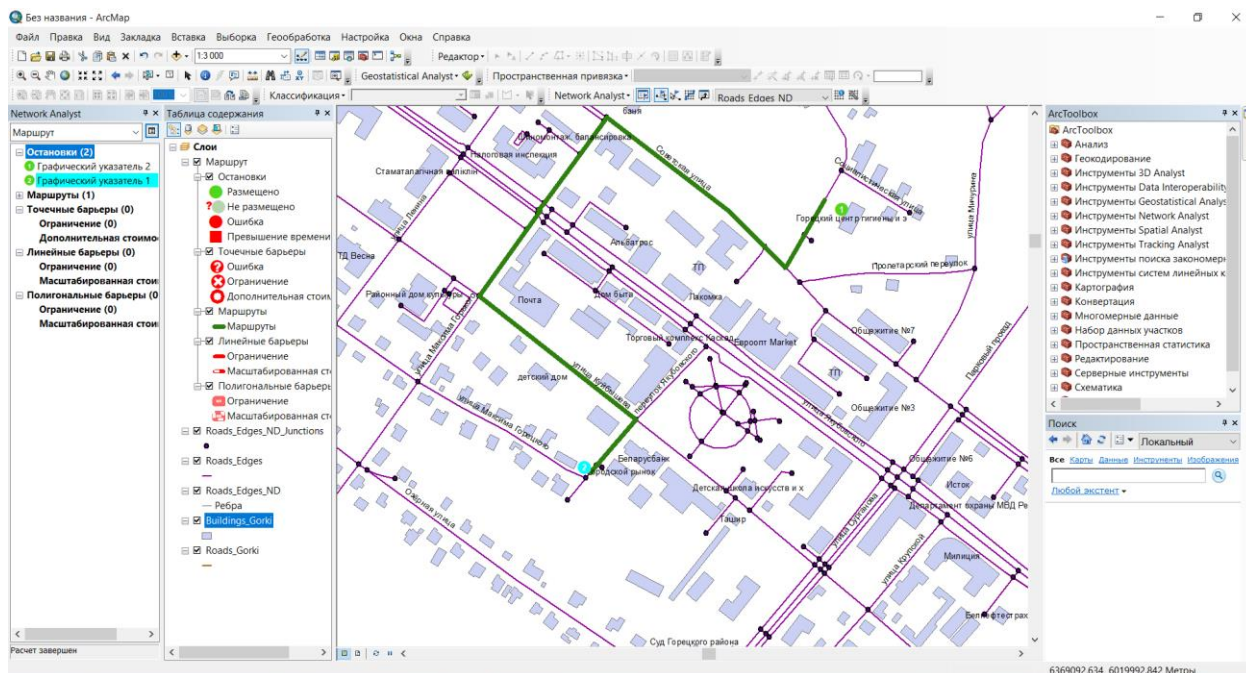


Рис. 28. Рабочий проект с построенным обратным оптимальным маршрутом

Предположим, что в районе ул. Советская ведутся дорожные работы и проезд по этой улице закрыт. Для построения альтернативного маршрута следует обозначить место нахождения барьера. Для этого в окне Network Analyst в левом вертикальном доке выбрать пункт **Ограничение** и в рабочем проекте добавить барьер в нужном месте (рис. 29).

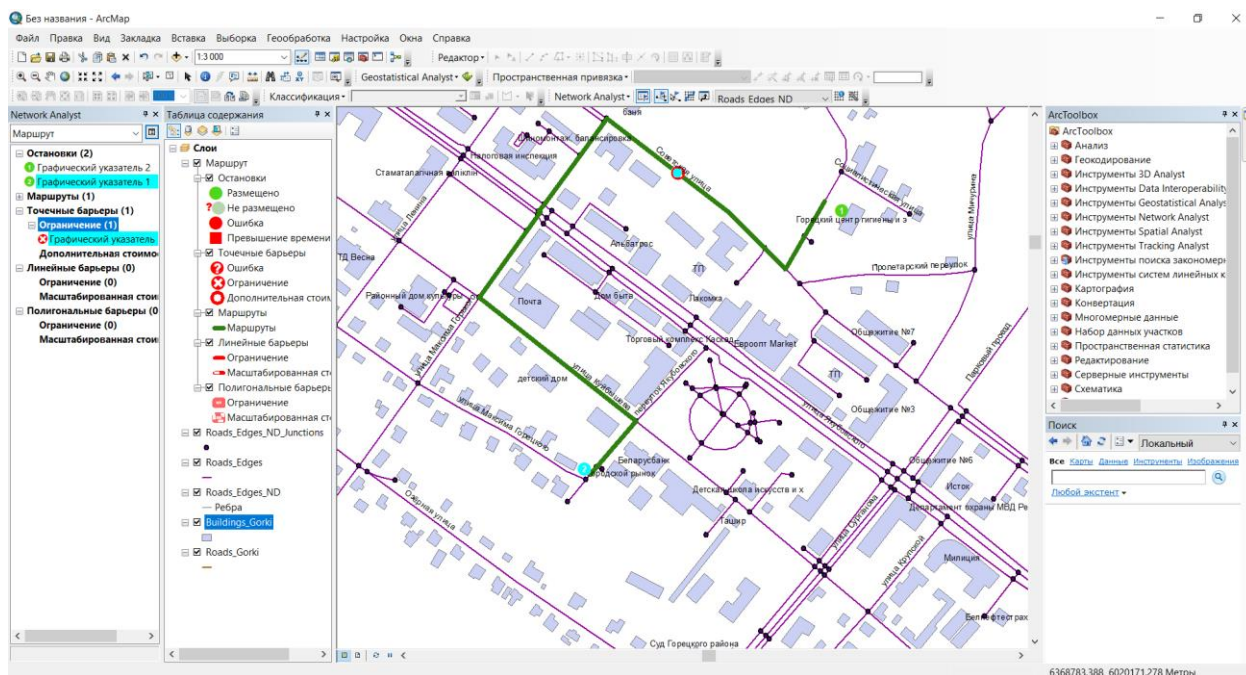


Рис. 29. Рабочий проект с добавленным барьером

После этого необходимо перестроить маршрут с помощью опции **Расчет** (рис. 30).

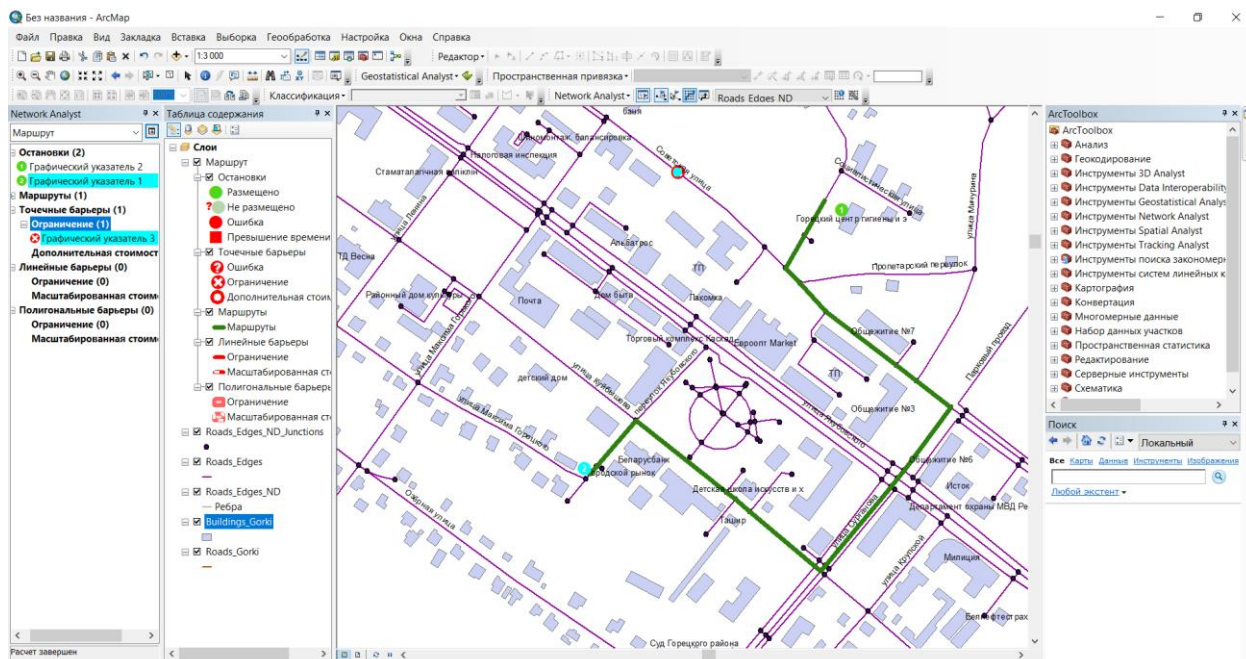


Рис. 30. Рабочий проект с построенным обратным оптимальным маршрутом

4. Определение зоны обслуживания

Предположим, что поставлена задача определить границы 2-километровой зоны обслуживания Центрального городского рынка. Для ее определения необходимо отключить в таблице содержания слой **Маршрут** (снять галочку). Далее следует создать слой вычисления зон обслуживания с помощью опции **Новая область обслуживания** (рис. 31).

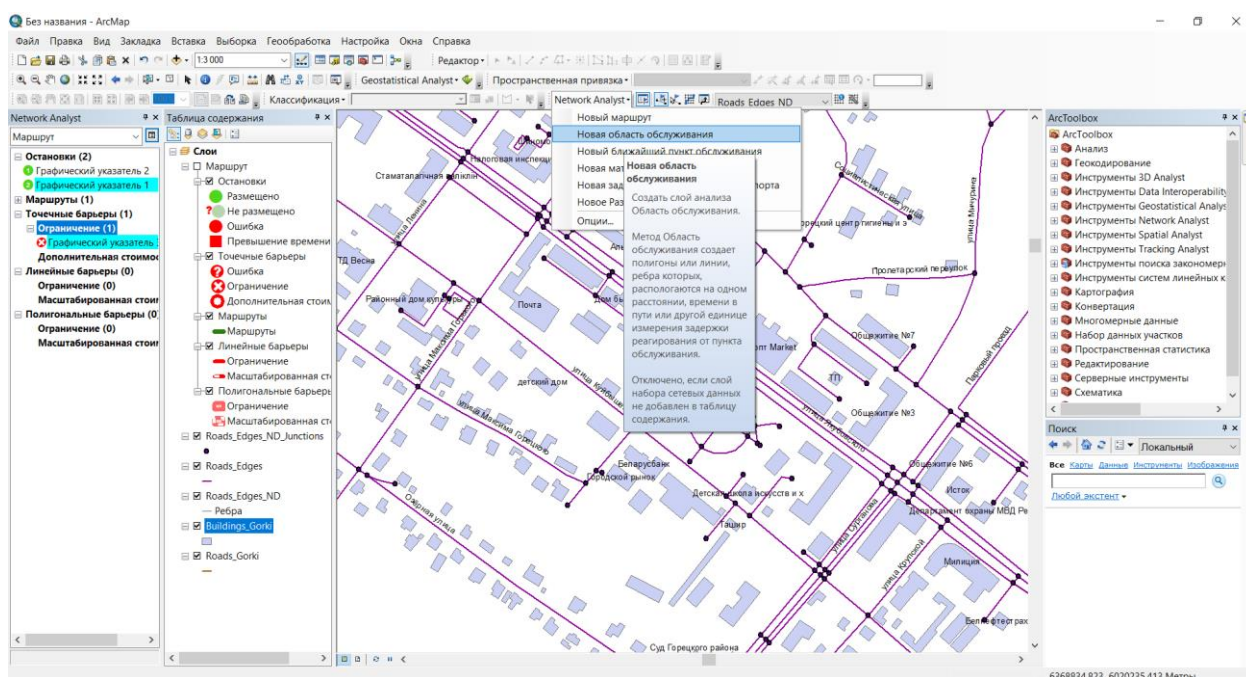


Рис. 31. Рабочий проект с активированной опцией создания новой области обслуживания

Выделить в окне Network Analyst левого вертикального дока слой **Пункты обслуживания** и поставить точку возле Центрального городского рынка (рис. 32).

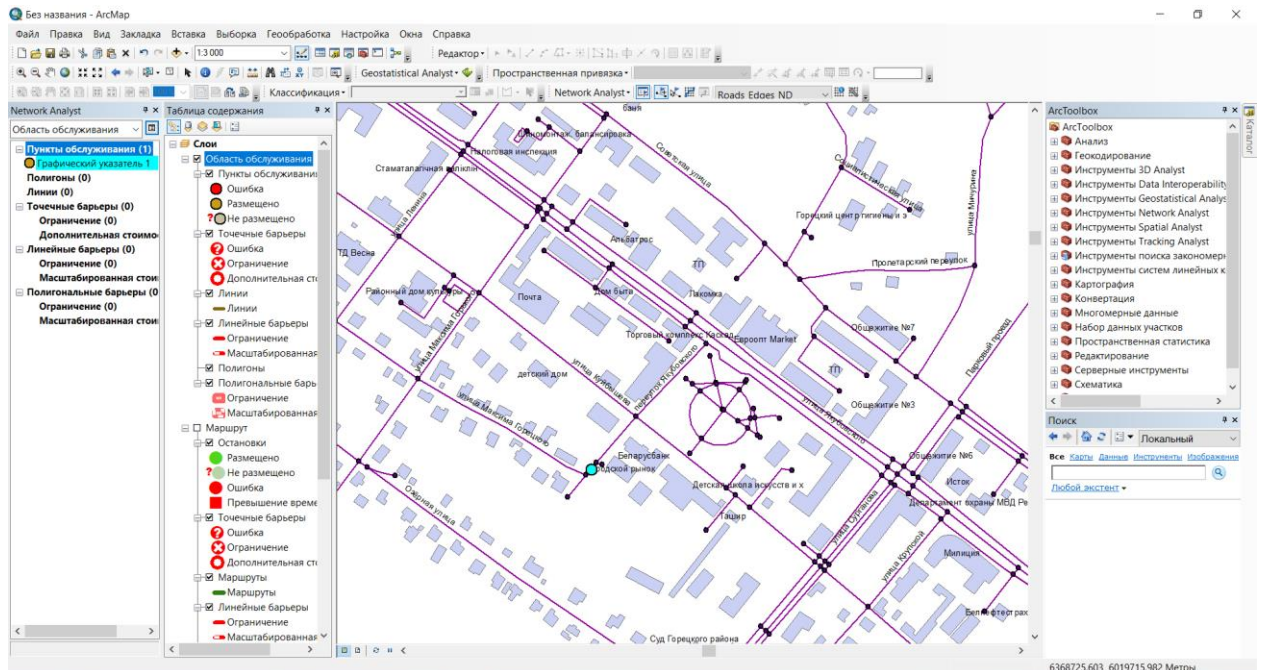


Рис. 32. Рабочий проект с созданным пунктом обслуживания

Чтобы установить величину зоны обслуживания рынка, равную 2 км, следует дважды щелкнуть на слое **Область обслуживания** в таблице содержания (рис. 33).

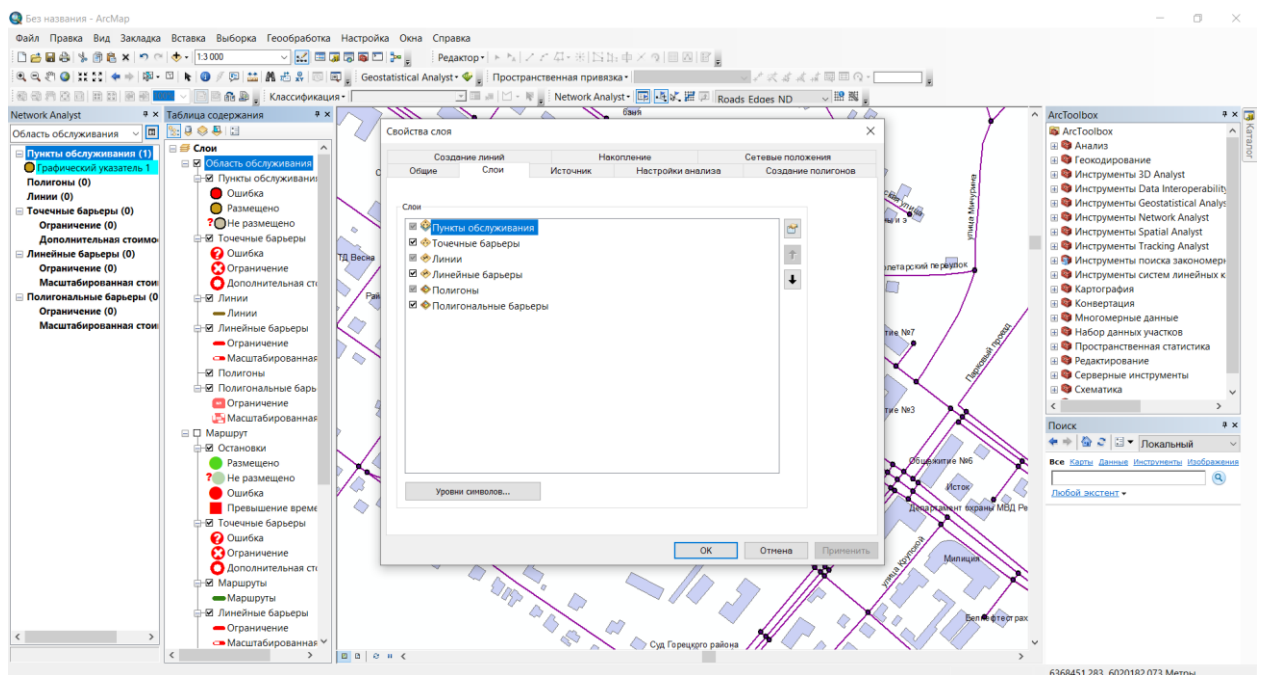


Рис. 33. Рабочий проект с диалоговым окном свойств слоя

В появившемся диалоговом окне перейти на вкладку **Настройки анализа** и выполнить настройки, как показано на рисунке 34. Нажать кнопку **ОК** (рис. 34).

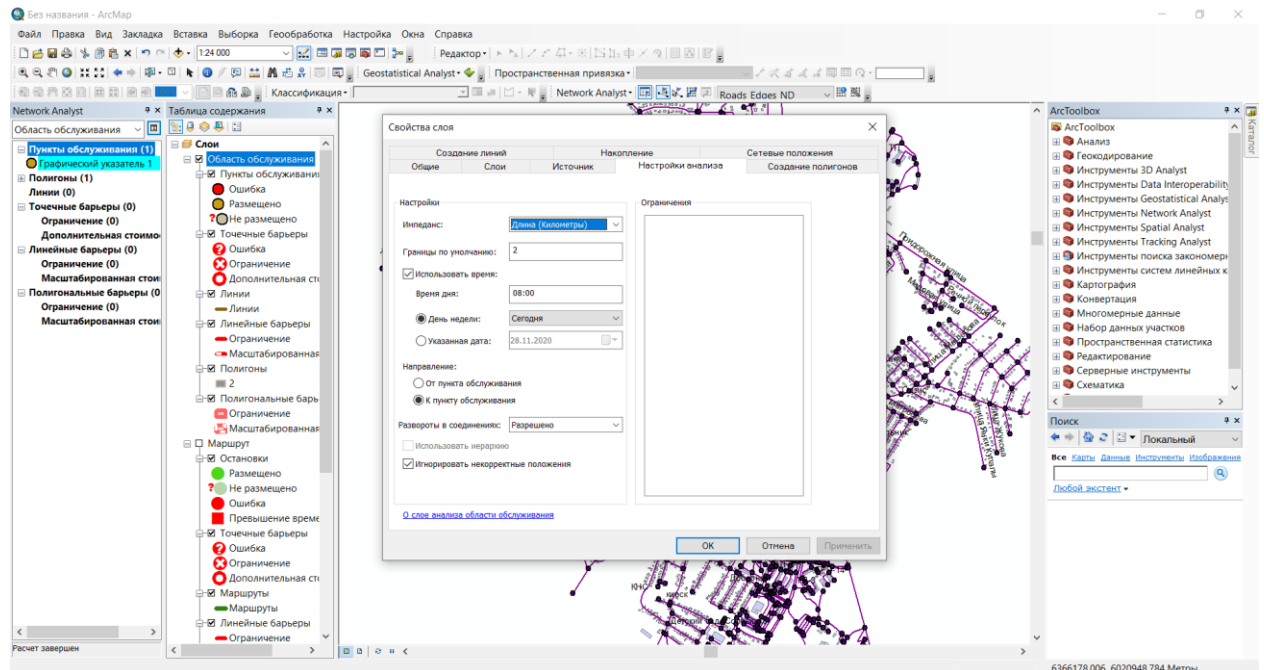


Рис. 34. Рабочий проект с диалоговым окном настроек анализа

В результате применения заданных настроек будет построена зона обслуживания рынка, равная двум километрам по длине автомобильного маршрута (рис. 35).

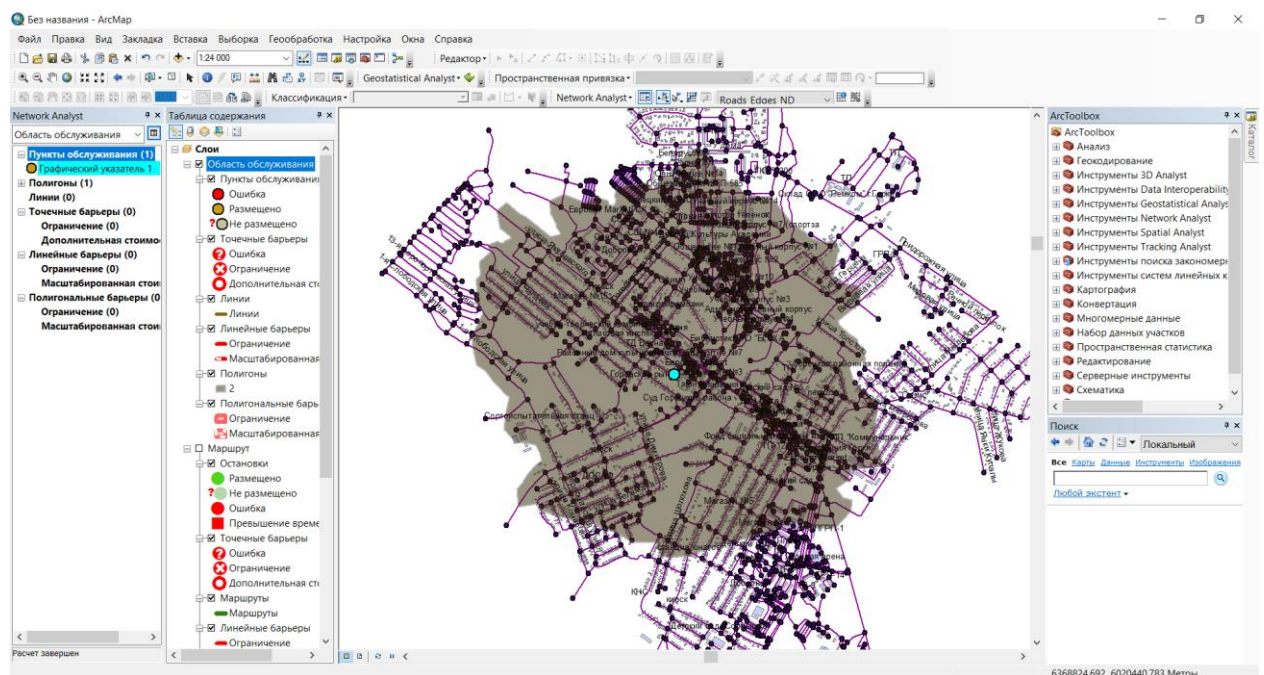


Рис. 35. Рабочий проект с созданной 2-километровой зоной обслуживания

Для того, чтобы построить несколько зон обслуживания различного размера, следует добавить в поле **Границы по умолчанию** диалогового окна настроек свойств слоя необходимые значения размера зон обслуживания (в данном примере – от 1 до 3,5 км через каждые 500 м (через пробел) (рис. 36).

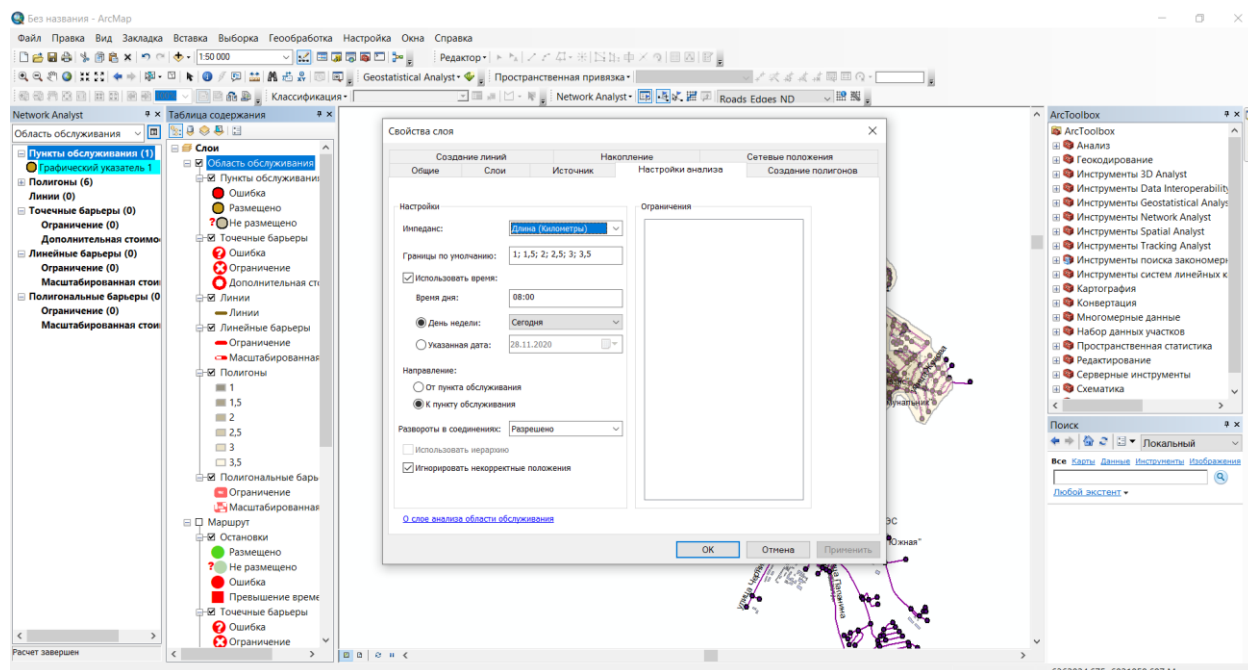


Рис. 36. Рабочий проект с диалоговым окном настроек размеров зон обслуживания

В результате применения заданных настроек будут построены различные зоны обслуживания, отображенные на рисунке 37 различными цветами.

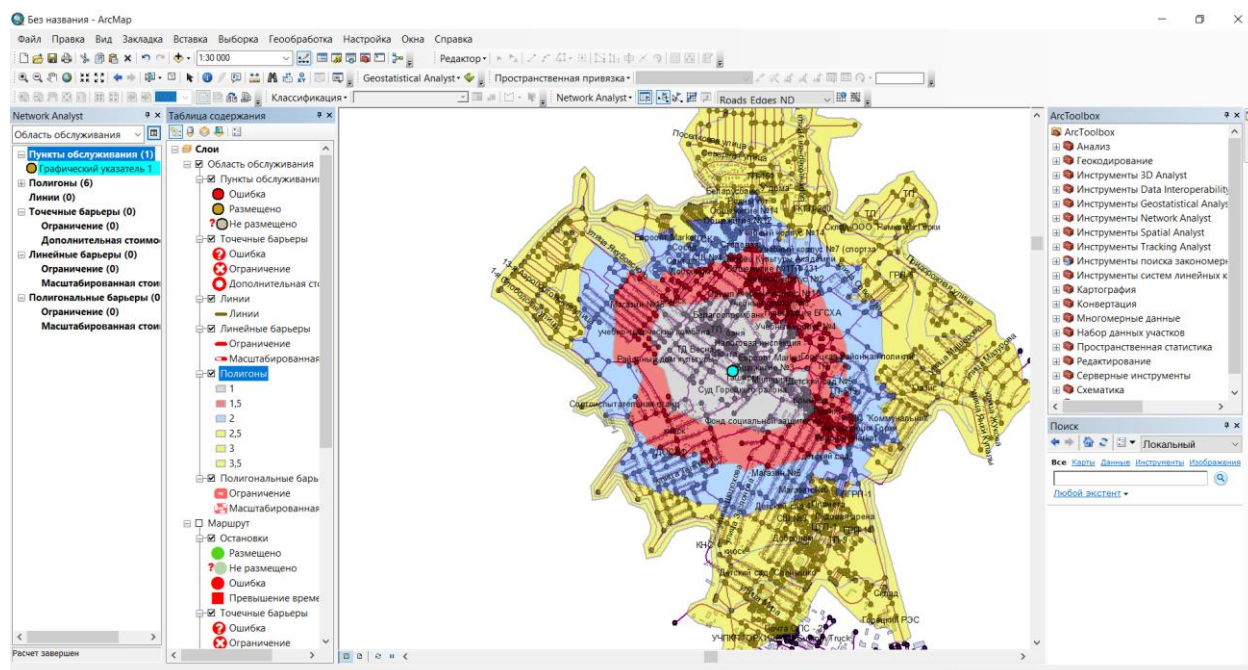


Рис. 37. Рабочий проект с созданными зонами обслуживания различной протяженности

Чтобы определить, какие строения попадают в пределы той или иной зоны обслуживания (в данном примере – в зону, равную 0,5-1,0 км до рынка), следует открыть таблицу атрибутов слоя **Полигоны** в таблице содержания и выбрать требуемую зону. В результате нужная зона будет подсвечена цветом и выделена в рабочем окне проекта (рис. 38).

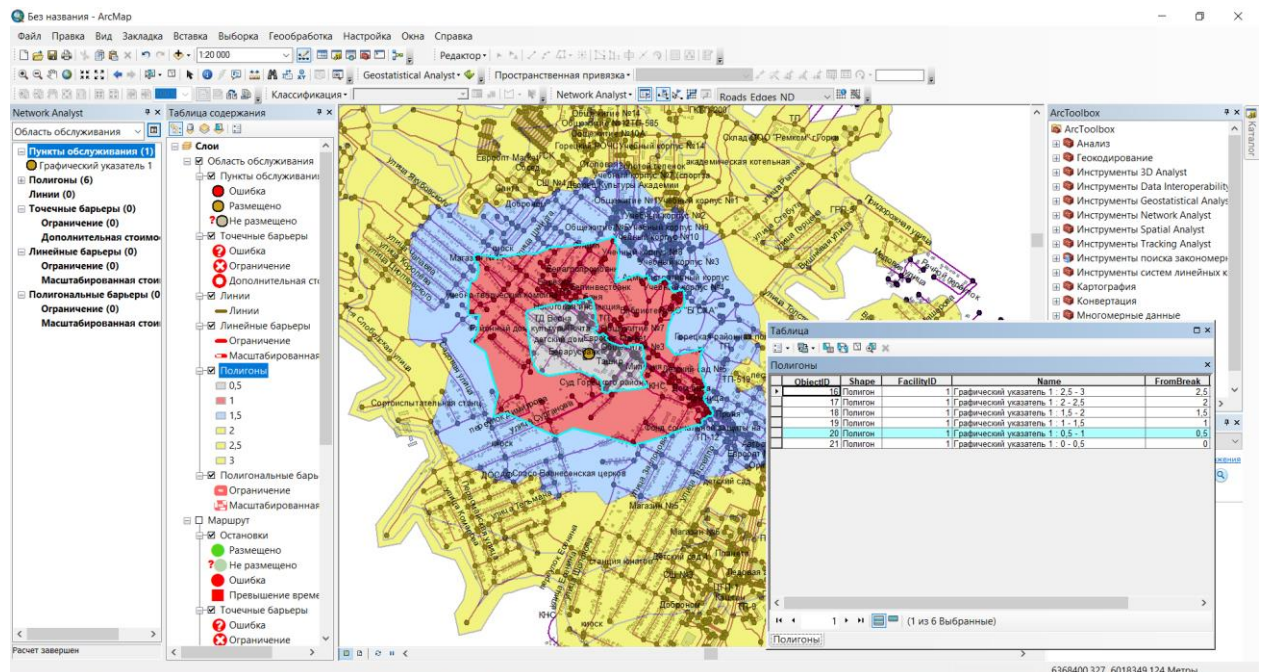


Рис. 38. Рабочий проект с атрибутивной таблицей выбранной зоны обслуживания

На главной панели инструментов необходимо выбрать путь **Выборка – Выбрать по расположению** и вызвать диалоговое окно (рис. 39).

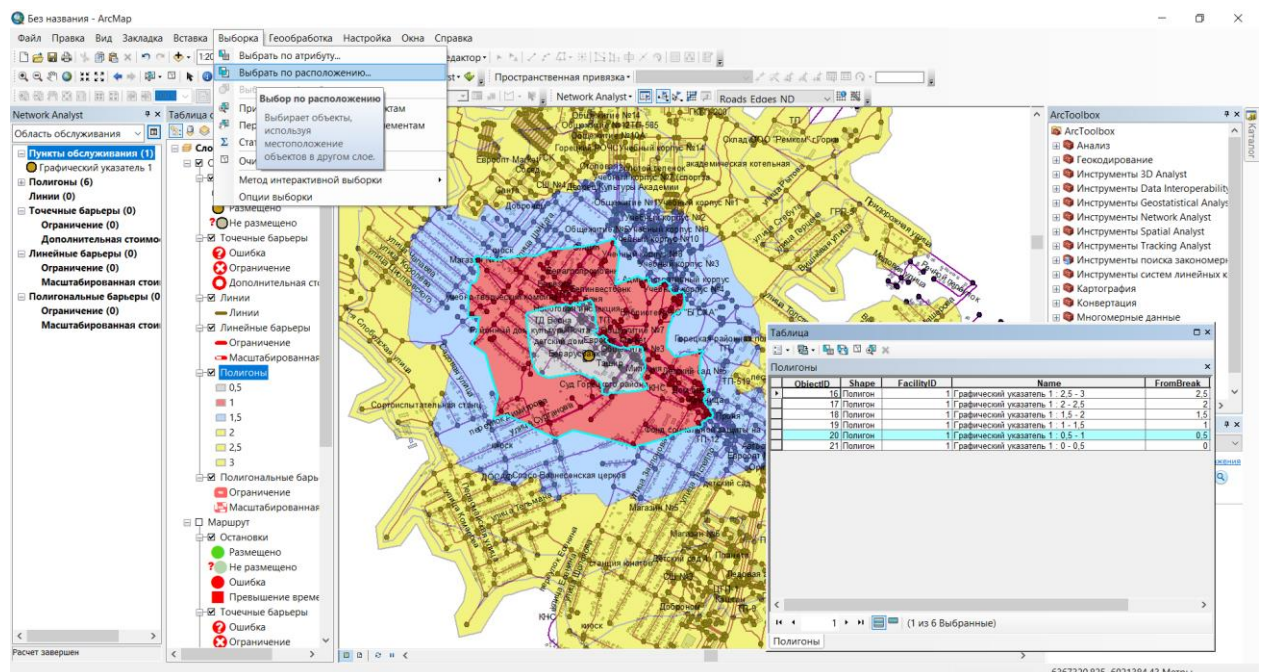


Рис. 39. Рабочий проект с активированной опцией «Выбрать по расположению»

В появившемся диалоговом окне необходимо выполнить настройки, как показано на рисунке 40.

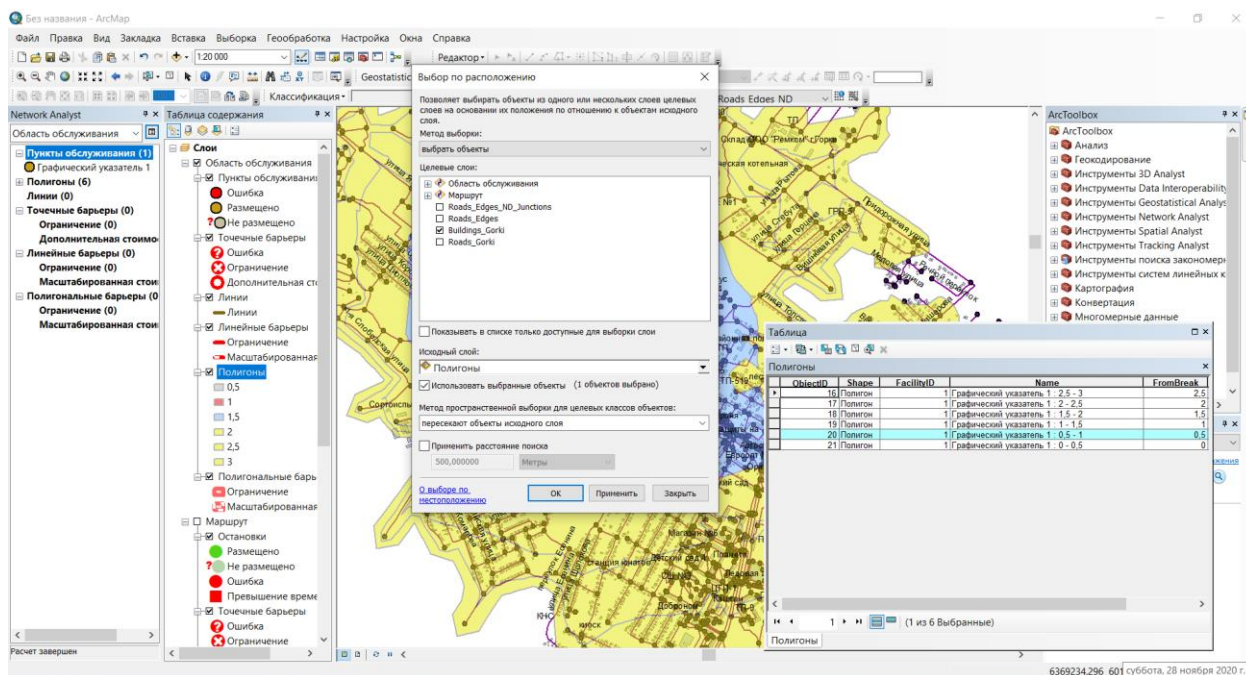


Рис. 40. Рабочий проект с диалоговым окном настроек выбора по расположению

В результате применения заданных настроек будет выделена требуемая зона обслуживания и все попадающие в ее пределы дома и здания. При необходимости слой домов и/или полигональный слой с отображением зоны можно выгрузить в отдельный шейп-файл (рис. 41).

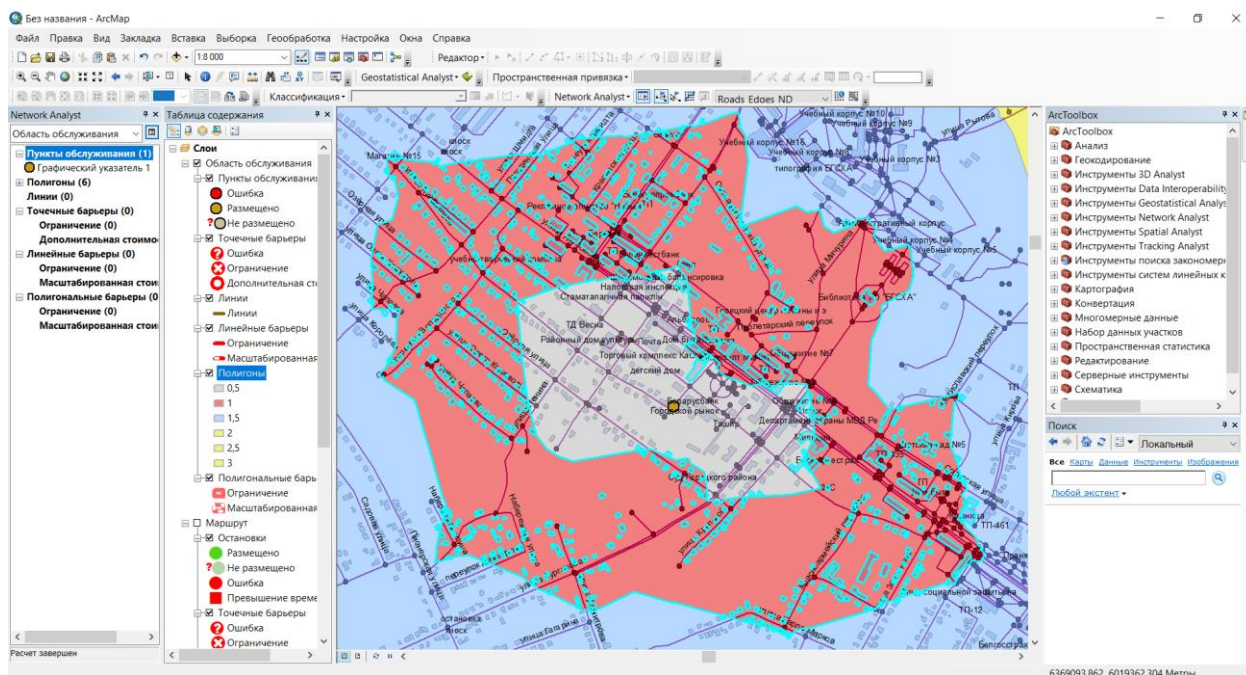


Рис. 41. Рабочий проект с выделенной зоной обслуживания и попадающими в ее пределы строениями

5. Определение ближайшего пункта обслуживания и кратчайшего пути до него

Предположим, необходимо определить ближайшие пункты обслуживания (магазины «Евроопт» в пределах города) и кратчайшие пути до них для 5-ти потенциальных клиентов (покупатели, проживающие по определенным адресам). Для этого следует отключить видимость всех слоев в пункте **Область обслуживания** таблицы содержания и выбрать опцию **Новый ближайший пункт обслуживания** (рис. 42).

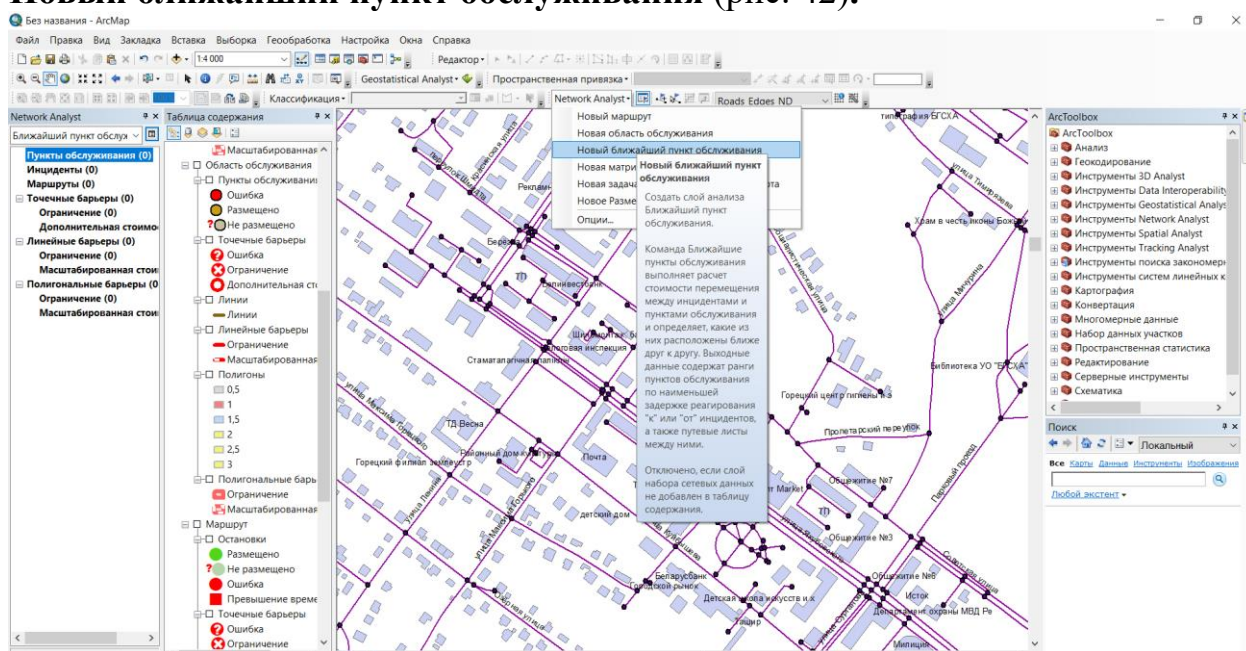


Рис. 42. Рабочий проект с выбранной опцией «Новый ближайший пункт обслуживания»

После этого нужно добавить два (или более) пункта обслуживания – магазина, сервисных центра, учреждения здравоохранения (в данном примере – магазины «Евроопт» (рис. 43).

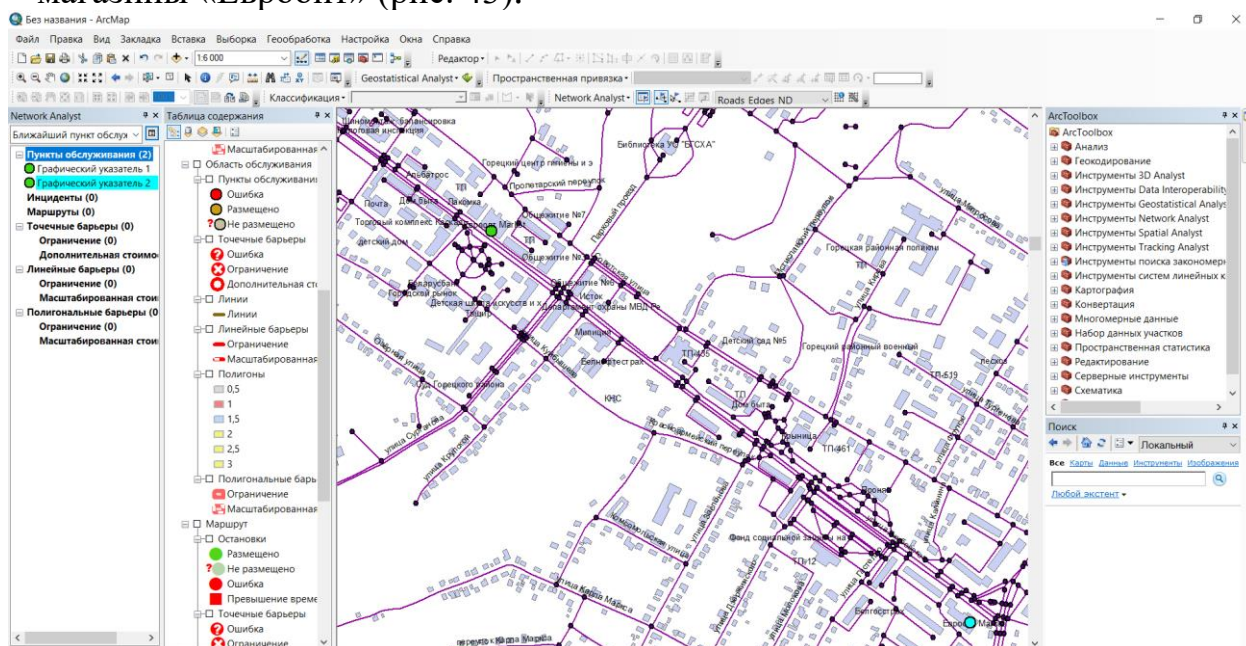


Рис. 43. Рабочий проект с добавленными пунктами обслуживания

После добавления пунктов обслуживания необходимо активировать в окне Network Analyst левого вертикального дока слой **Инциденты** и создать пять местоположений, в которых находятся клиенты магазинов (рис. 44).

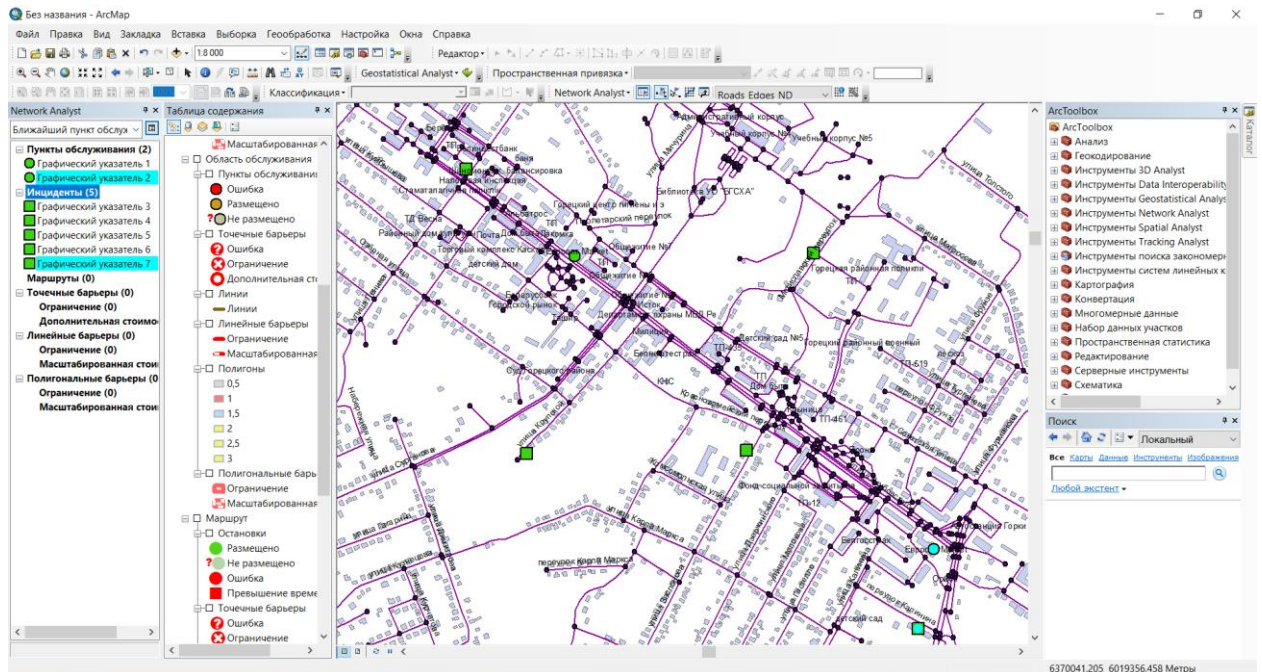


Рис. 44. Рабочий проект с добавленными клиентами пунктов обслуживания

Далее необходимо выбрать опцию **Расчет** и построить оптимальные маршруты. В результате будут выбраны ближайшие пункты обслуживания (магазины) для каждого отдельного потребителя и построены кратчайшие маршруты (рис. 45).

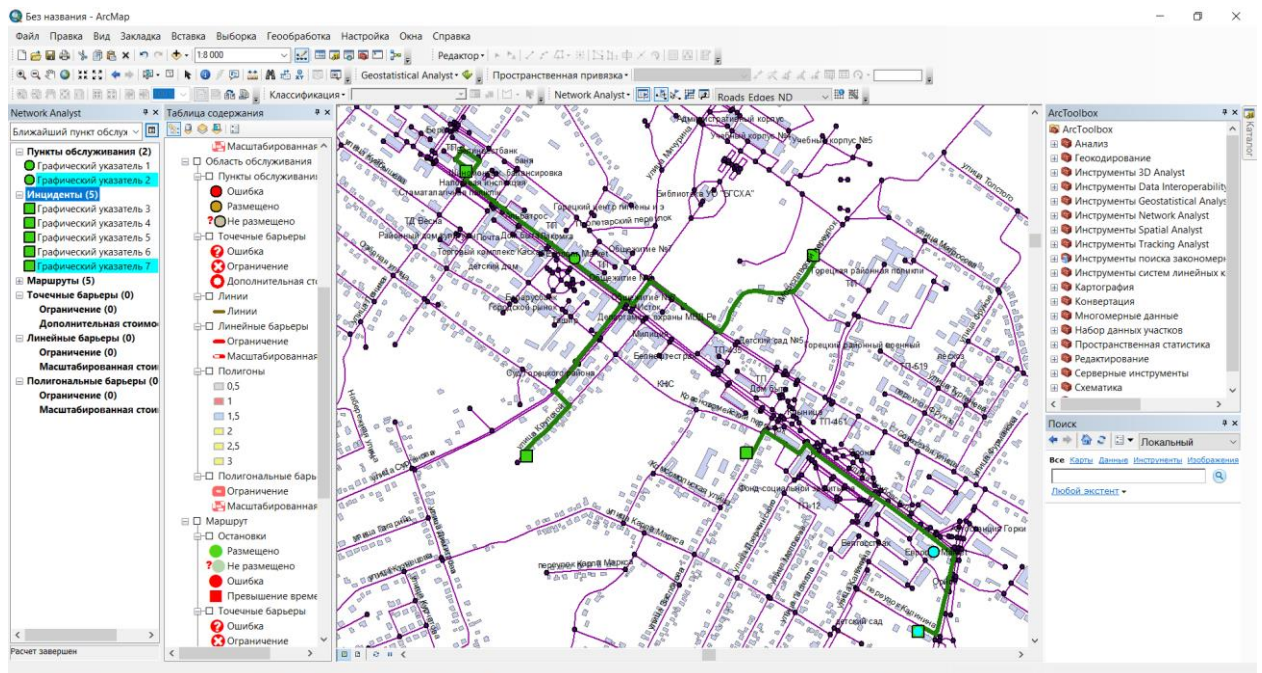


Рис. 45. Рабочий проект с построенными оптимальными маршрутами

6. Решение задачи размещения-распределения объектов – сервисных точек

Задача размещения-распределения звучит следующим образом: есть N потенциальных точек для размещения пунктов обслуживания (магазины, кафе, отделения связи, транспортные узлы, сервисные центры, банкоматы), а также K точек потребления (обычно это здания, из которых выезжают люди за услугами, или к которым эти услуги поставляются). Необходимо из N точек обслуживания выбрать $n \leq N$ точек таким образом, чтобы минимизировать некую стоимостную функцию (например, размещение сервисного пункта на установленной дистанции; суммарное время движения от каждого пункта потребления до ближайшего пункта обслуживания), после чего распределить точки по ближайшим пунктам обслуживания. Решение данной задачи позволяет также моделировать противостояние конкурирующих сетей обслуживания и подбирать оптимальные места размещения пунктов для максимального охвата рынка.

Для решения поставленной задачи следует отключить видимость слоя **Ближайший пункт обслуживания** в таблице содержания и создать слой размещения-распределения с помощью команды **Новое размещение-распределение** (рис. 46).

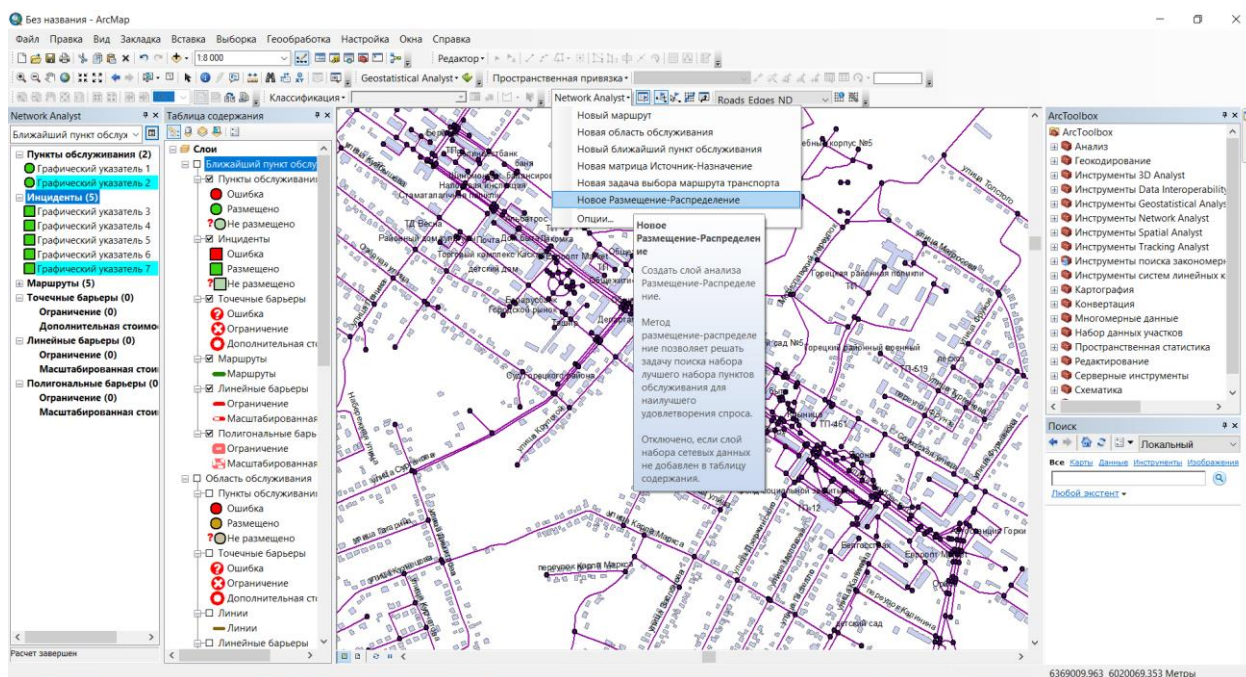


Рис. 46. Рабочий проект с выбранной опцией «Новое размещение-распределение»

С помощью активации опции **Создать сетевое положение** добавить семь (число может быть произвольным) потенциальных пунктов обслуживания – магазинов на территории г. Горки. Пункты обслуживания можно создать и автоматически. Для этого нужно выбрать по атрибуту и

пересохранить места расположения магазинов в атрибутивной таблице слоя зданий и загрузить их в поле **Пункты обслуживания** (рис. 47).

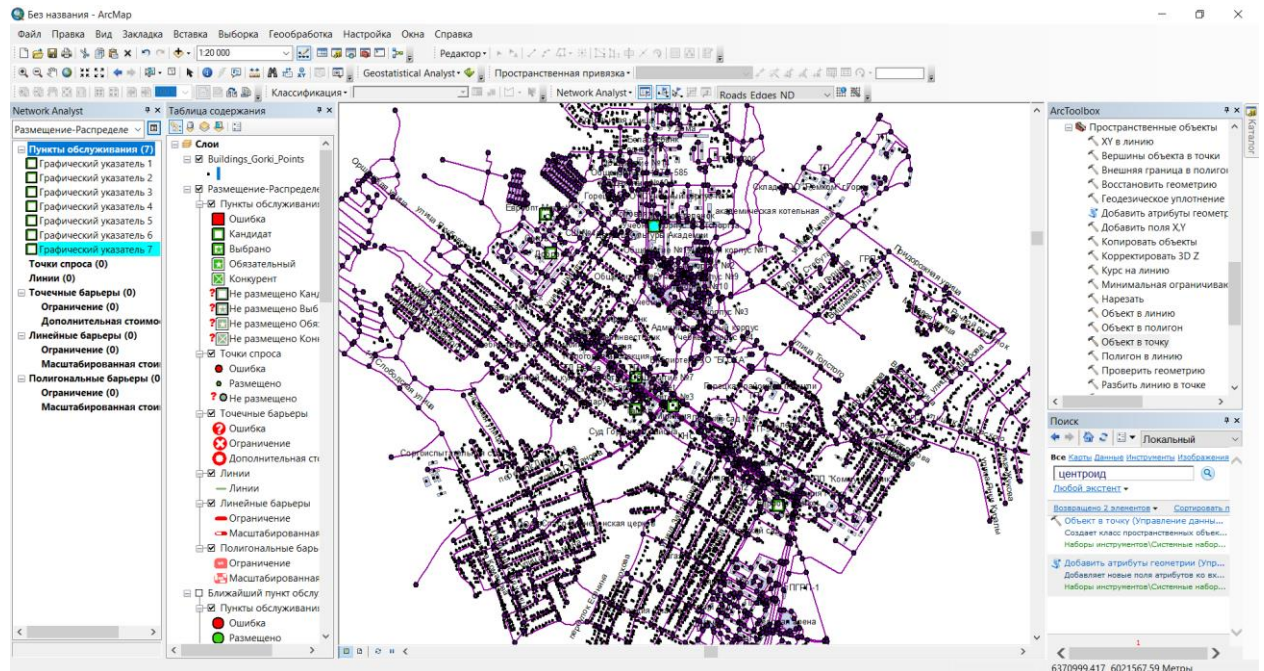


Рис. 47. Рабочий проект с созданными пунктами обслуживания

После создания пунктов обслуживания следует выбрать путь **ArcToolBox – Управление данными – Пространственные объекты – Объект в точку** и создать центроиды полигонов слоя Buildings_Gorki (полигональный слой со строениями из исходных данных), которые нужно сохранить в виде точечного слоя Buildings_Gorki_Points. Далее необходимо загрузить данные слоя Buildings_Gorki_Points в пункты обслуживания. Для этого правой кнопкой мыши щелкнуть на слое **Пункты обслуживания** и в раскрывшемся списке выбрать **Загрузить положения** (рис. 48).

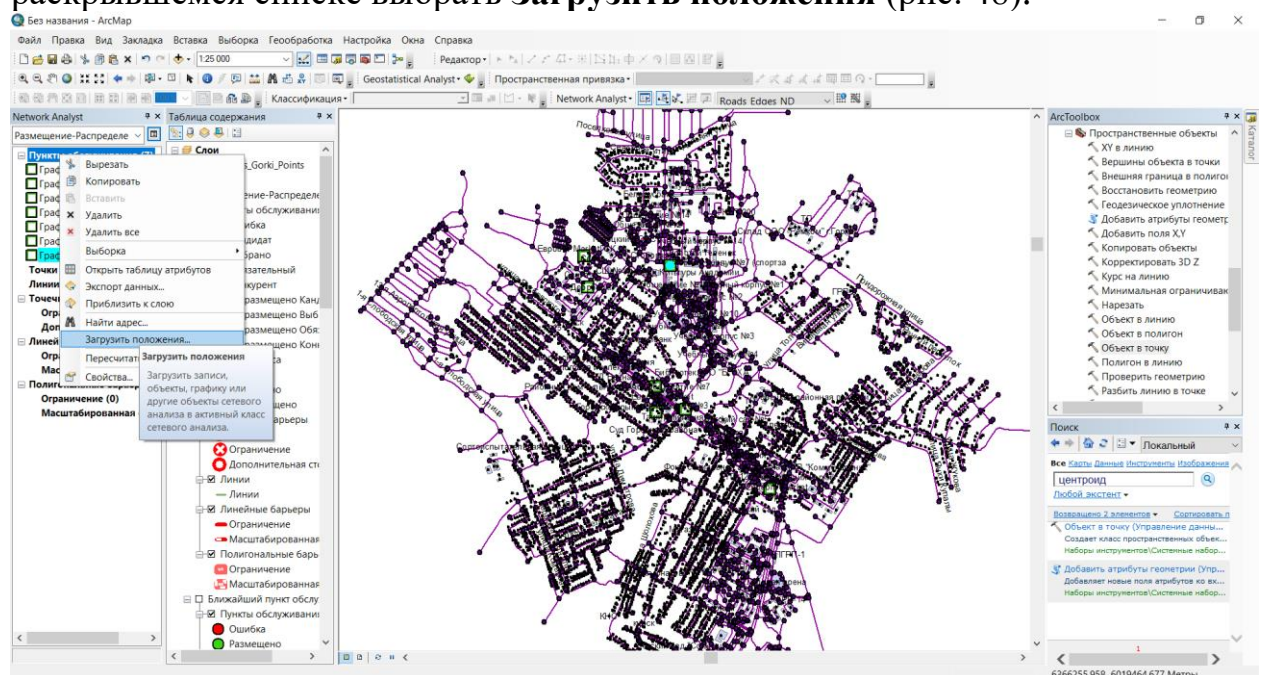


Рис. 48. Рабочий проект с загруженными центроидами зданий

После этого в таблице содержания дважды необходимо щелкнуть по слою **Размещение-Распределение** и в появившемся диалоговом окне выполнить настройки, как показано на рисунке 49.

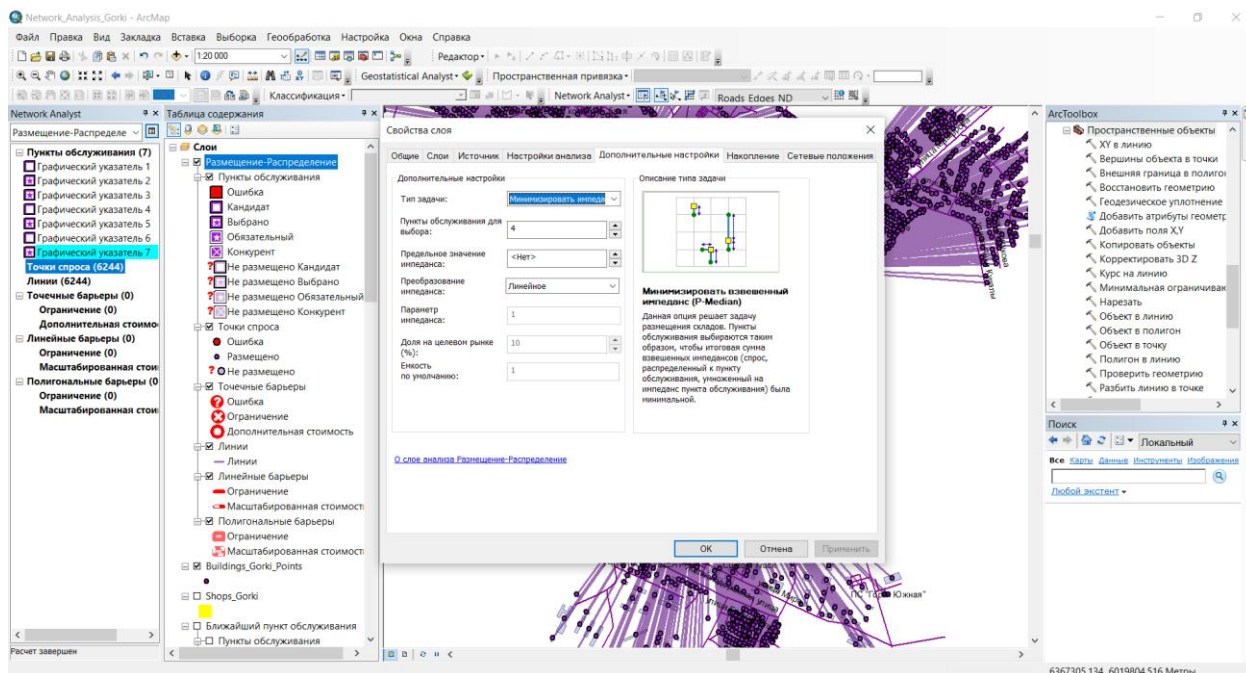


Рис. 49. Рабочий проект с диалоговым окном настроек слоя «Размещение-Распределение»

В этом же диалоговом окне нужно выбрать опцию **Настройки анализа** и выполнить настройки, как показано на рисунке 50. Выбрать опцию **Расчет** и построить маршруты от мест расположения потенциальных клиентов до объектов обслуживания (рис. 50).

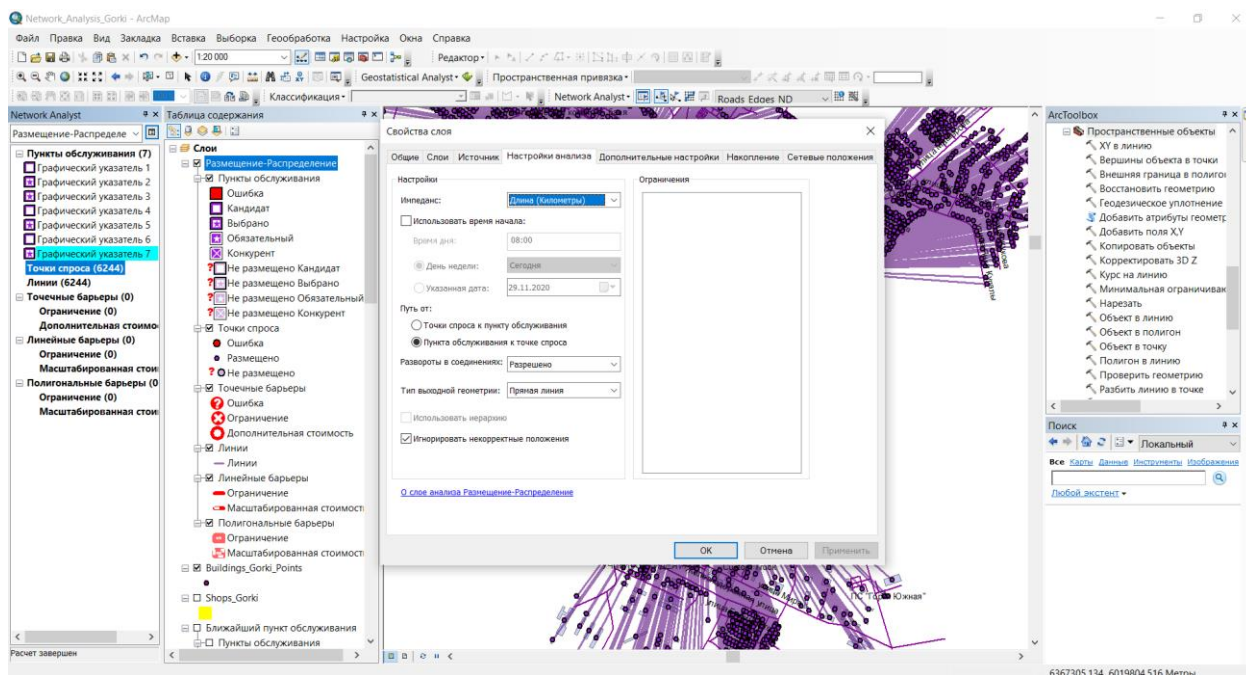


Рис. 50. Рабочий проект с диалоговым окном настроек анализа слоя «Размещение-Распределение»

В результате реализации заданных настроек будут построены зоны размещения потенциальных покупателей для 4-х выбранных на территории г. Горки магазинов. Зоны отображаются в виде диаграмм направлений (рис. 51).

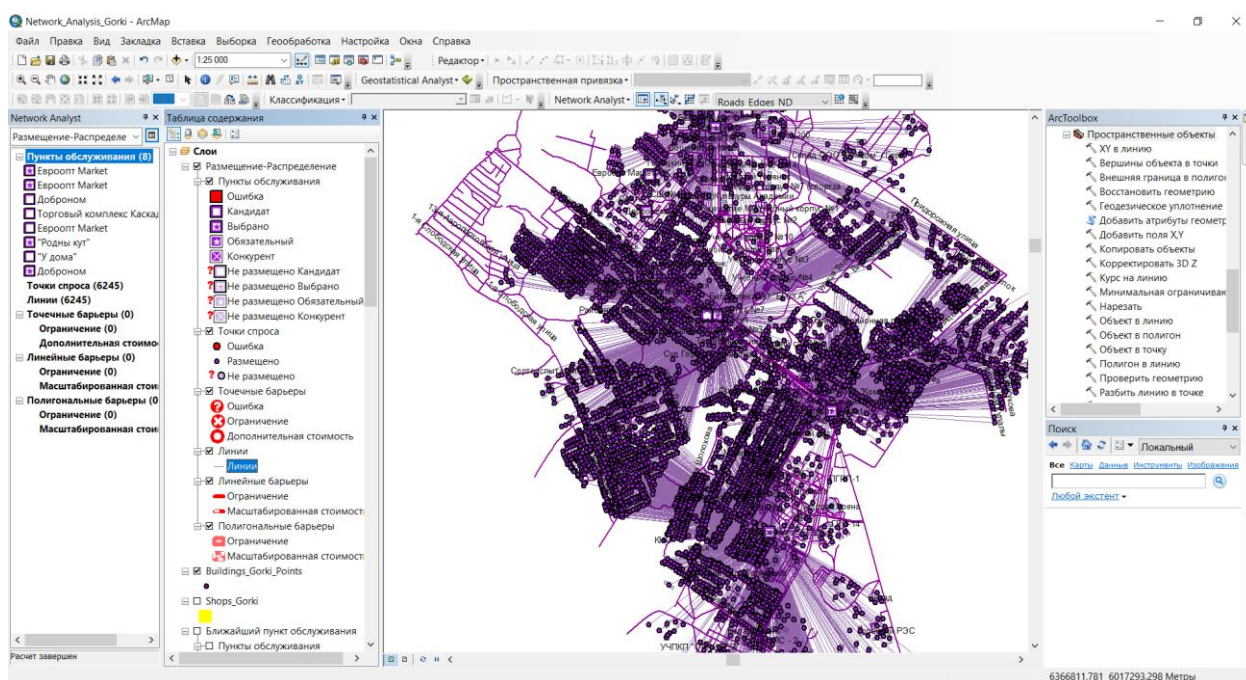


Рис. 51. Рабочий проект с созданными зонами размещения потенциальных клиентов

Данный вид анализа позволяет определить оптимальное место для размещения объекта обслуживания либо оценить рациональность размещения уже существующих объектов.

7. Районирование территории по зонам обслуживания

На основе полученных зон распределения потребителей объектов обслуживания можно произвести районирование территории с последующей его визуализацией в виде картографического изображения. Для этого следует построить карту Вороного для слоя точек потребления и объединить полигоны, отнесенные к одному пункту обслуживания. Прежде всего необходимо исключить из слоя нераспределенные точки. Для этого следует дважды щелкнуть на слое **Точки спроса** в таблице содержания, перейти на вкладку **Определяющий запрос**, нажать кнопку **Конструктор запросов** и ввести в окно конструктора следующий запрос: "FacilityID" IS NOT NULL. Нажать ОК (рис. 52).

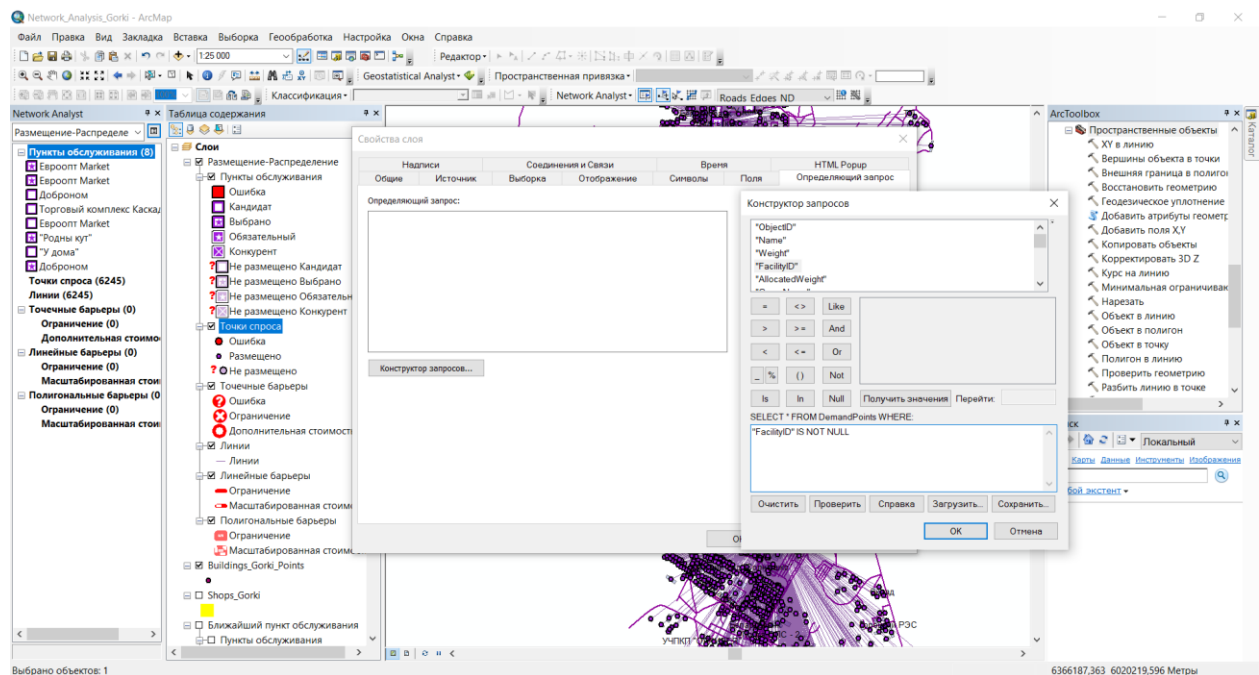


Рис. 52. Рабочий проект с диалоговым окном конструктора запросов

Далее необходимо создать в рабочей папке **файловую базу геоданных** (в данном примере – база геоданных с именем Gorki_Terrain). Открыть ArcToolbox и выбрать путь: **Анализ – Близость – Создать полигоны Тиссена**. В появившемся диалоговом окне выполнить настройки, как показано на рисунке 53.

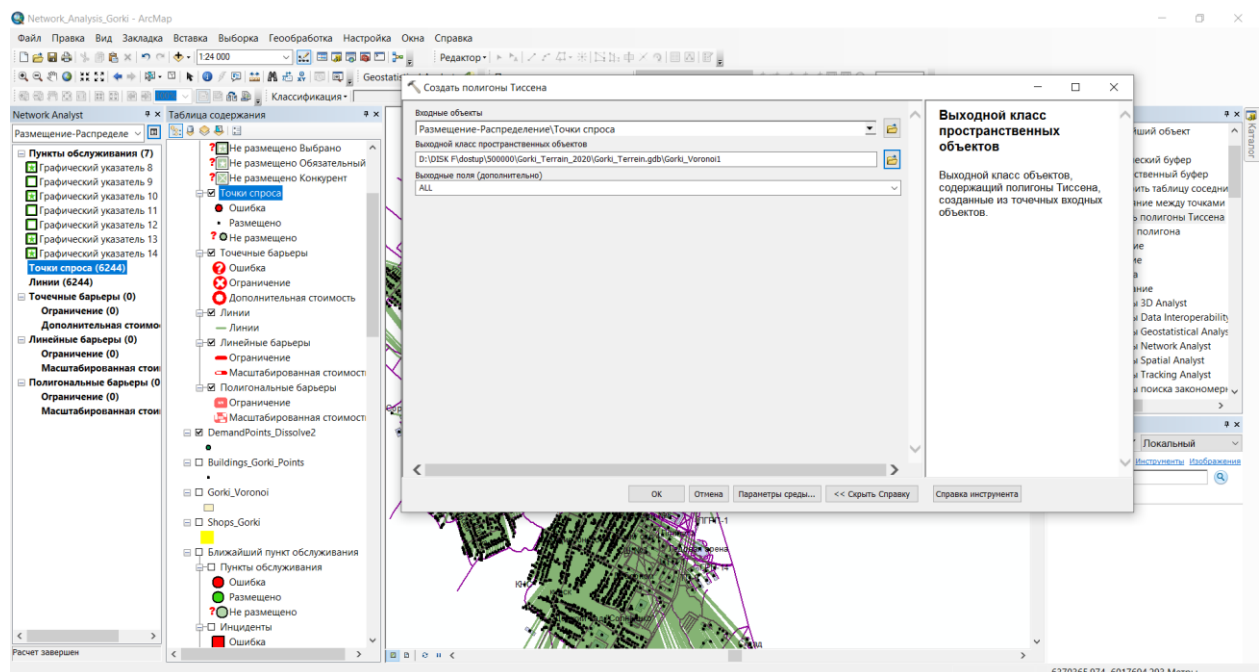


Рис. 53. Рабочий проект с диалоговым окном создания полигонов Тиссена

В результате выполненных действий для каждой точки обслуживания будет построена зона обслуживания в виде полигона Тиссена (рис. 54).

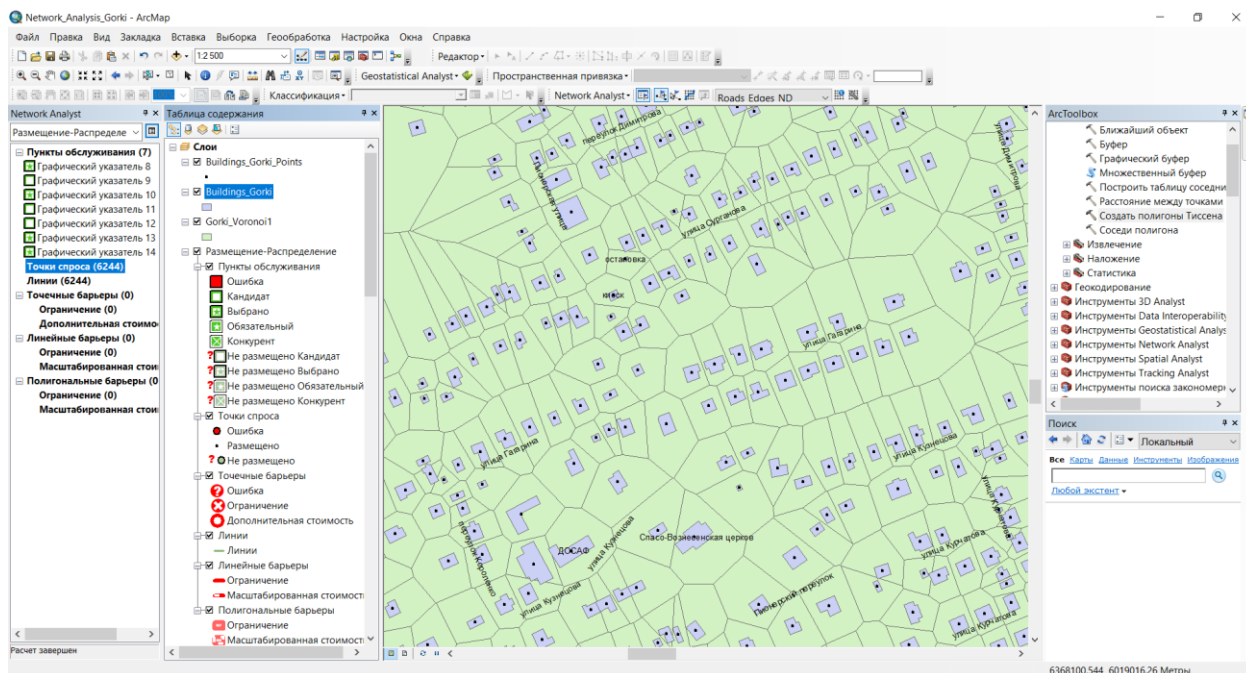


Рис. 54. Рабочий проект с созданными полигонами Тиссена

Объединив полигоны Вороного, точки которых отнесены к одному и тому же пункту обслуживания, возможно осуществить районирование территории по зонам обслуживания. Для этого следует открыть ArcToolbox и выбрать путь: **Управление данными – Генерализация – Слияние по атрибуту** и выполнить настройки, как показано на рисунке 55.

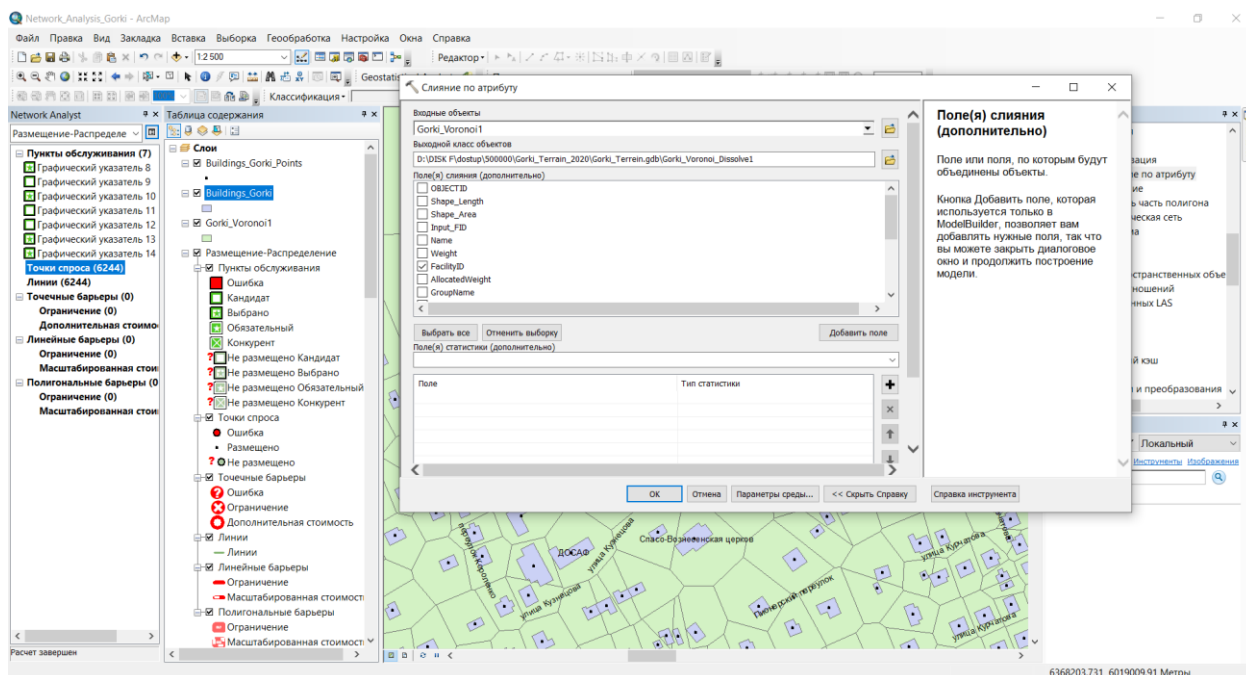


Рис. 55. Рабочий проект с диалоговым окном настроек слияния по атрибуту

В результате выполнения заданных настроек будет создан слой зон обслуживания для 4-х пунктов обслуживания (на рис. 56 отображены с границами красного цвета).

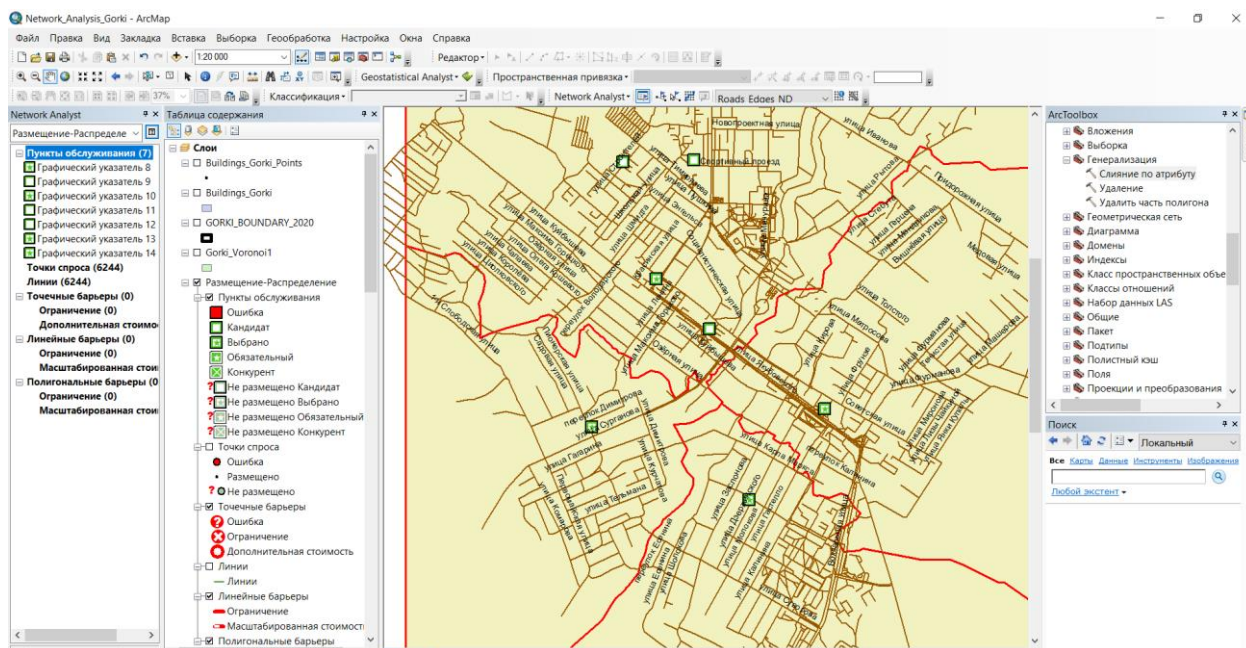


Рис. 56. Рабочий проект с созданными зонами обслуживания

Далее следует настроить отображение слоя зон обслуживания (в данном примере – слой *Gorki_Voronoi_Dissolve*). Для этого необходимо войти в свойства слоя *Gorki_Voronoi_Dissolve* и изменить его оформление, указав: 1) способ изображения – Категории > Уникальные значения; 2) поле отображения – Facility ID; 3) цвета отображения – спокойные, пастельные, одинаковые по насыщенности (цветовую палитру выбрать самостоятельно); 4) обводка полигонов – отсутствует. Чтобы убрать обводку со всех полигонов следует щелкнуть на заголовке столбца **Символы**, выбрать пункт **Свойства всех символов** и установить параметр **Цвет контура** в положение «нет цвета» (рис. 57).

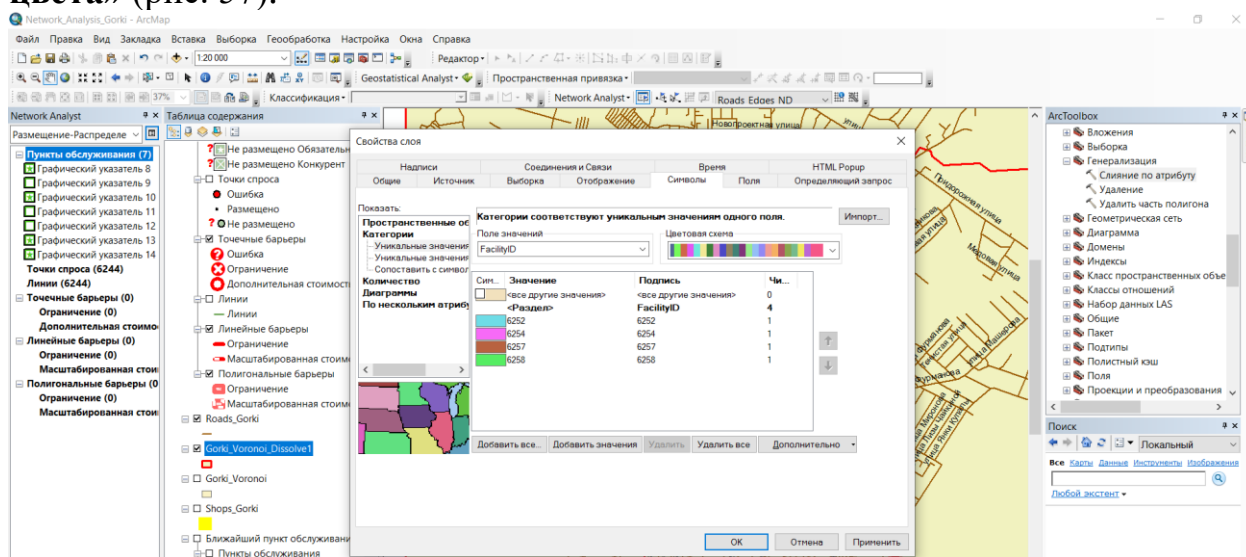


Рис. 57. Рабочий проект с диалоговым окном настроек свойств слоя зон обслуживания

В результате применения заданных настроек будет получено следующее изображение (рис. 58).

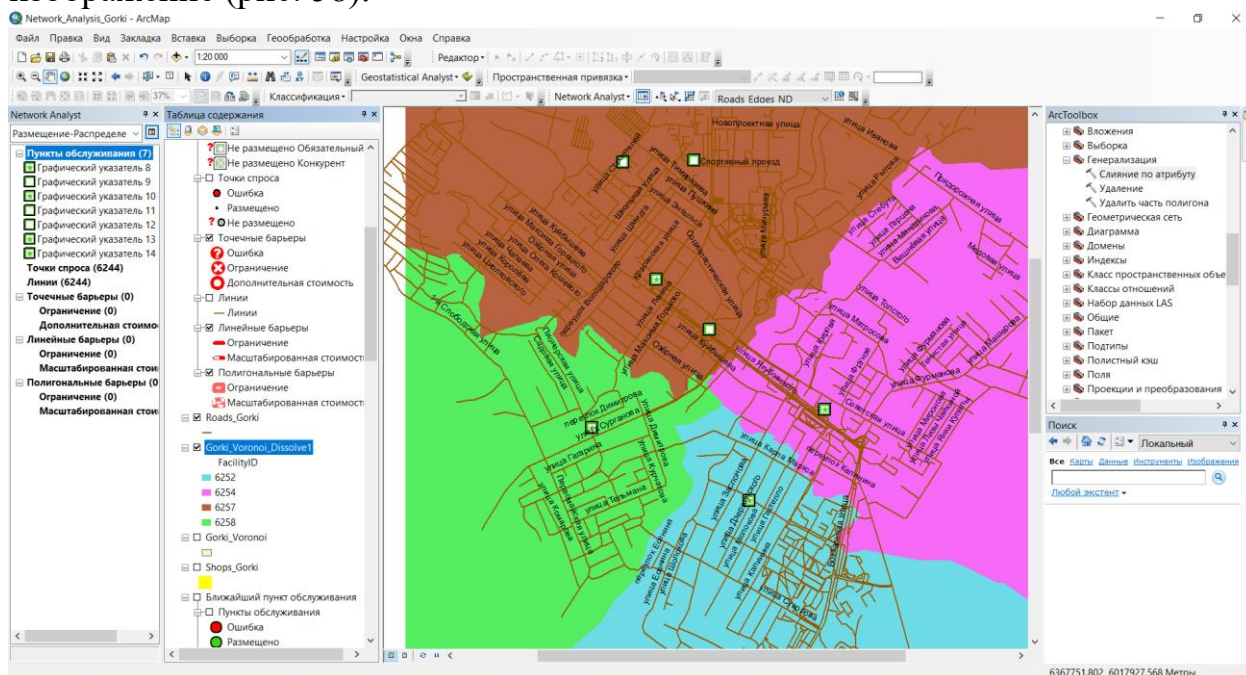


Рис. 58. Рабочий проект с отображением зон обслуживания

Чтобы выгрузить в отдельный слой выбранные пункты обслуживания (помечены звездочкой в квадрате), в группе **Размещение-Распределение** таблицы содержания следует оставить включенным только слой **Пункты обслуживания**. В окне Network Analyst в списке **Пункты обслуживания** выделить пункты, помеченные звездочками (зажав клавишу Ctrl). Далее в контекстном меню слоя **Пункты обслуживания** нужно выбрать команду **Экспорт данных** (рис. 58).

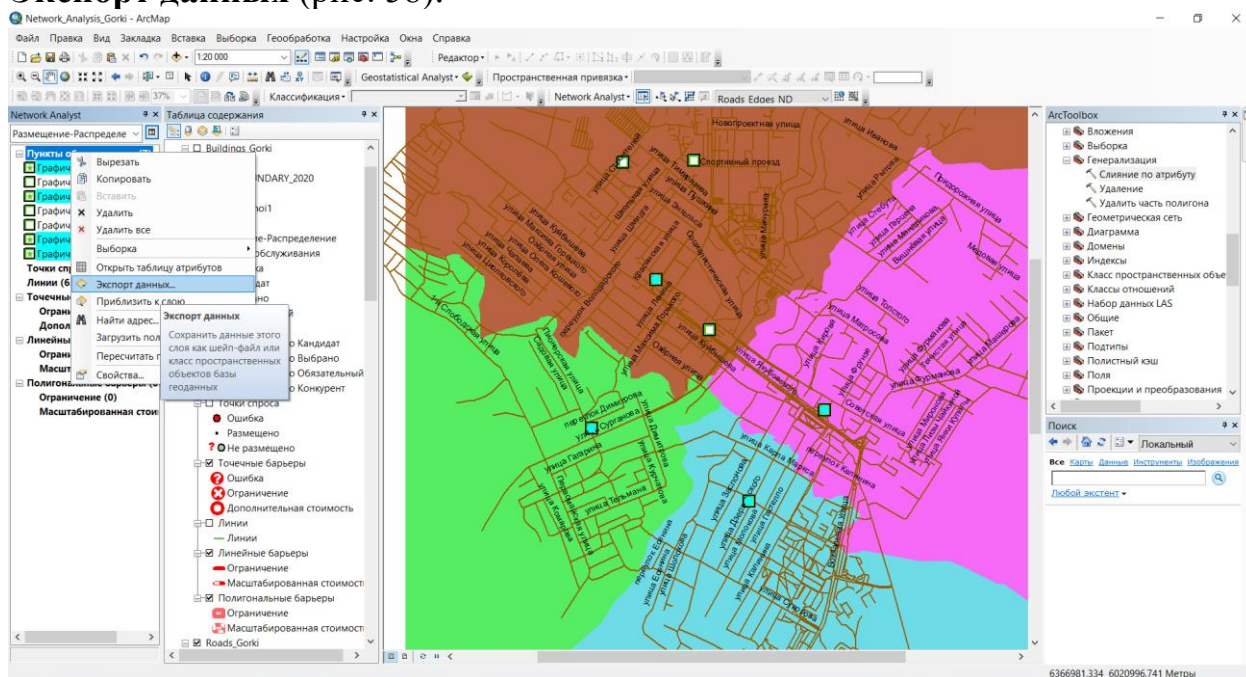


Рис. 58. Рабочий проект с активированной опцией экспорта данных

В появившемся диалоговом окне нужно задать путь для сохранения слоя выборки в **файловую базу геоданных** (в данном примере в базу геоданных сохраняется слой под названием Gorki_Positions). В результате в рабочий проект будет добавлен слой с пунктами обслуживания (рис. 59).

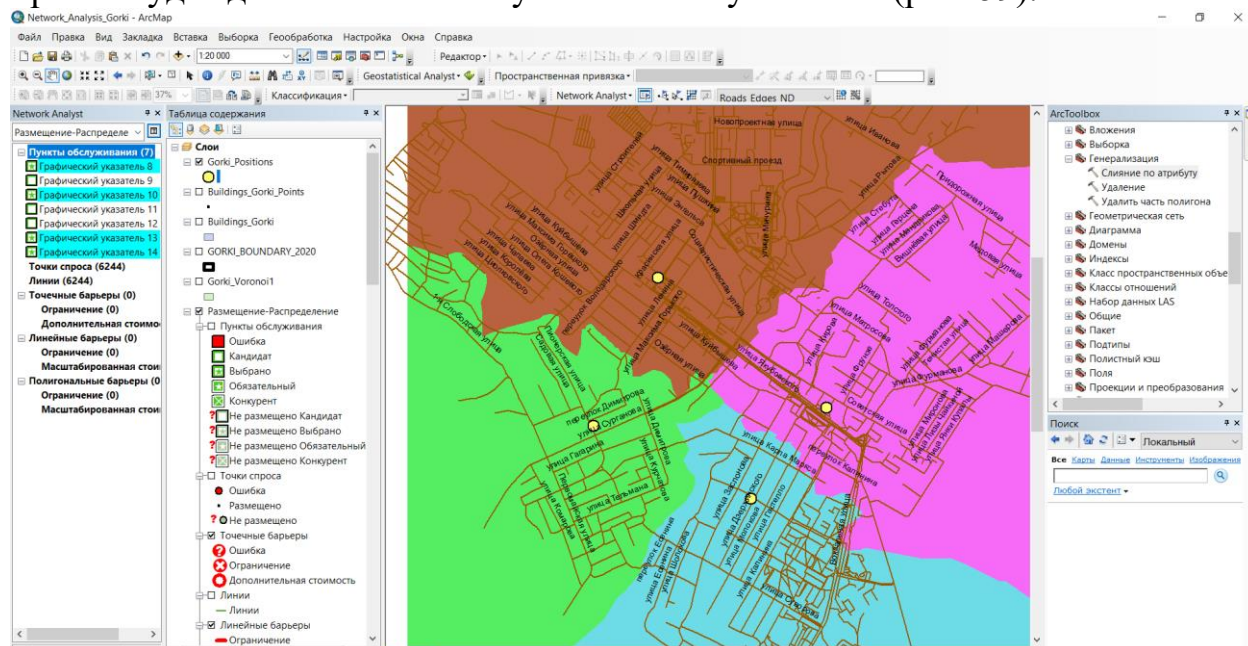


Рис. 59. Рабочий проект с добавленными пунктами обслуживания

Далее необходимо перейти в режим компоновки и выполнить ряд операций по созданию картографического изображения зон обслуживания, как показано на рисунке 60.

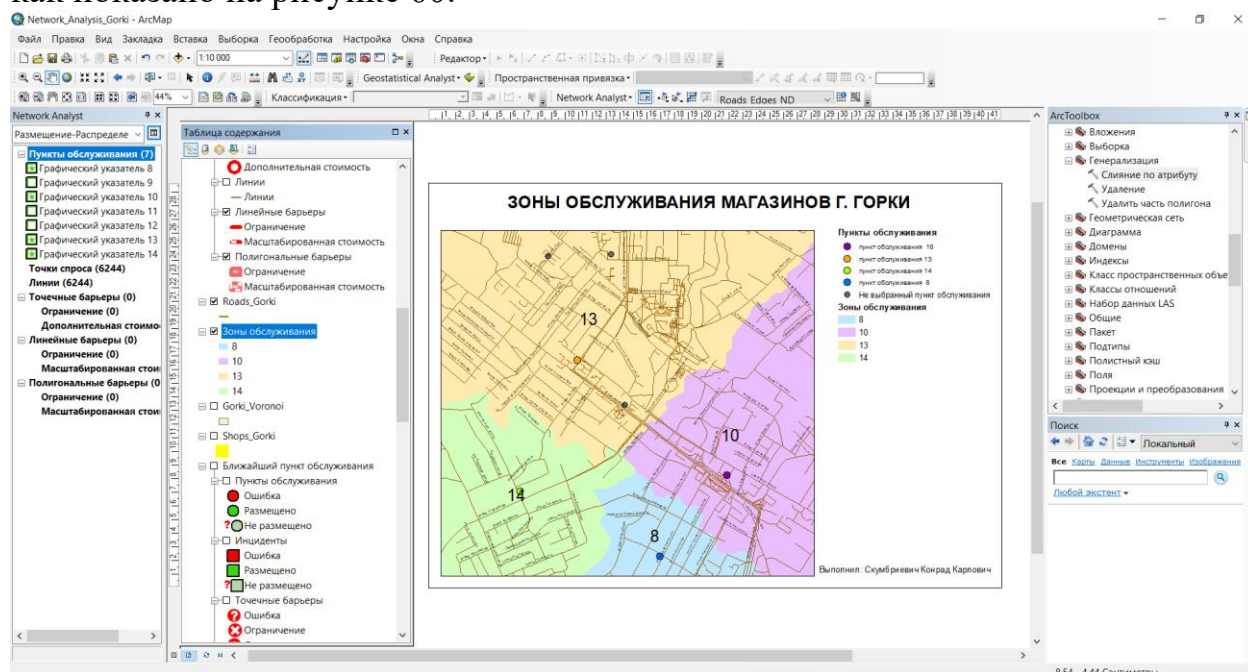


Рис. 60. Результат визуализации зон обслуживания

Для этого необходимо переименовать слой с пунктами обслуживания (в данном примере – слой Gorki_Positions) в «Пункты обслуживания» и визуализировать его методом категорий (Категории – Уникальные значения)

по полю Name. В качестве символа для отображения использовать кружки диаметром 20 пунктов. Цвет кружков привести в соответствие с цветом зоны, но сделать его более ярким и насыщенным.

Проделать аналогичную операцию для не выбранных пунктов обслуживания, выделив их в списке, и сохранить их в базу геоданных (в данном примере под названием Gorki_Rejected). Полученный слой после добавления в проект переименовать на «Не выбранный пункт обслуживания». Присвоить полученному слою единый символ в виде темно-серого кружка диаметром 16 пунктов. Созданный макет картографического изображения выгрузить в файл в формате pdf.

Исходные данные для выполнения лабораторной работы:

Вариант	Населенный пункт	Вариант	Населенный пункт
Группа 1		Группа 2	
1	Борисов	1	Глуск
2	Гомель	2	Осиповичи
3	Брест	3	Жодино
4	Орша	4	Крупки
5	Кричев	5	Старобин
6	Гродно	6	Слуцк
7	Мстиславль	7	Пинск
8	Шклов	8	Брагин
9	Дрибин	9	Ельск
10	Славгород	10	Житковичи
11	Костюковичи	11	Жлобин
12	Мозырь	12	Минск
13	Солигорск	13	Кобрин
14	Новополоцк	14	Бобруйск
15	Лида	15	Баранович
16	Горки	16	Пинск
17	Речица	17	Кличев
18	Мядель	18	Хотим
19	Воложин	19	Чаусы
20	Клецк	20	Мосты
21	Смолевичи	21	Слоним
22	Несвиж	22	Сморгонь
23	Городок	23	Щучин
24	Дзержинск	24	Новогрудок
25	Ветка	25	Браслав
26	Добруш	26	Дубровно
27	Витебск	27	Иваново
28	Могилев	28	Лепель
29	Светлогорск	29	Лиозно
30	Быхов	30	Миоры

ЛИТЕРАТУРНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ:

1. Модуль Network Analyst (название с экрана) сайт компании ESRI: Режим доступа: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.5/analyze/arcpy-network-analyst/what-is-network-analyst-module.htm>