

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОСТРАНСТВА ГОРОДА

Учебно-методическое пособие
для практических занятий по дисциплине
«Цифровое проектирование в урбанистике»
для обучающихся очной, очно-заочной и заочной форм обучения
по направлениям подготовки
08.03.01 «Строительство»
и 21.03.02 «Землеустройство и кадастры»

В двух частях

Часть 1

Севастополь
Севгу
2023

УДК 711.4:004.925.8

ББК 85.118я73

П61

Р е ц е н з е н т ы:

А.Р. Лившиц - Президент Союза строителей Севастополя,

Почетный строитель России, канд. техн. наук

И.А. Свешников – генеральный директор ООО «Сапфир-Траст»,

канд. техн. наук, доцент

Коллектив авторов: В.М. Липка, М.В. Матвеева,

Е.М. Преображенская, Ю.Л. Рапацкий, А.А. Форемная

П61 Построение цифровой модели общественного пространства города :
учебно-методическое пособие для практических занятий по дисциплине
«Цифровое проектирование в урбанистике» для обучающихся очной,
очно-заочной и заочной формы обучения по направлению подготовки
08.03.01 «Строительство» и 21.03.02 «Землеустройство и кадастры». –
В 2-х ч. Ч. 1 / В.М. Липка, М.В. Матвеева, Е.М. Преображенская,
Ю.Л. Рапацкий, А.А. Форемная ; Севастопольский государственный
университет. – Севастополь : СевГУ, 2023. – 55 с. – Текст : электронный.

Учебно-методическое пособие предназначено для учебно-методического обеспечения дисциплины «цифровое проектирование в урбанистике».

Целью методического пособия является оказание помощи студентам в самостоятельном выполнении заданий по дисциплине «Цифровое проектирование в урбанистике».

Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия для студентов очной, очно-заочной и заочной форм обучения по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» и 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».

УДК 711.4:004.925.8

ББК 85.118я73

Учебно-методическое пособие рассмотрено и утверждено на заседании кафедры «Строительство и землеустройство», протокол № 1 от 1 сентября 2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Раздел 1. Работа с картами, настройка соответствия масштаба	6
Раздел 2. Слой 1 «транзитные путей парка»	11
Раздел 3. Слой 2 «Рельеф местности»	16
Раздел 4. Совмещение слоя «рельеф» и слоя «транзитные пути»	34
Раздел 5. Слой 4 «Озеленение территории и слой МАФы»	43
Раздел 6. Приложения	48
Список рекомендуемой литературы	55

ВВЕДЕНИЕ

Необходимость ускоренного перехода к цифровой экономике как основе прогресса во всех сферах хозяйственной деятельности, включая строительную отрасль, продиктована, в частности, продвижением к Индустрии 4.0, что означает для всей промышленной сферы России выход на новый уровень общественного развития. В целях реализации Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 "О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы", на государственном уровне подготовлен план мероприятий по формированию исследовательских компетенций и технологических заделов программы «Цифровая экономика Российской Федерации».

Задание «Построение цифровой модели общественного пространства города (парка/сквера) в программной среде Archicad» выполняется обучающимися на практических занятиях во 2-м семестре в рамках изучения модуля «Цифровая урбанистика».

Сегодня главной движущей силой социально-экономического развития становятся информационные технологии. Инновационные способы сбора и анализа данных постепенно занимают место устоявшихся механизмов управления городом. В Министерстве строительства России совместно с МГУ им. М.В. Ломоносова разработан индекс цифровизации городского хозяйства «IQ городов» в рамках проекта «Умный город», который реализуется в рамках двух национальных проектов – «Жилье и городская среда» и «Цифровая экономика». Одним из важных индикаторов «IQ городов» является наличие цифрового двойника города [1].

Концепция «*Цифрового двойника*» (ЦД) обеспечивает создание и поддержку виртуальных моделей объектов и процессов реального мира.

Согласно источнику [1], *Цифровой двойник города* — это комплекс взаимосвязанных цифровых двойников, представляющих определенные аспекты функционирования и развития городской среды [1]. В свою очередь, *Цифровой двойник городской инфраструктуры*, представляет собой

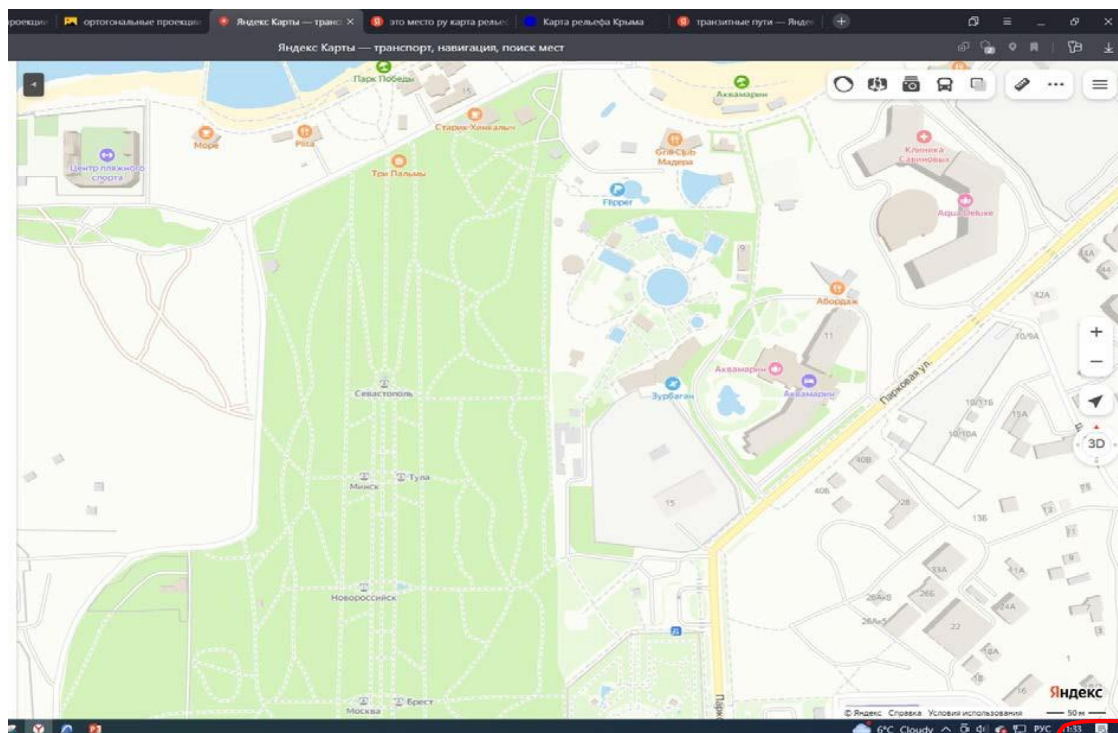
интерактивную 3D-модель зданий, сооружений, инженерных коммуникаций и другой городской инфраструктуры [1].

В практической работе предлагается построить прототип трехмерной модели застроенной среды города (фрагмент). Необходимость проведения этой работы обусловлена потребностью визуализации прототипа в виртуальной реальности для составления интерактивной модели, о которой говорилось выше.

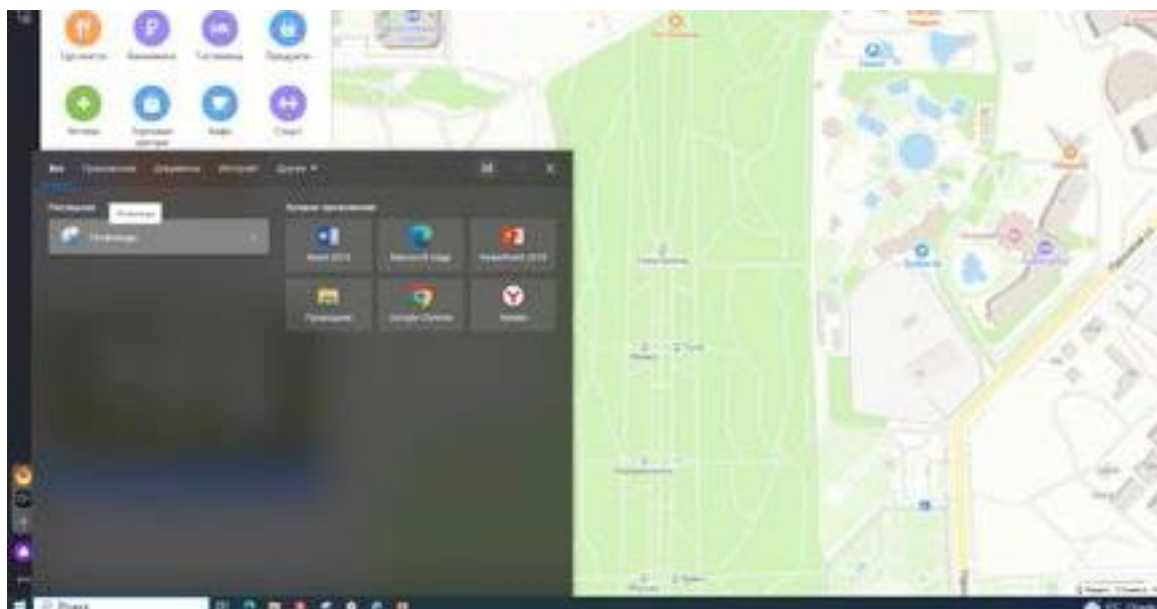
В качестве фрагмента в методических рекомендациях рассматривается территория «Парка Победы» в г. Севастополе. На практических занятиях каждый обучающийся выполняет 3D-модель территории парка или сквера г. Севастополя по вариантам.

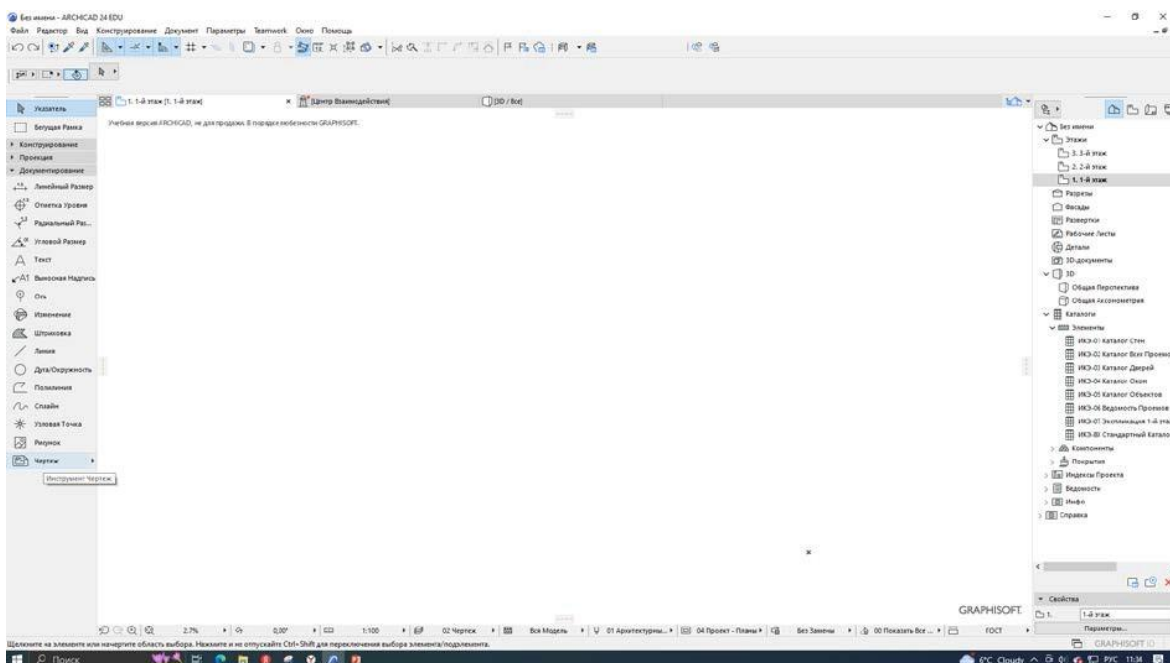
Раздел 1. РАБОТА С КАРТАМИ, НАСТРОЙКА СООТВЕТСТВИЯ МАСШТАБА

В качестве примера для создания цифровой модели парка (сквера) в г. Севастополе предлагается использовать парк Победы. Воспользуемся ресурсом **Яндекс.Карты**.

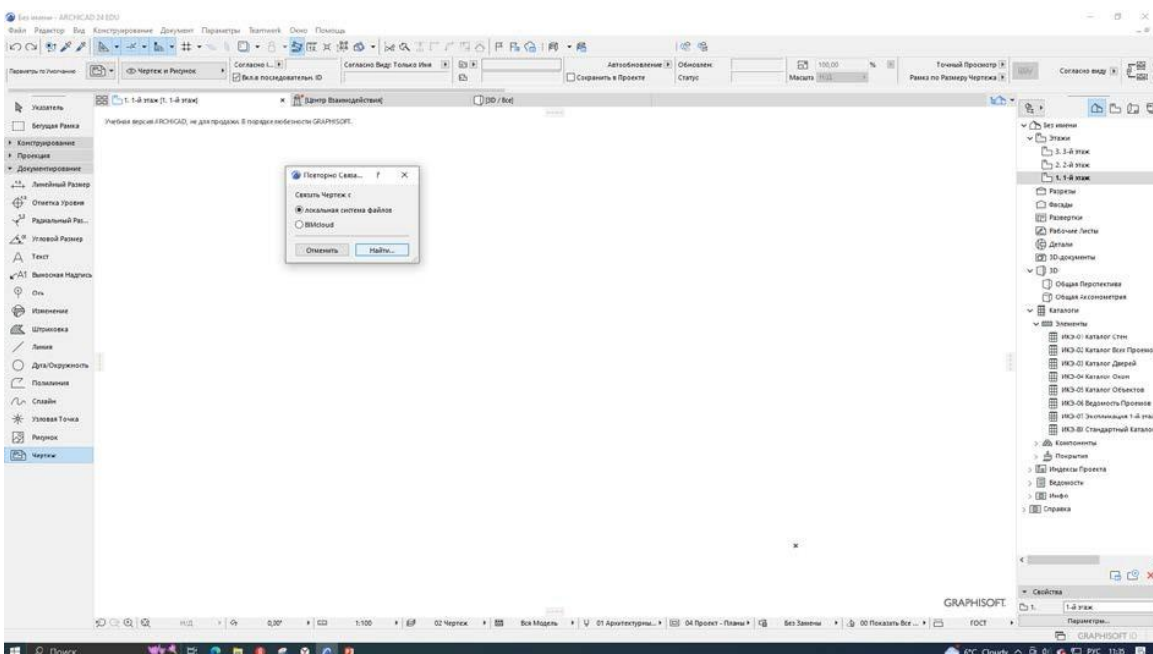


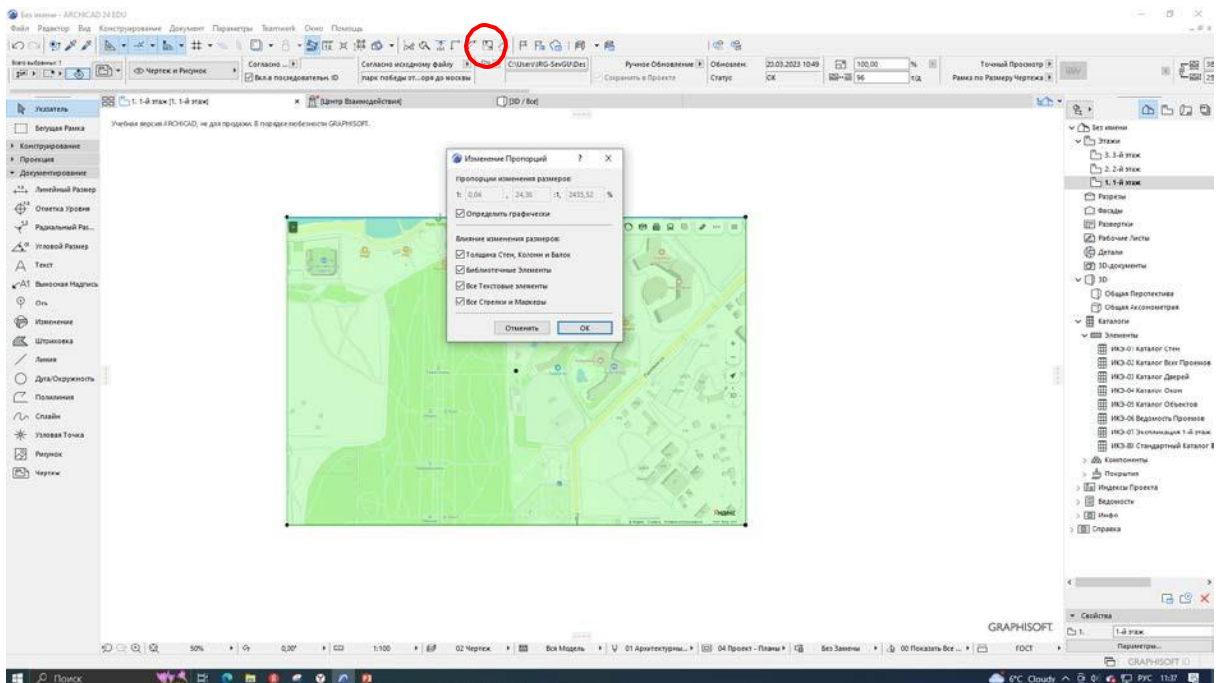
Необходимо вырезать нужную часть карты таким образом, чтобы в нижнем правом углу сохранилась масштабная линейка, как на рисунке.



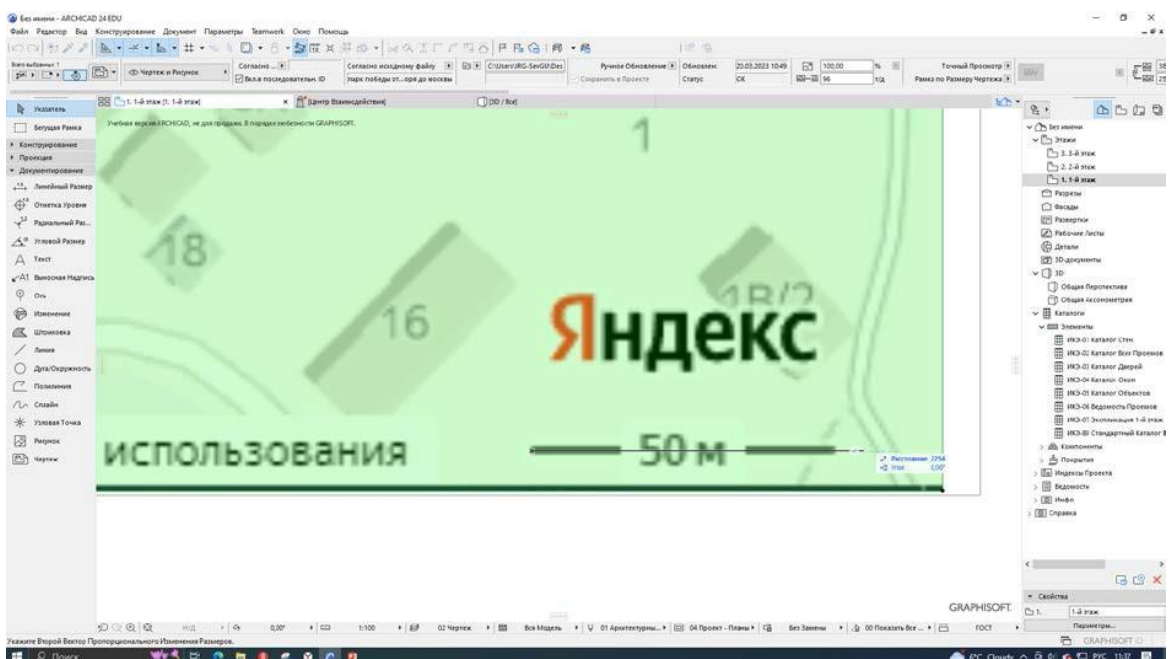


Чтобы вставить полученную карту парка в рабочую среду программы, воспользуемся кнопкой «чертеж» во вкладке «документация».

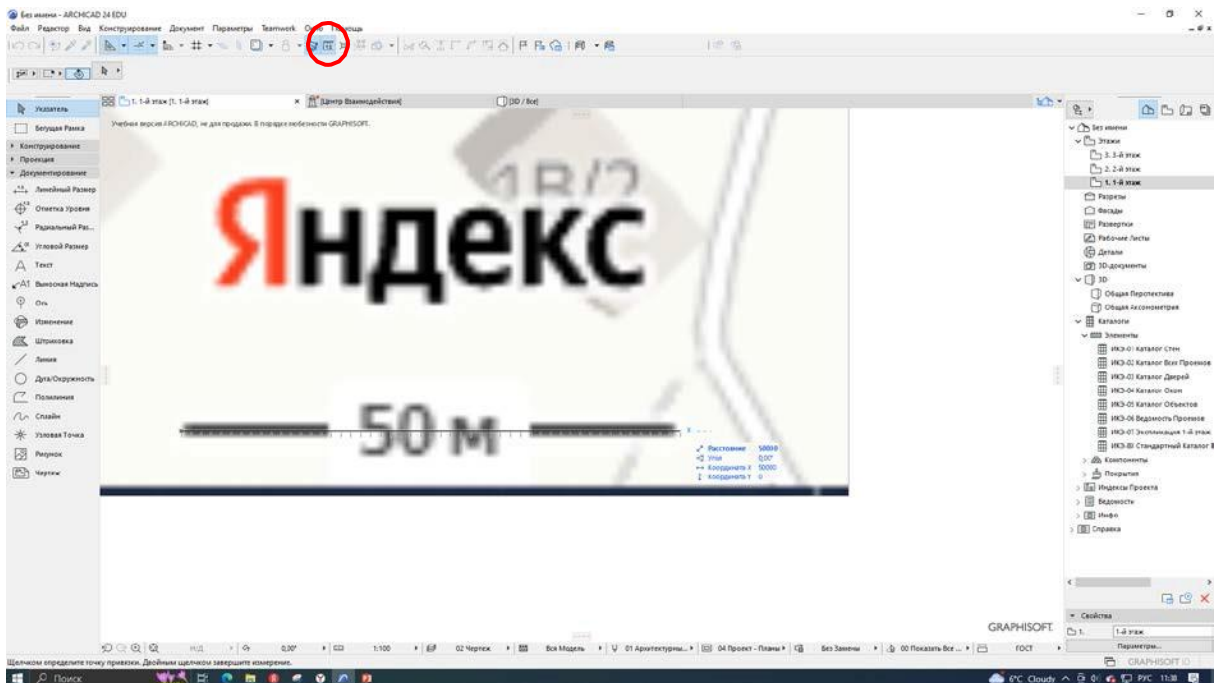




Рисунок, который мы получили сейчас не соответствует никакому масштабу. Следует увеличить его до натуральных размеров. Для этого воспользуемся кнопкой «изменить пропорции», выберем графический способ.

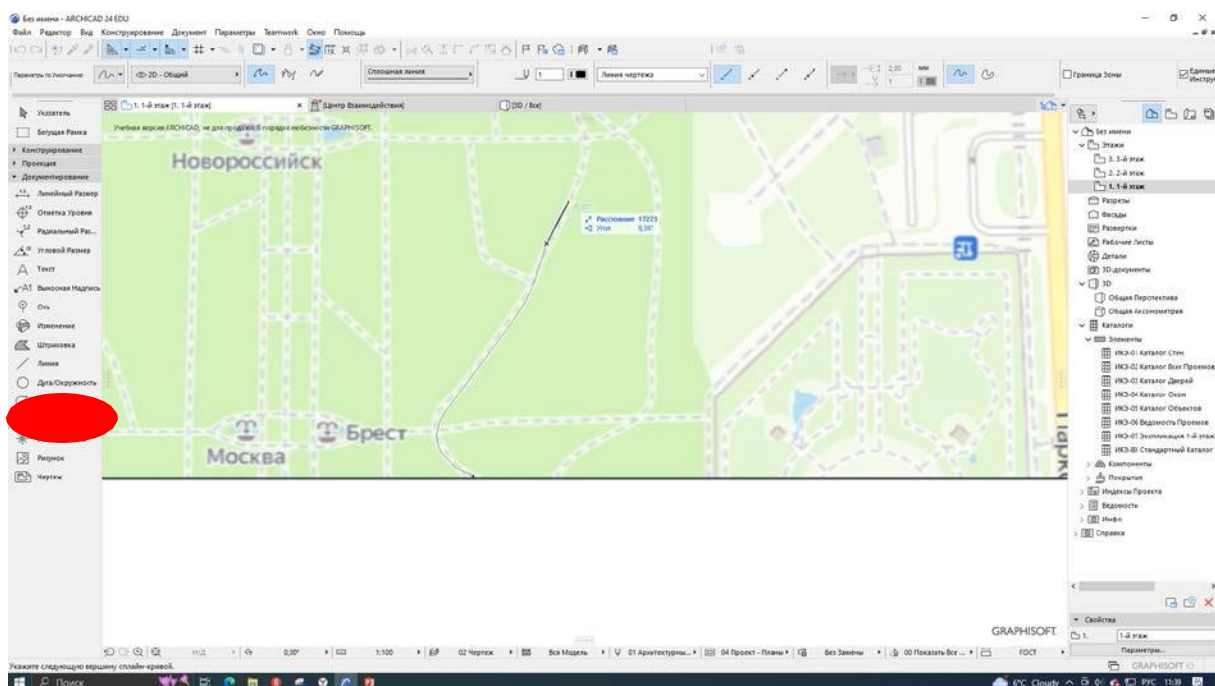


Используя колесо мыши приближаем масштабную линейку и кликаем левой кнопкой мыши в начало линейки и в конец линейки, а следующим действием вводим нужный размер в миллиметрах. В примере это 50000 мм и нажмем кнопку Enter.

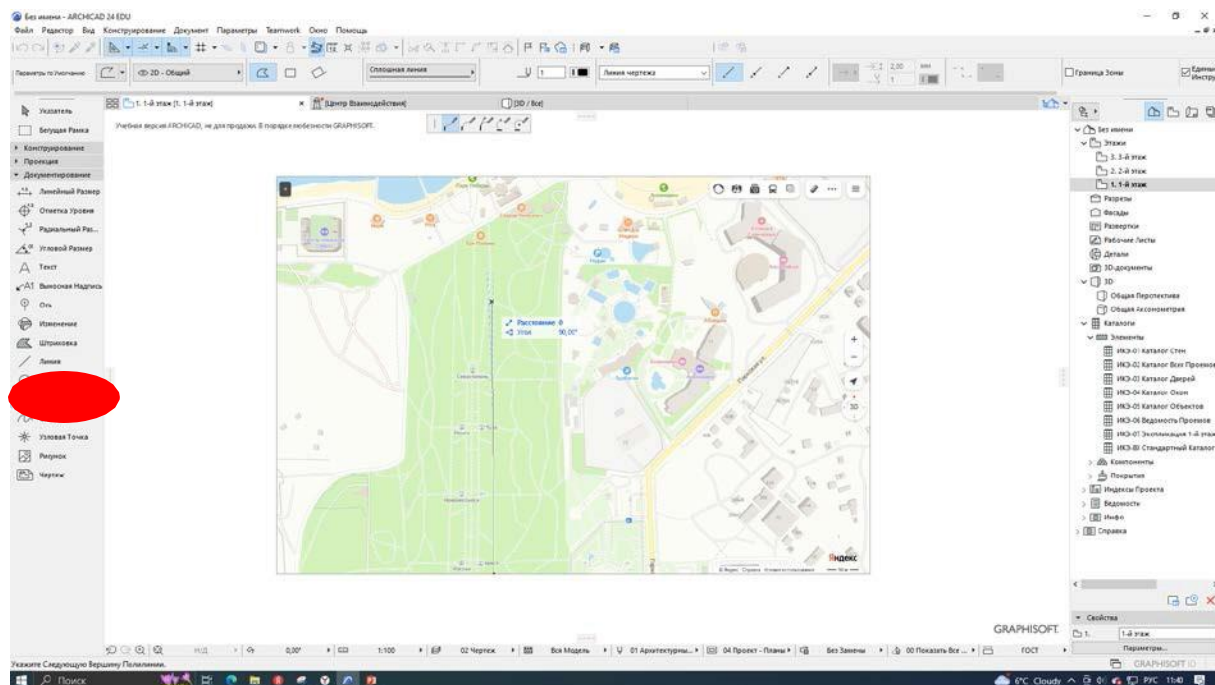


Проверим размер получившийся после масштабирования с помощью кнопки «линейка», длина масштабной линейки должна быть 50000мм.

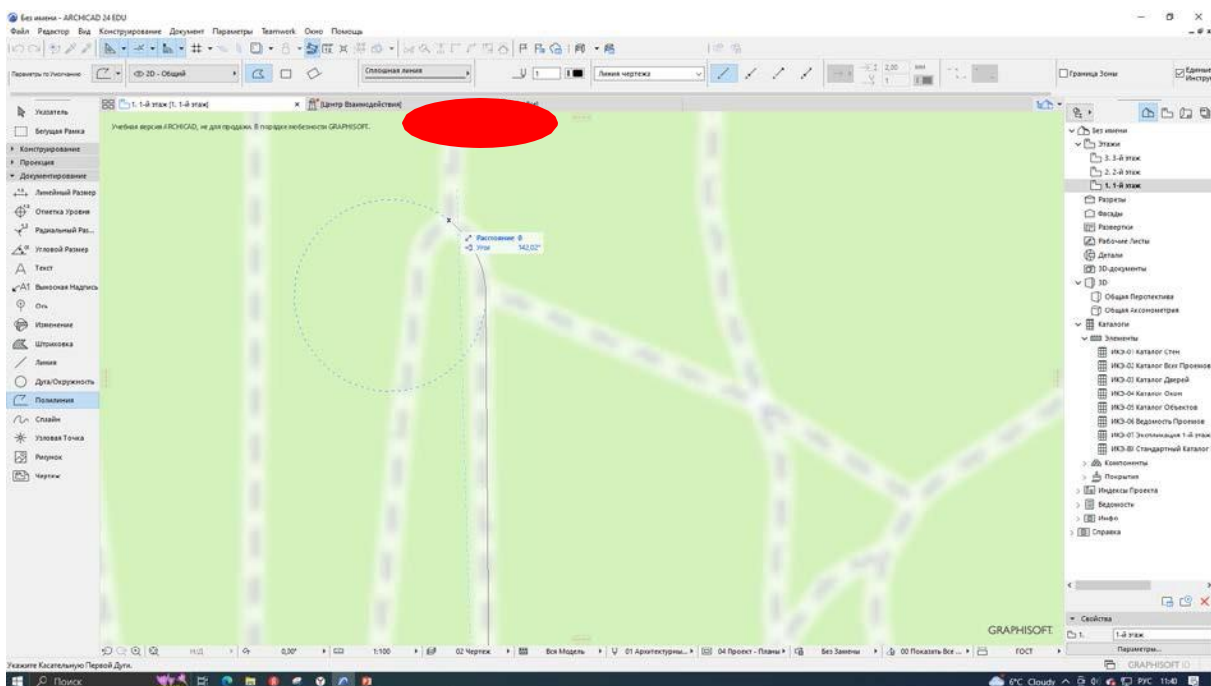
Раздел 2. СЛОЙ 1 «ТРАНЗИТНЫЕ ПУТИ ПАРКА»



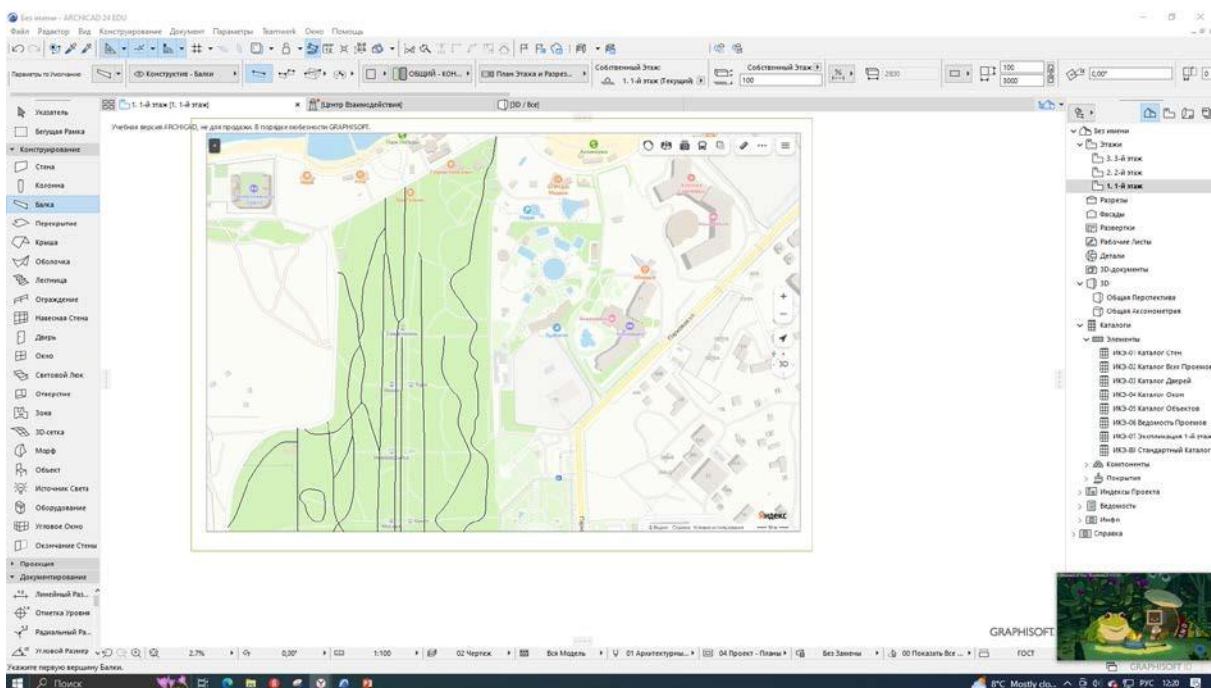
Следующим шагом следует оцифровать транзитные пути. Пути, которые имеют плавные и закругленные очертания следует проводить с помощью кнопки «Сплайн»



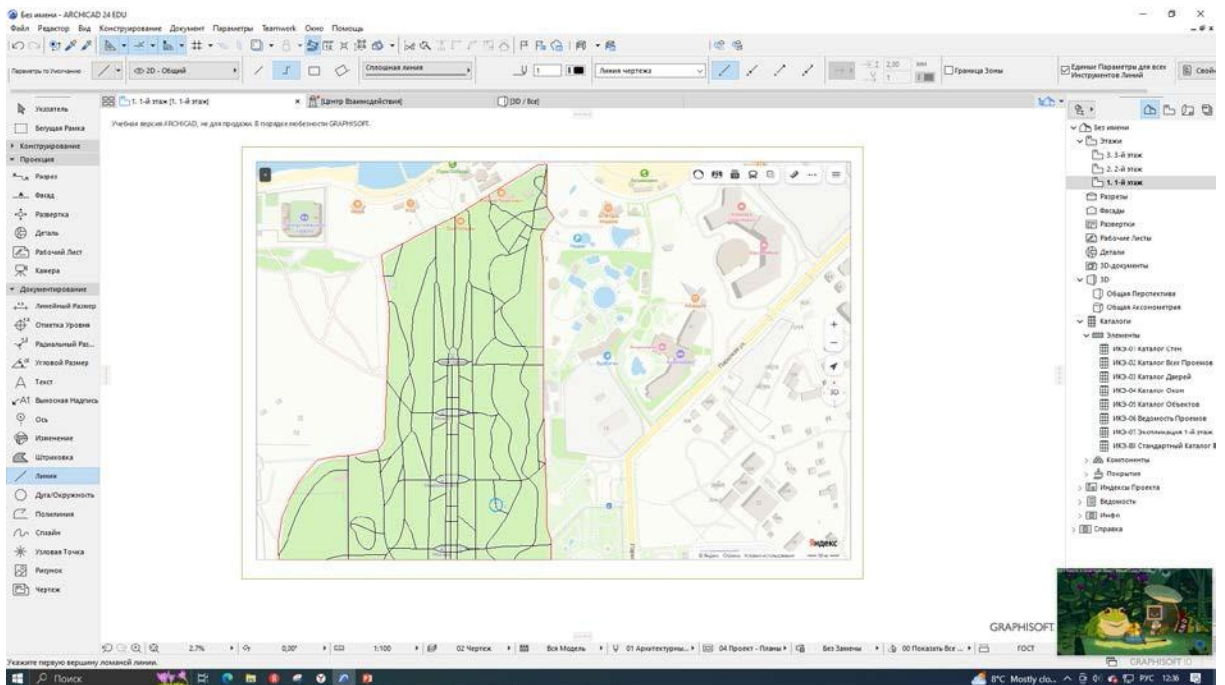
Если транзитный путь - это прямая, то следует использовать полилинию.



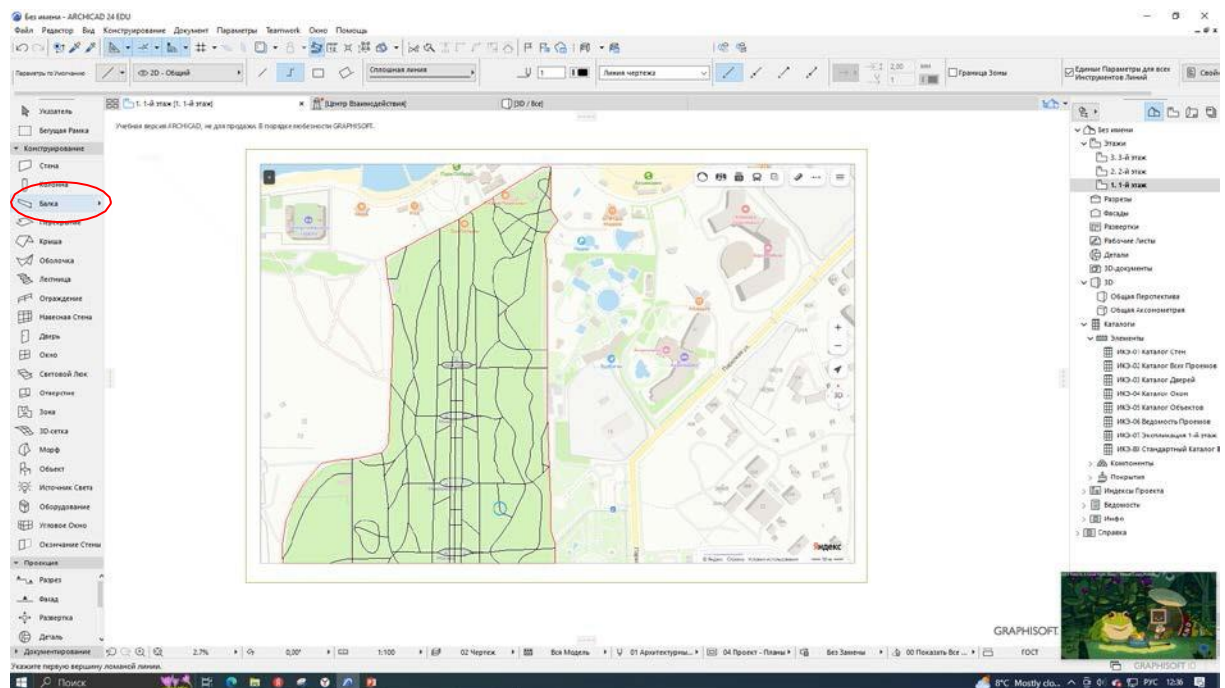
В случае закругления пути, следует выбирать в выпадающем меню «дуга по касательной» и указывать три точки для построения.



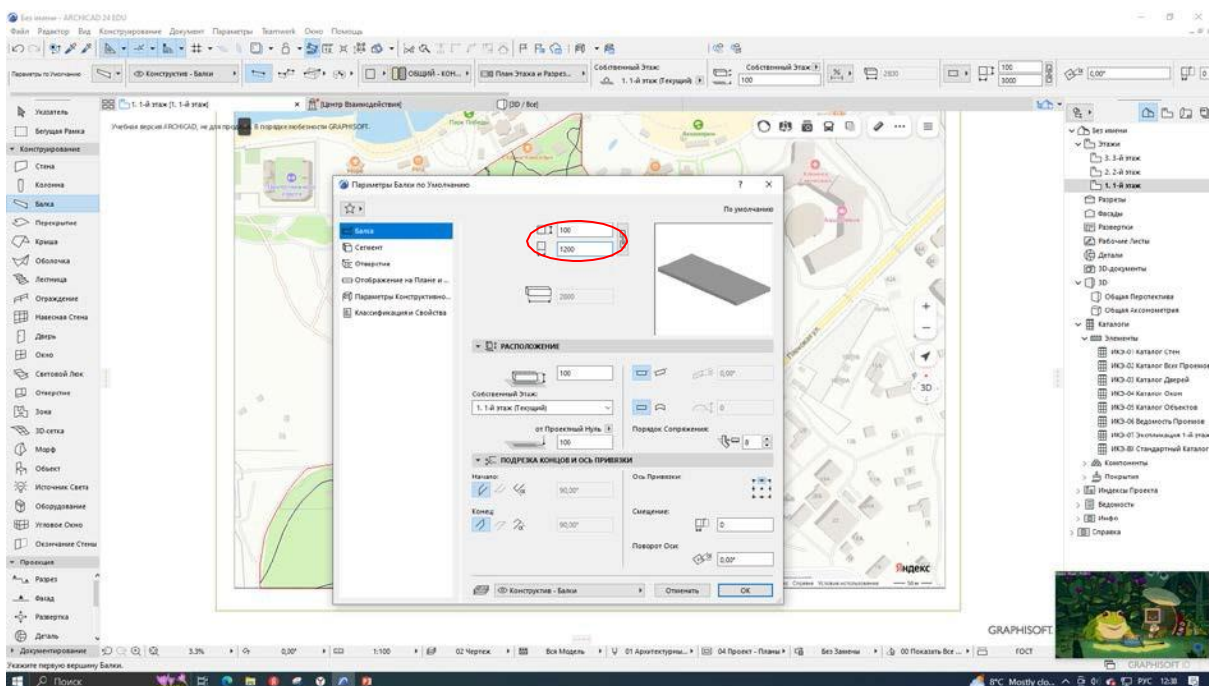
Таким образом, оцифровываем все транзиты в парке.



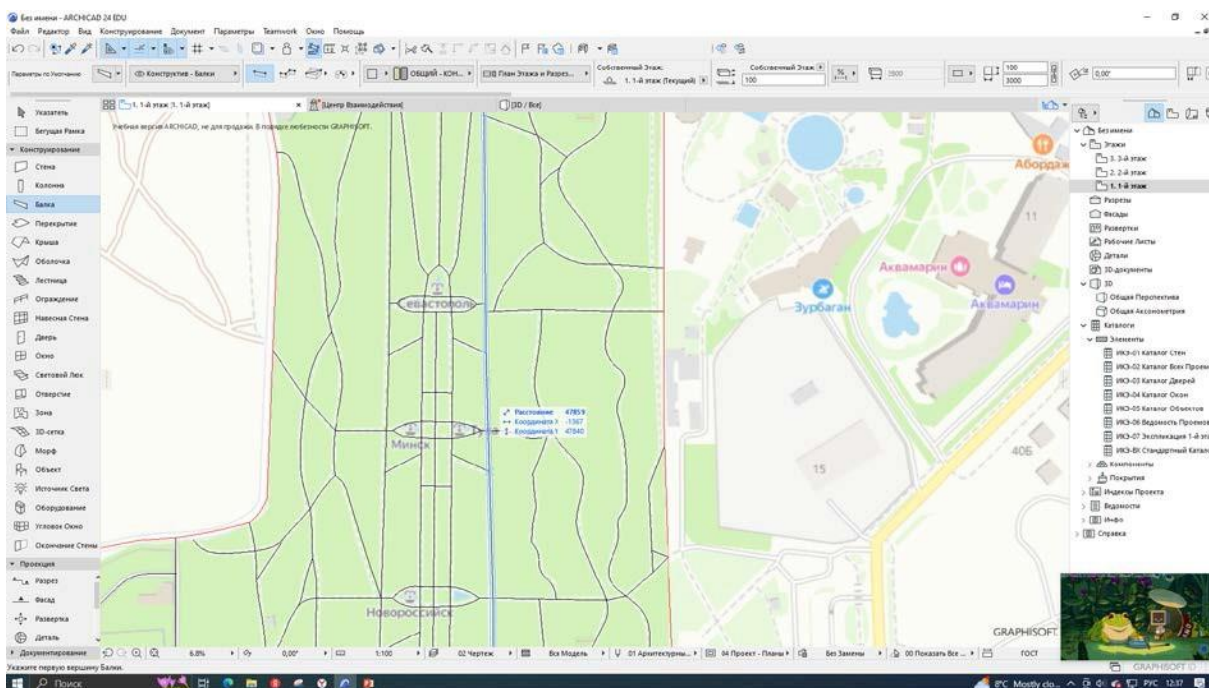
Также прокладываем проезжие пути, проходящие по периметру парка.



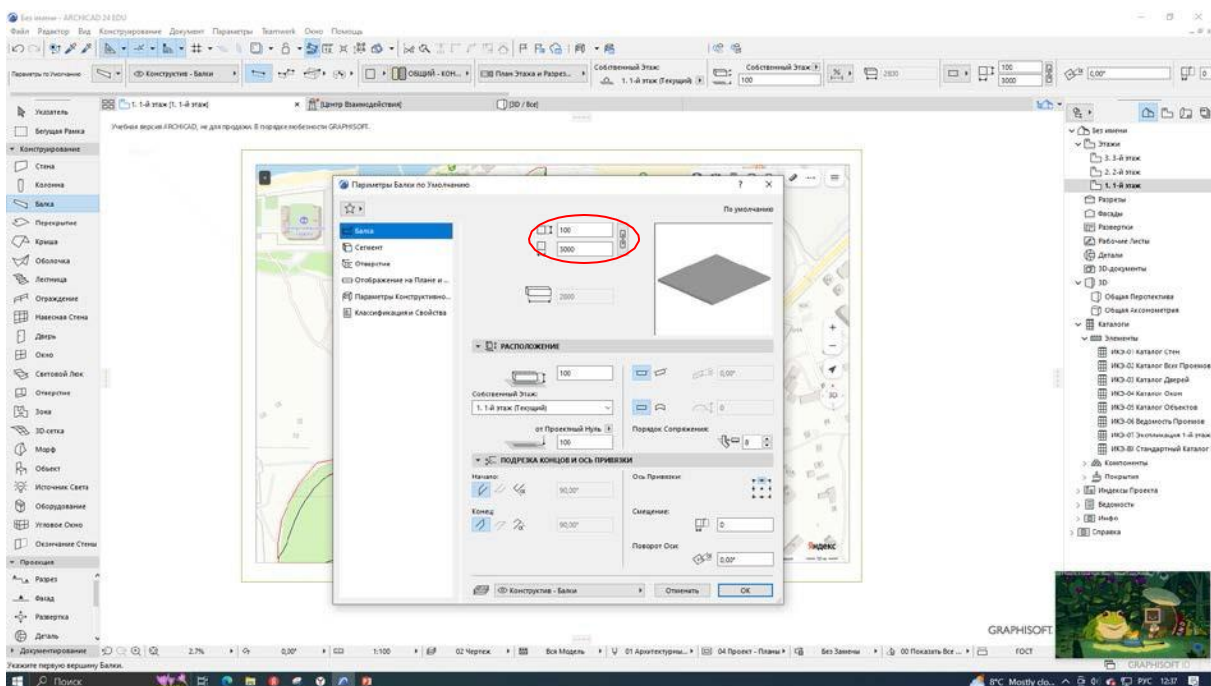
Чтобы сделать дорожки парка объемными, выберем инструмент «балка» или «стена».



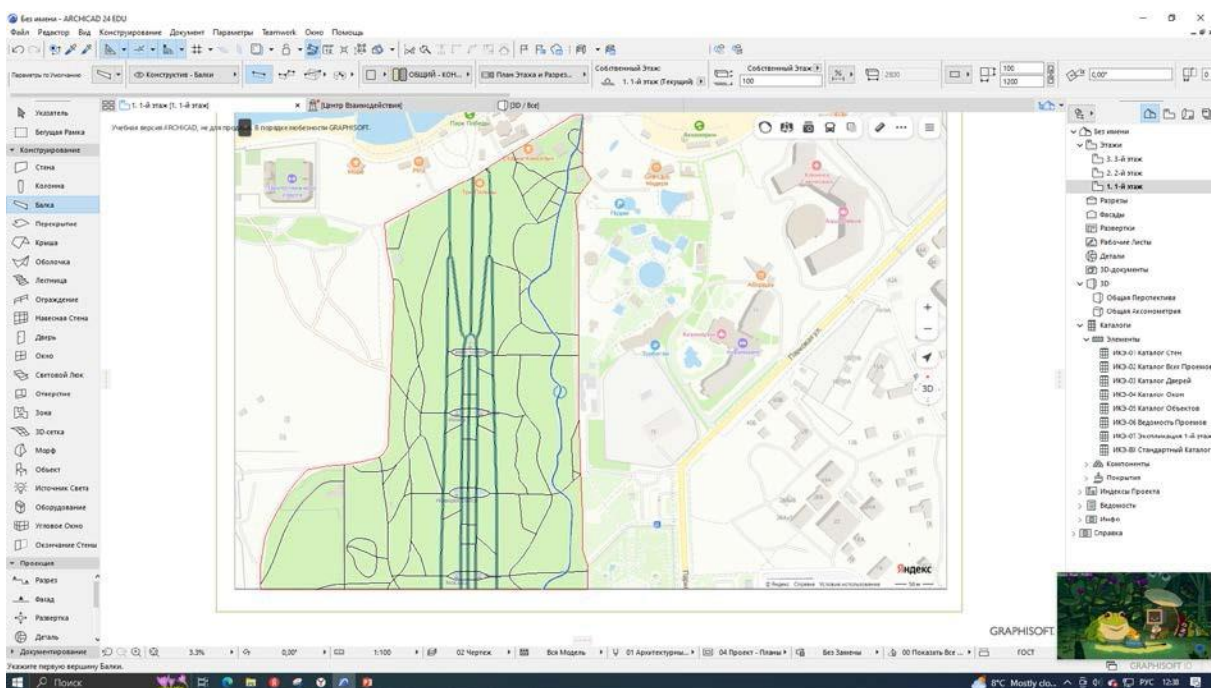
Настроим балку/стену так, чтобы ее ширина и высота соответствовали размерам пешеходных дорожек парка.



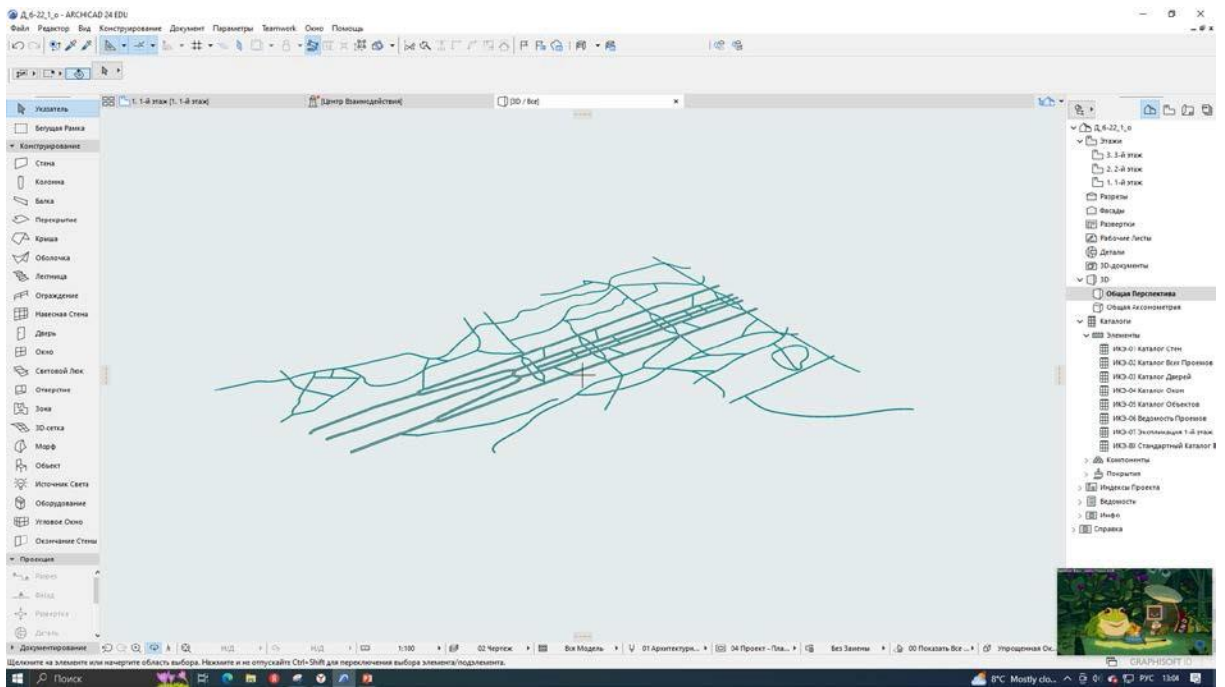
Инструментом «волшебная палочка» (зажать «пробел» и держать) при нажатой кнопке «балка/стена» прикасаемся к каждой линии, обозначающей дорожку и кликаем по ней левой кнопкой мыши. Все дорожки стали объемными.



Настраиваем размеры балок/стен под каждую новую ширину дорожки.

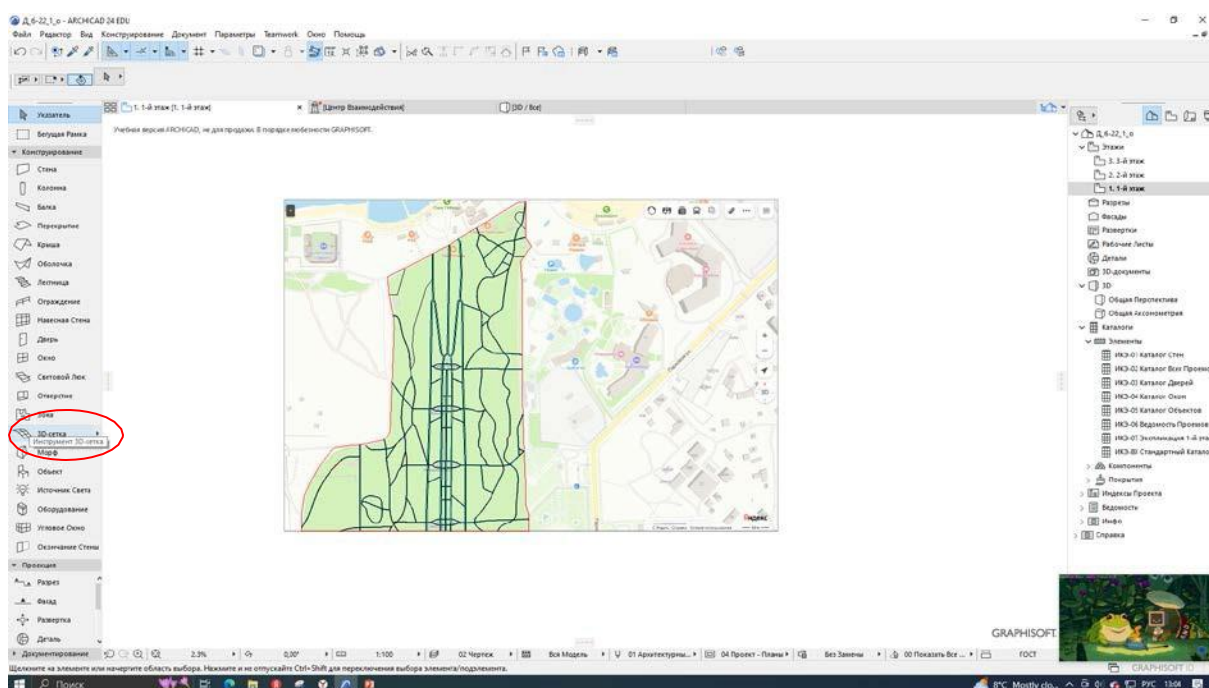


Инструментом «волшебная палочка» переводим в объем все дорожки парка.

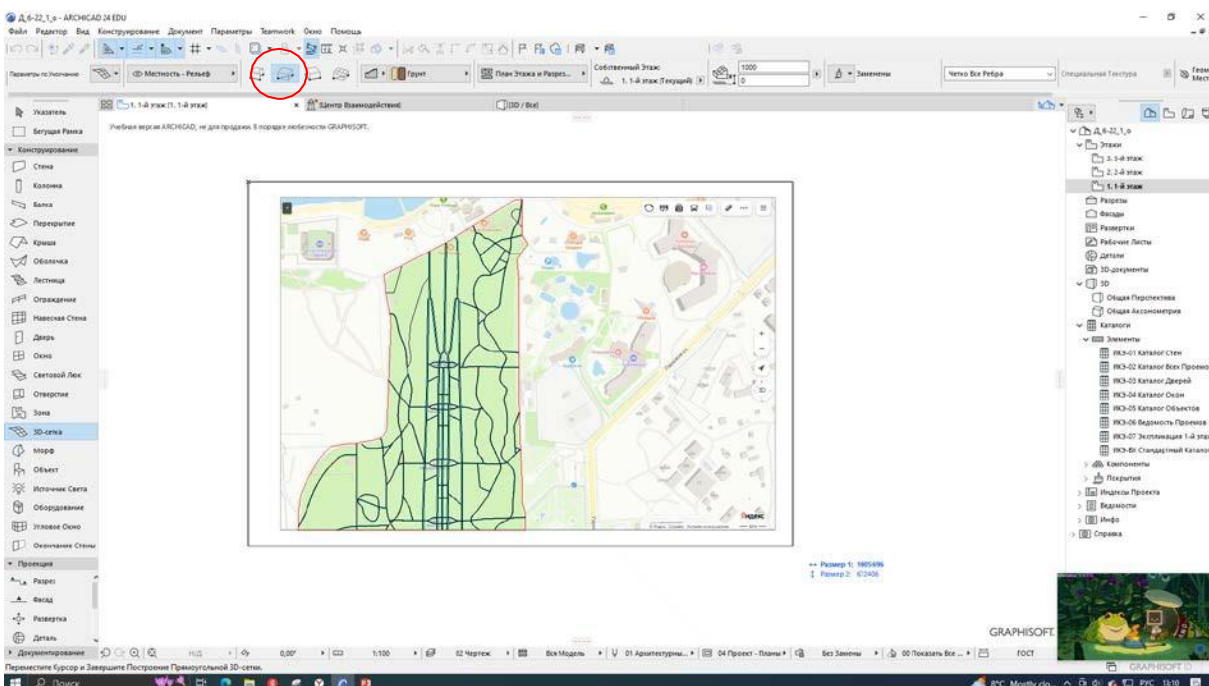


В окне «3D» можем посмотреть результат – сетка дорожек.

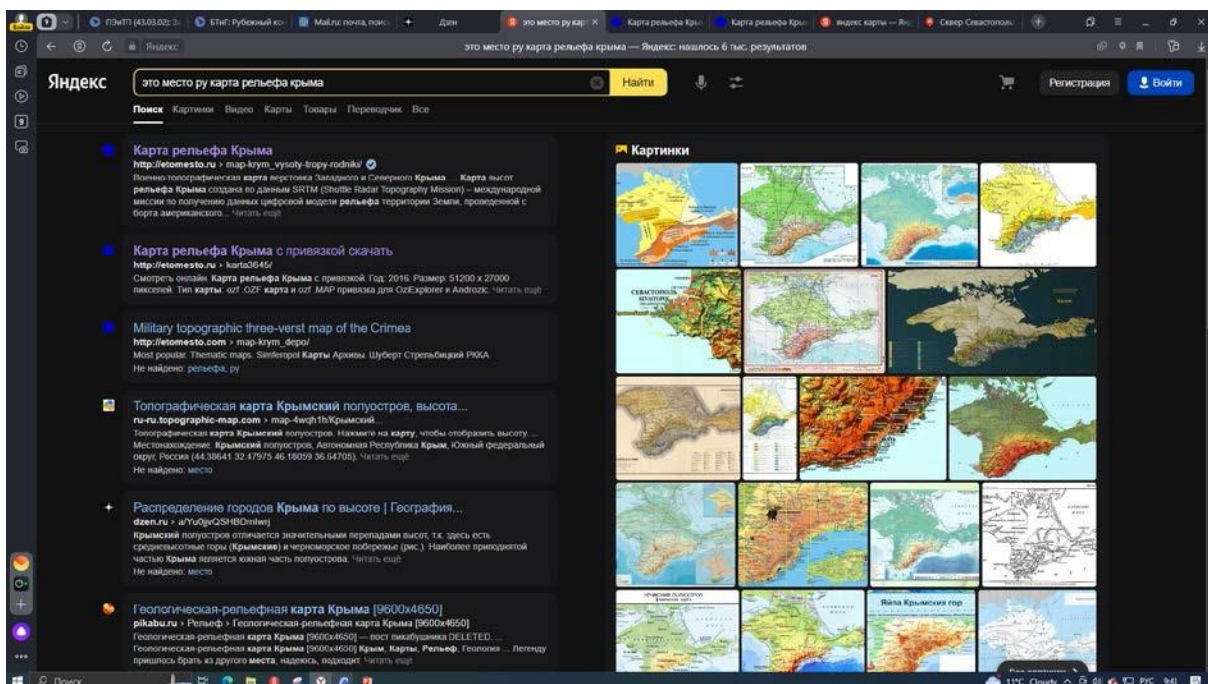
Раздел 3. СЛОЙ 2 «РЕЛЬЕФ МЕСТНОСТИ»



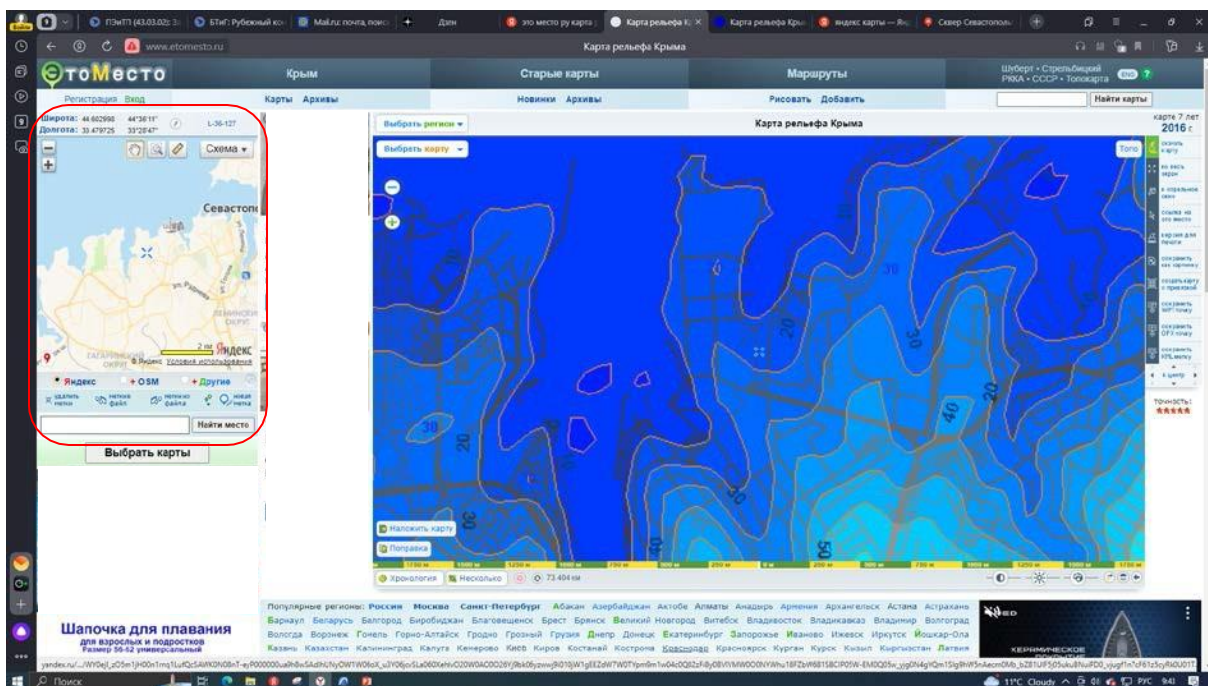
Далее приступим к созданию плоскости земли. Для этого выберем слева на панели инструмент «3d-сетка».



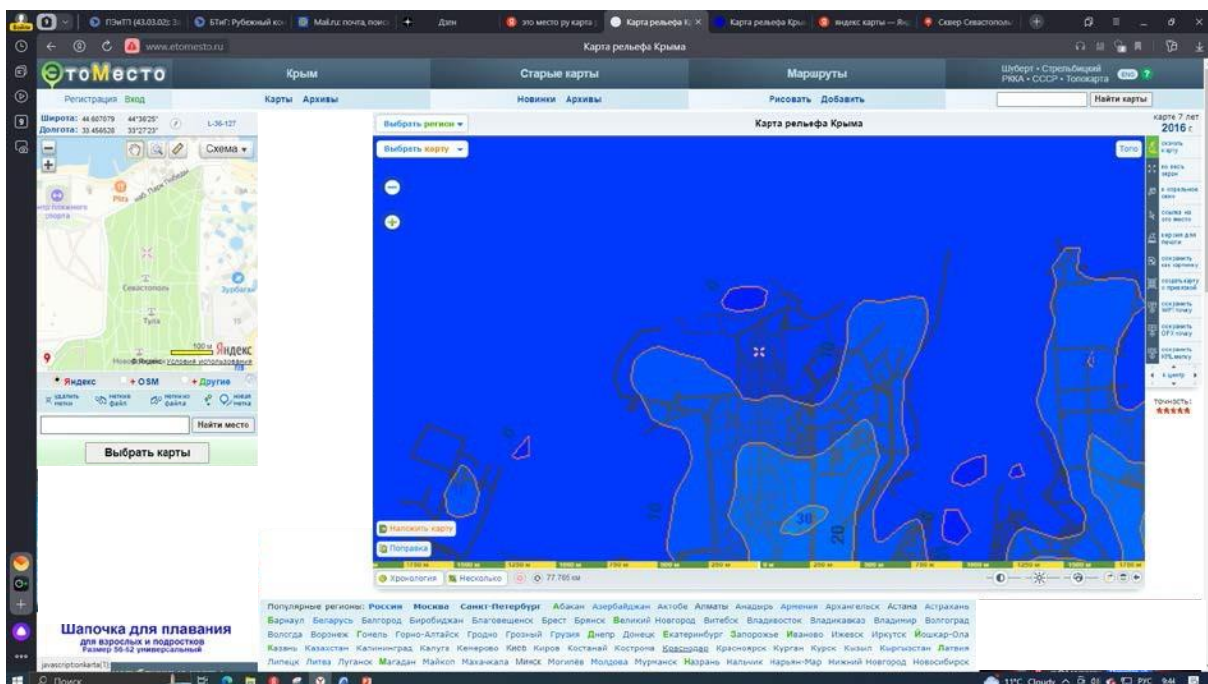
Выбираем прямоугольный вариант и чертим прямоугольник заведомо больше размера карты.



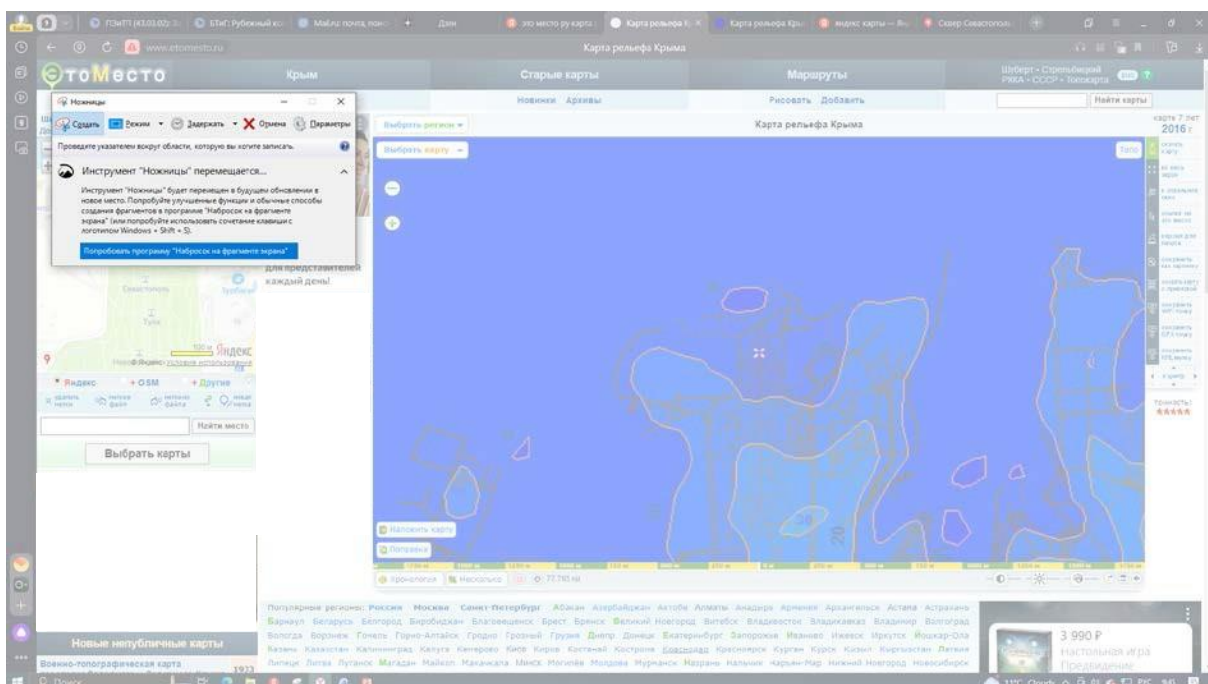
Следующий шаг – создание рельефа. Для этого используем ресурс etomesto.ru. Следует в браузере ввести запрос «это место, карта рельефа Крима».



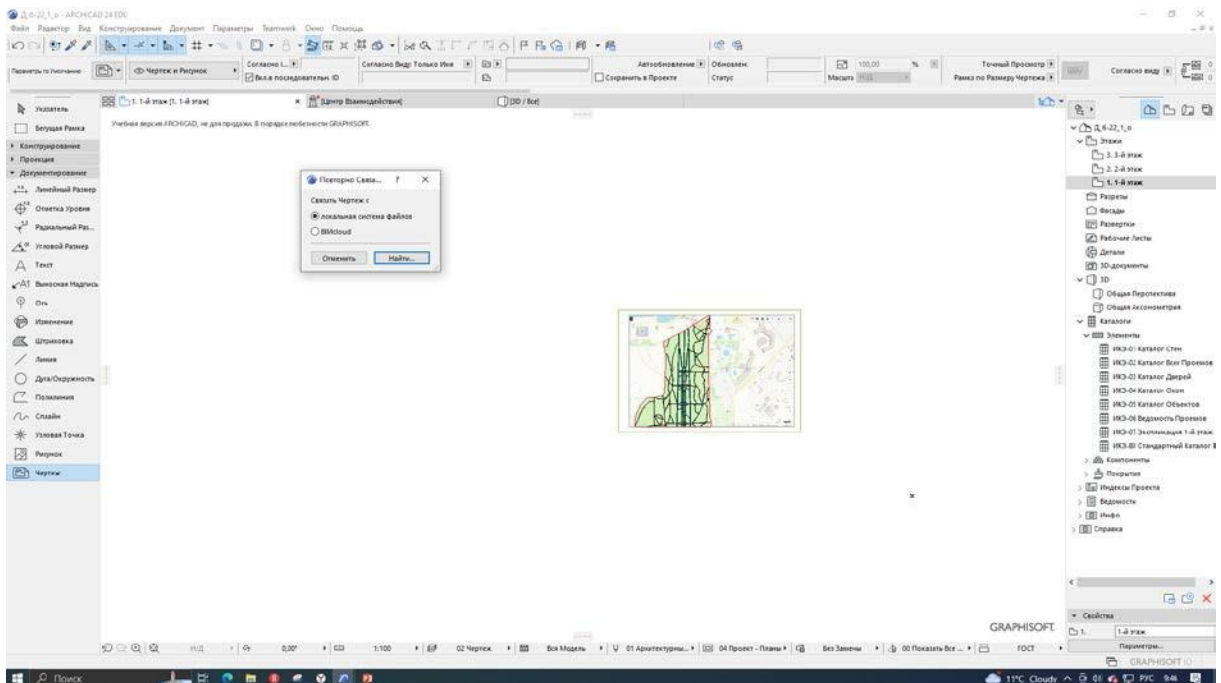
Для начала, находим парк Победы на карте слева. Следует использовать курсор и кнопки «<», «>»



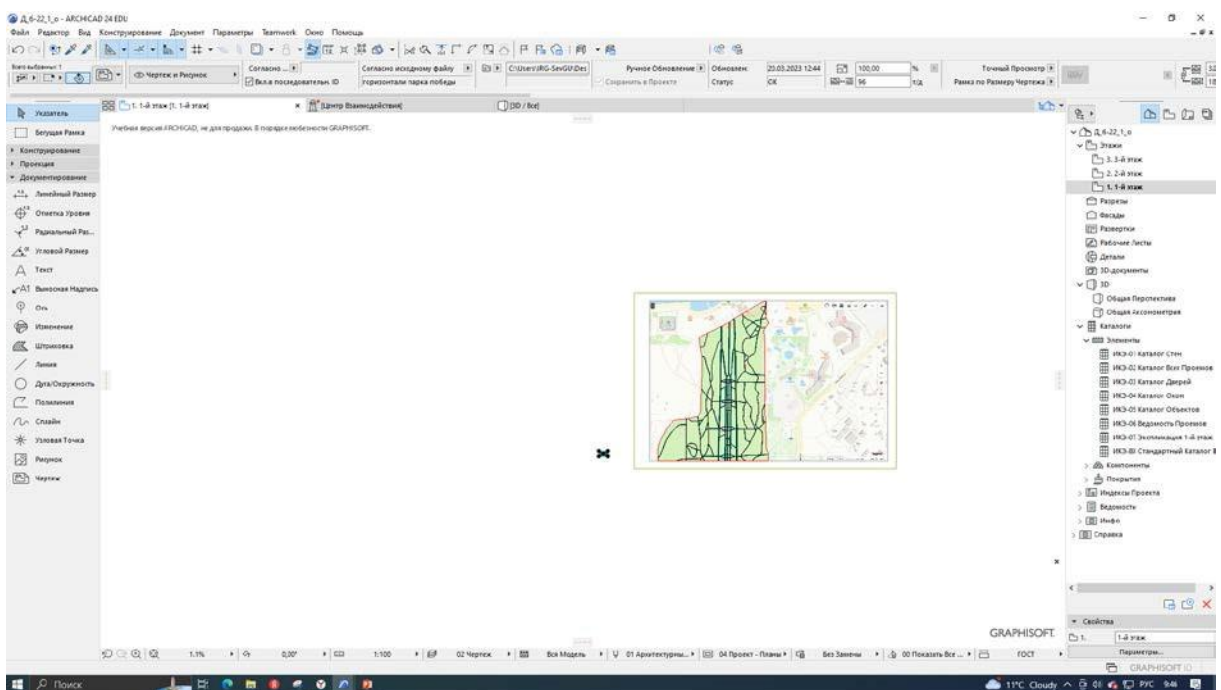
Далее на карте справа нажимаем кнопку «наложить карту», кнопки «+», «-» и «правка». Повторяем работу с кнопками до того, пока не получим в центре карты хорошо читабельную схему парка с горизонталями рельефа.



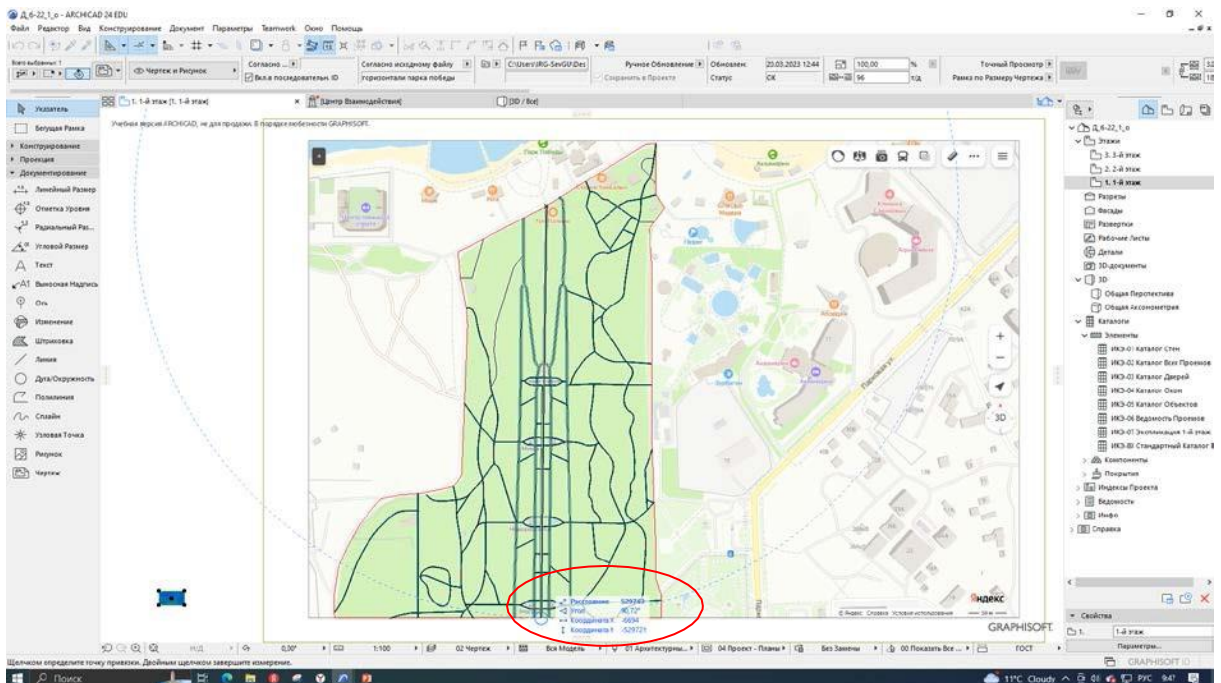
Вырезаем карту парка и сохраняем рисунок в формате.jpg или png.



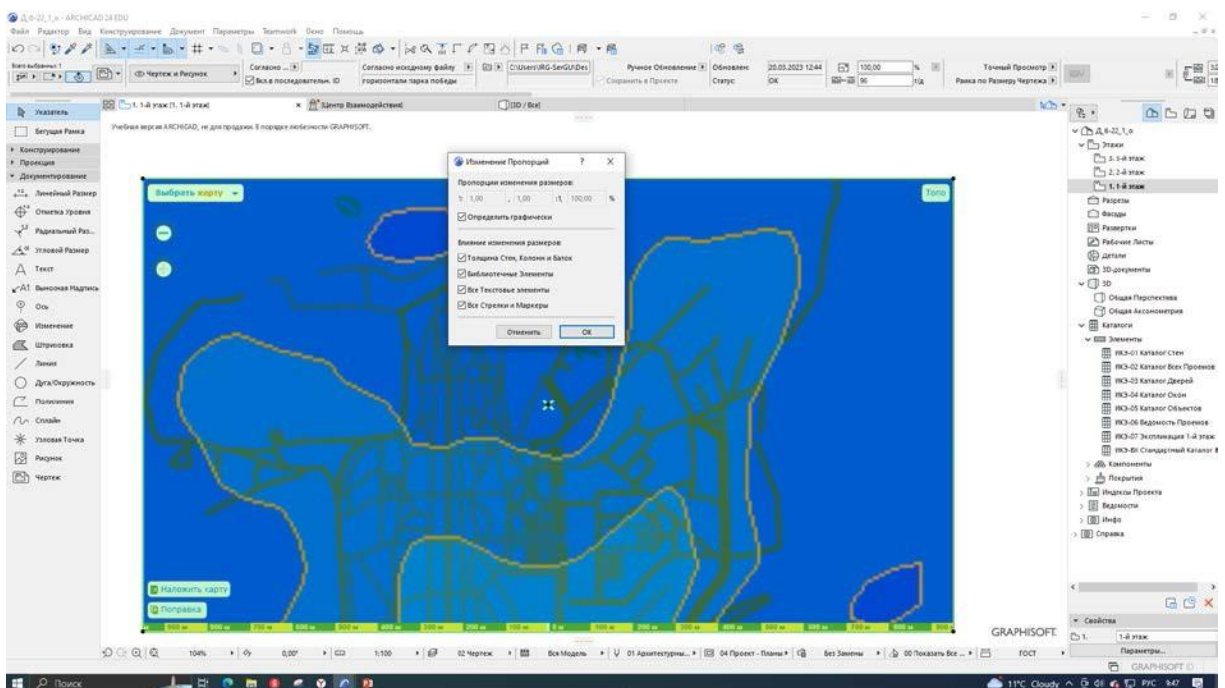
Повторяем операции вставки чертежа.



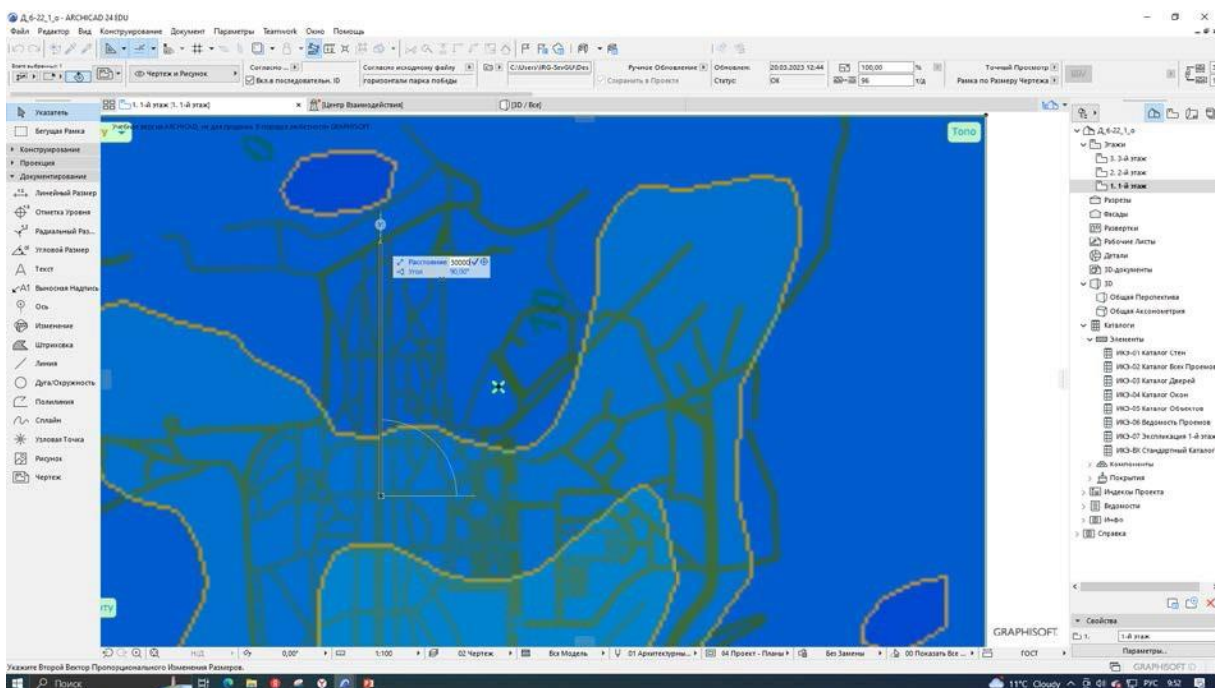
Карта с горизонталями появляется рядом с основной схемой парка в произвольном масштабе.



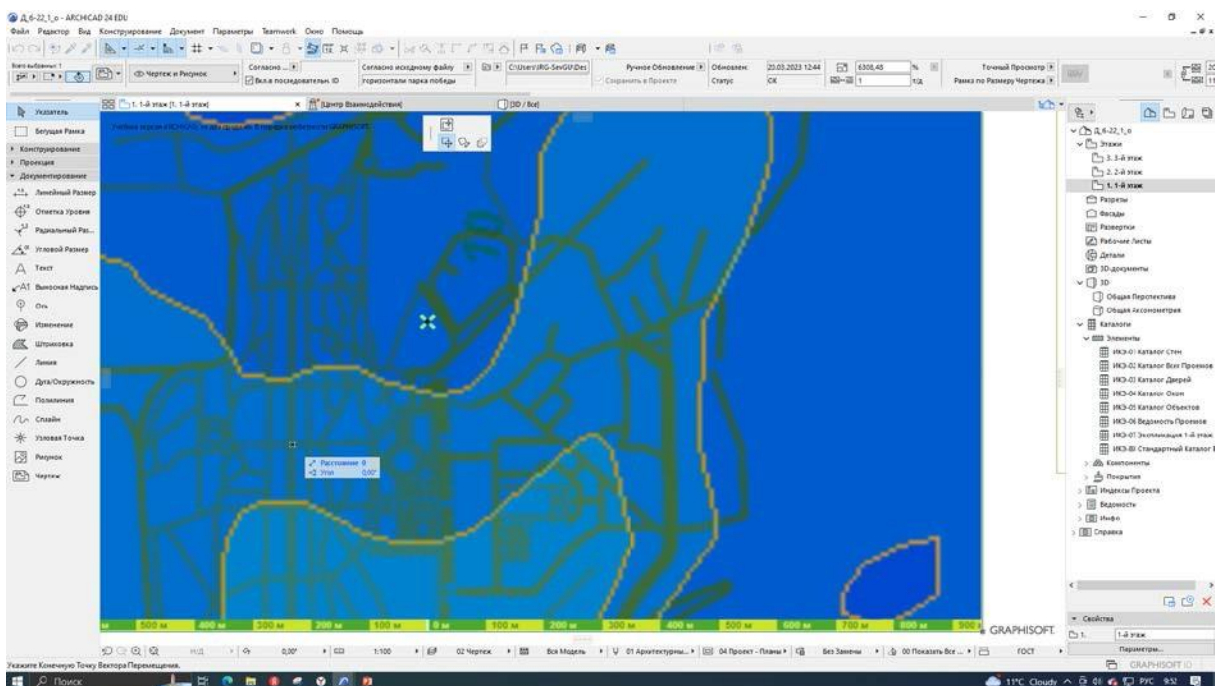
Чтобы обе карты привести в один масштаб, следует измерить натуральную величину центральной аллеи парка или иного другого ориентира.



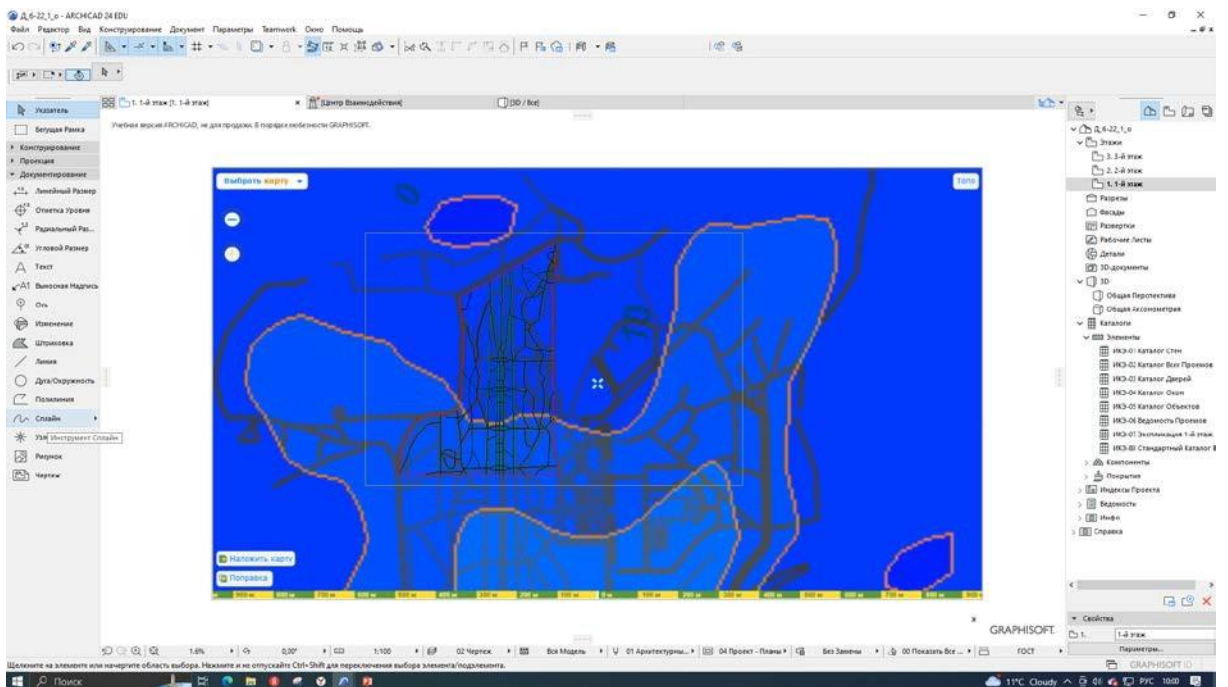
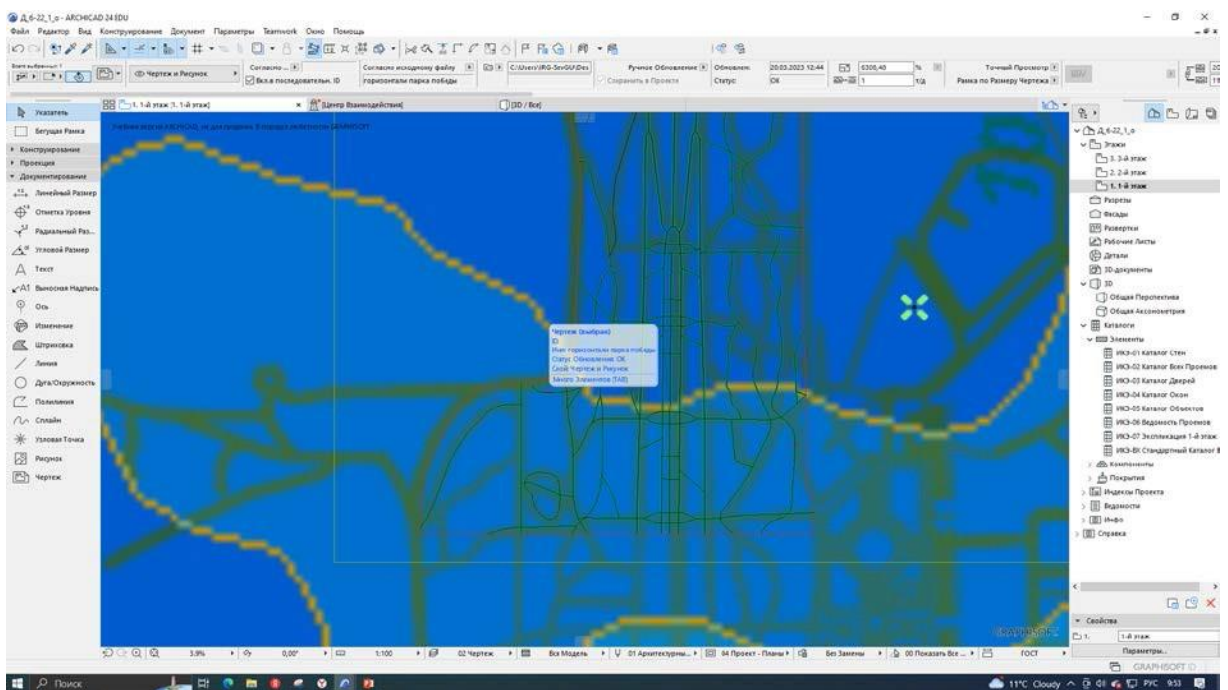
На карте с горизонталями найти эту аллею и, используя кнопку «изменить пропорции» задать ей тот же размер. Работа с кнопкой как на слайде.



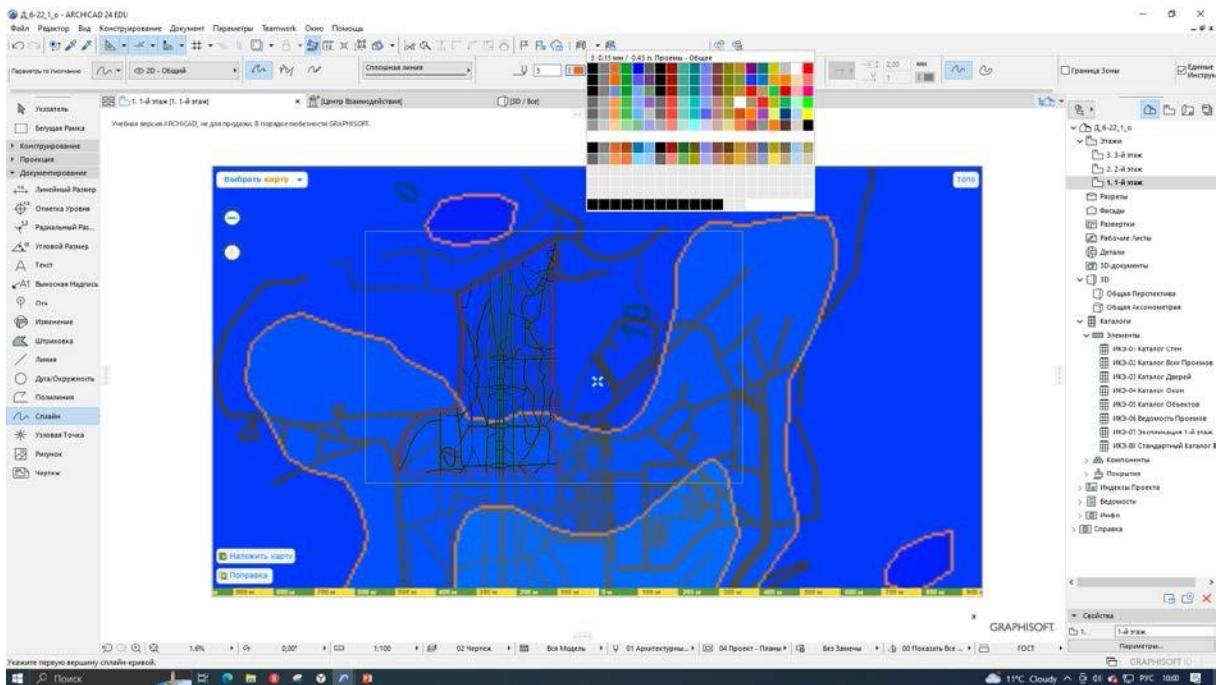
Для этого кликнуть в начале и конце аллеи и ввести натуральный размер в миллиметрах.



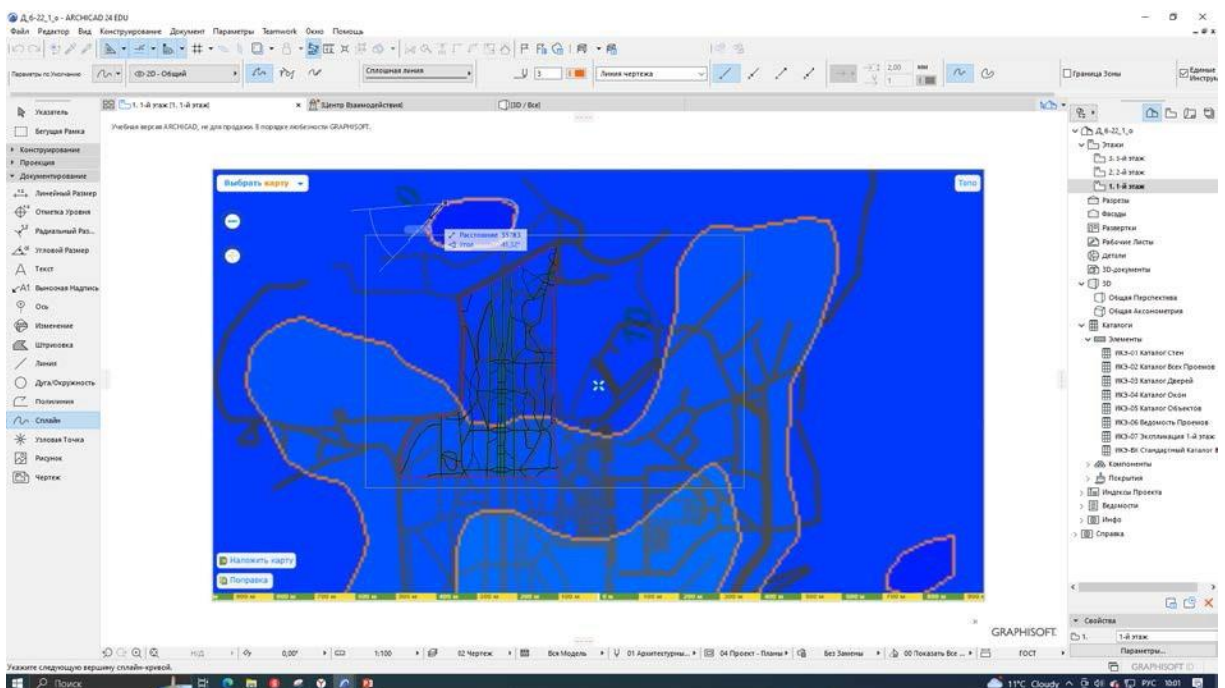
Затем выбираем любую опорную точку (например, пересечение двух аллей) на схеме парка с горизонталями и совмещаем с пересечением этих аллей на чертеже.



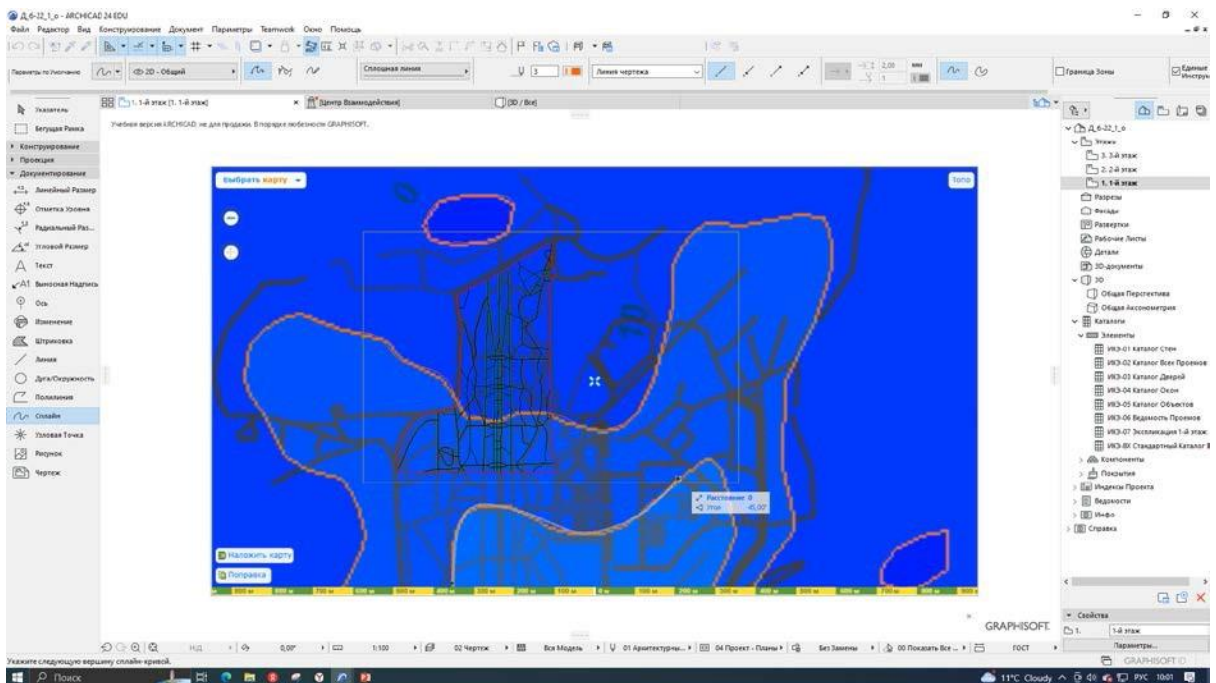
Получаем полное совмещение двух схем парка. Это необходимо для нанесения на чертеж рисунка горизонталей.



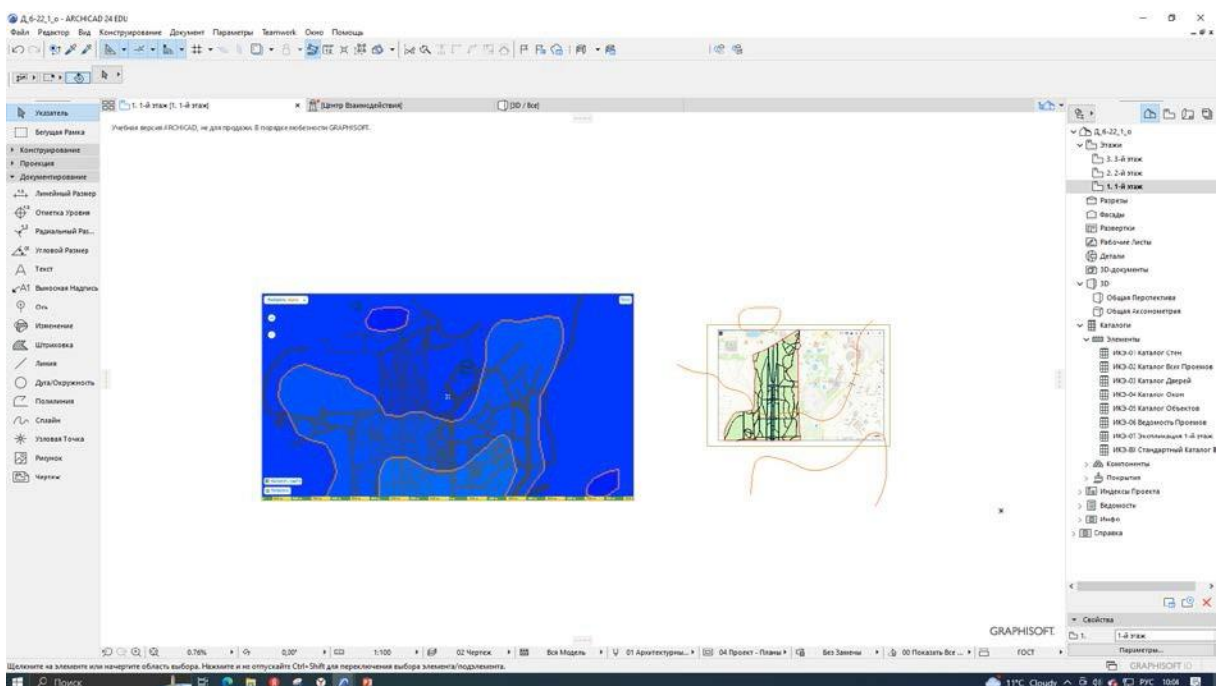
Для оцифровки горизонталей выберем инструмент «Сплайн» и выберем красный цвет пера.



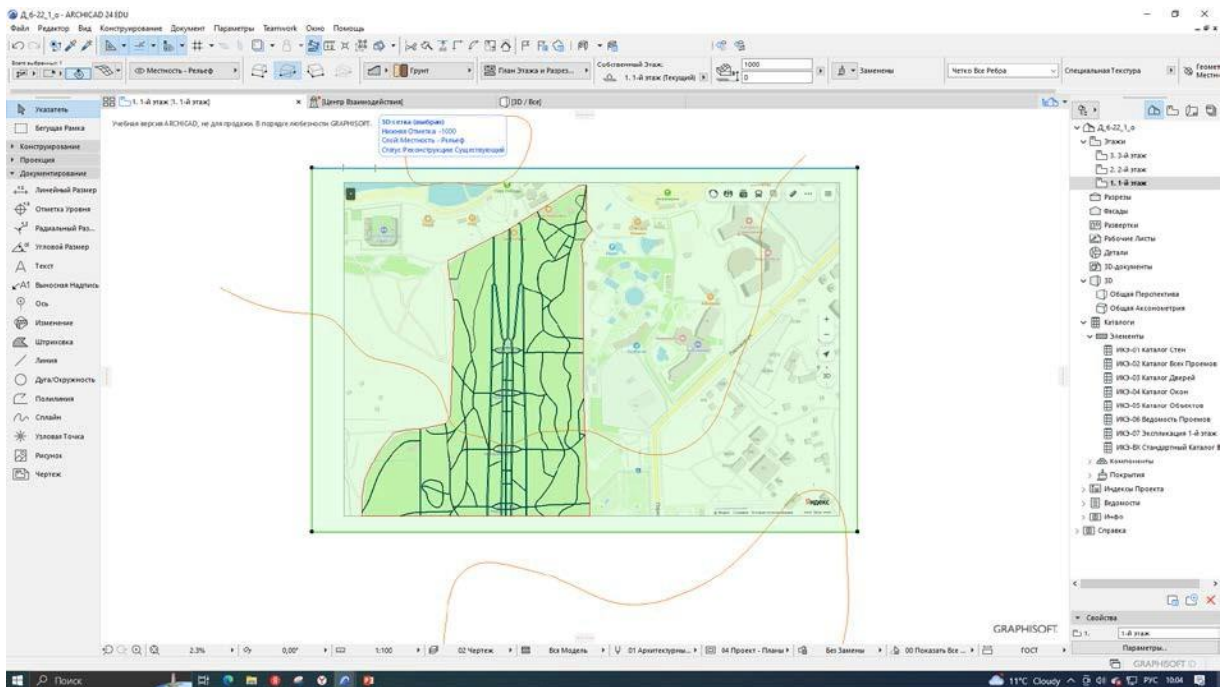
Поочередно обводим каждую горизонталь.



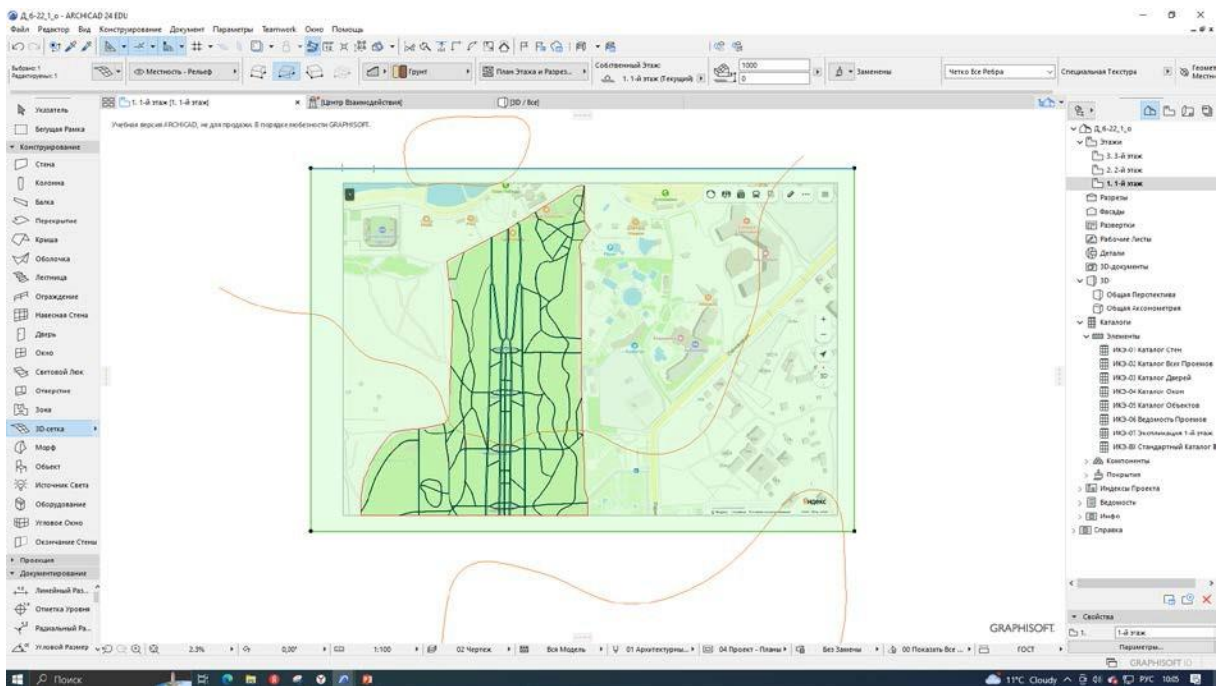
Необходимо обвести горизонтали так, чтобы сплайн выступал за пределы 3D-сетки.



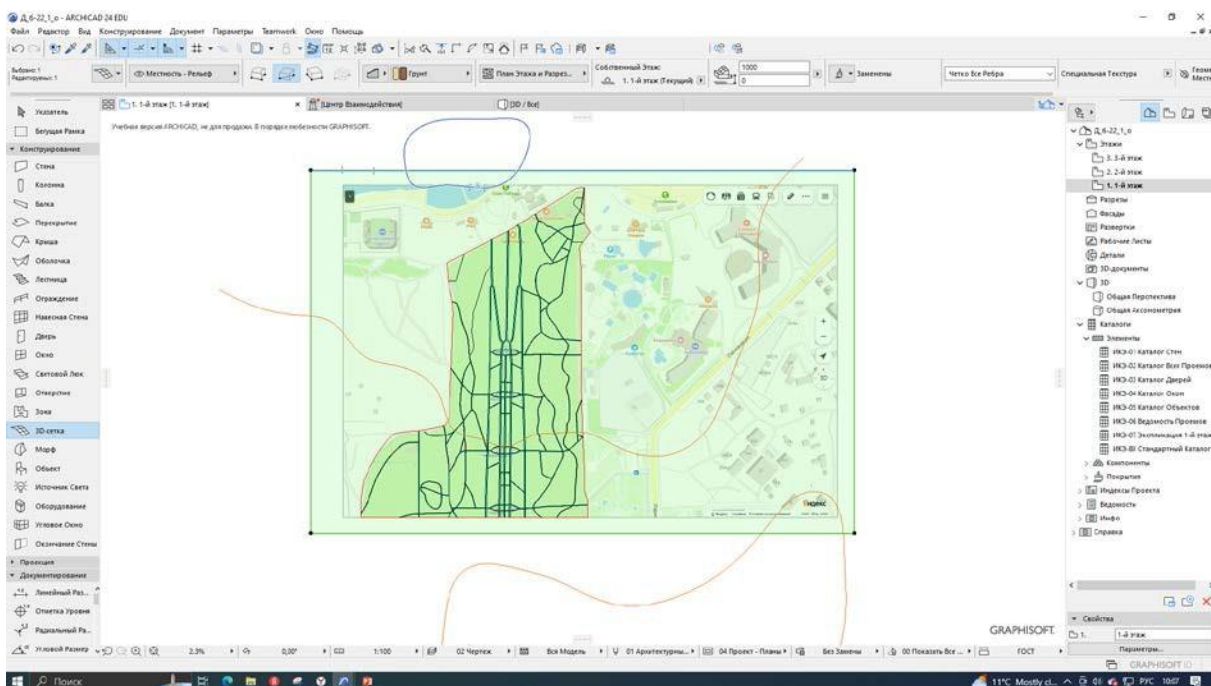
Далее схему с горизонталями отодвигаем в сторону на размер себя.



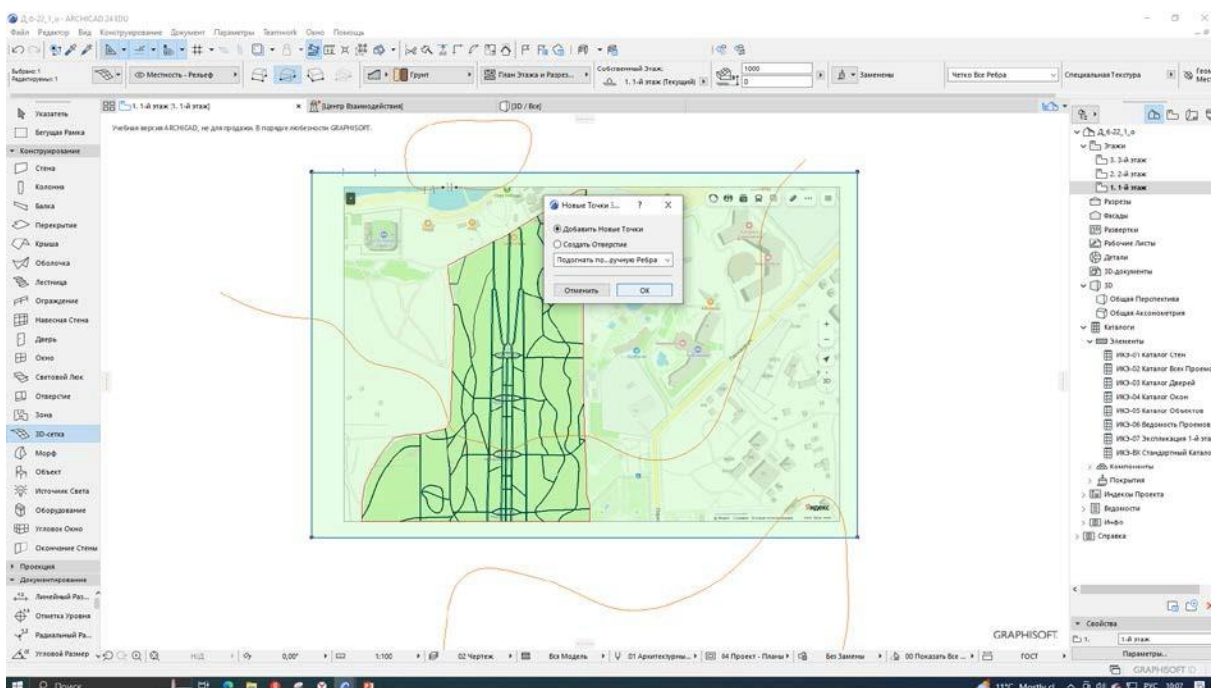
Чтобы присоединить сплайны-горизонталы к рельефу выделим 3D сетку, на рисунке выделение зеленого цвета.



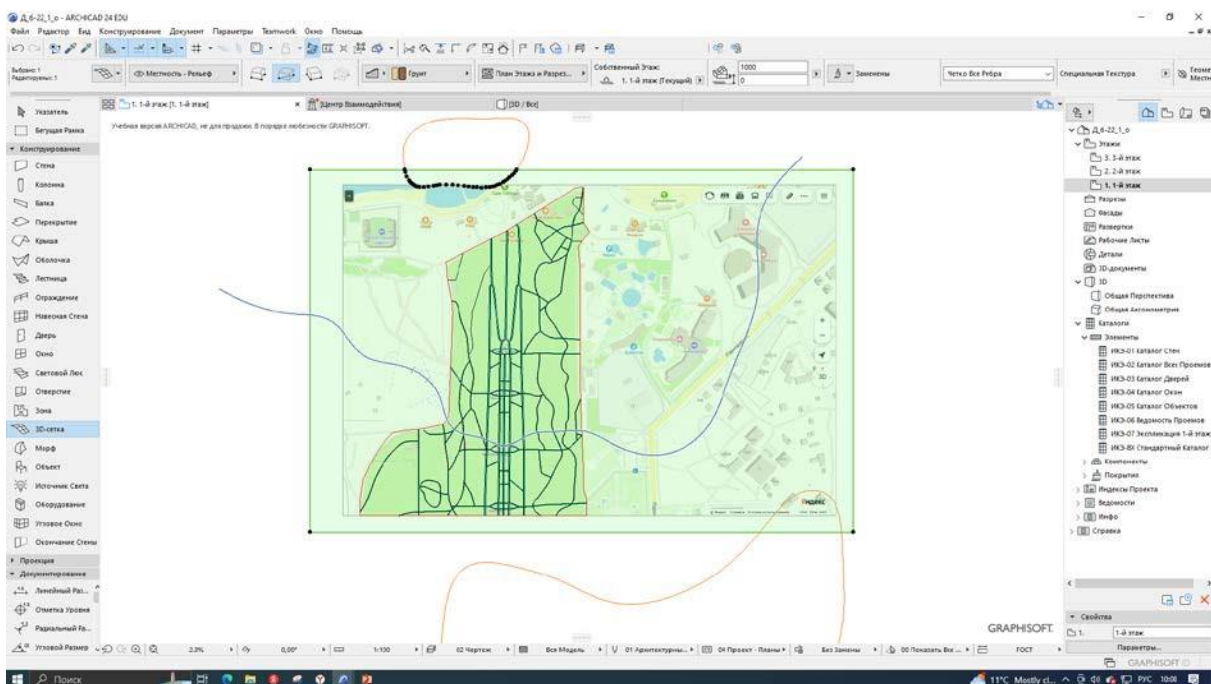
После на панели слева следует выбрать инструмент 3D-сетка.



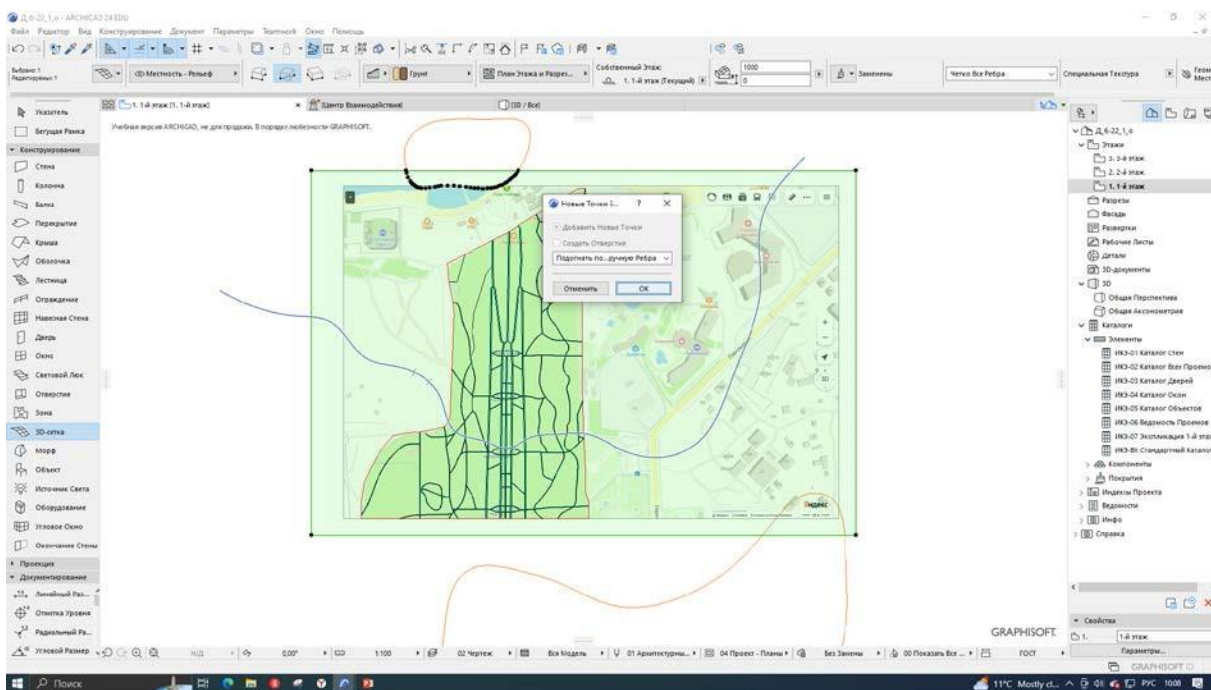
Зажав кнопку «пробел» наводим курсор (он стал «волшебной палочкой») на каждый сплайн поочередно, когда он подсветится синим, то кликаем левой кнопкой мыши по нему.



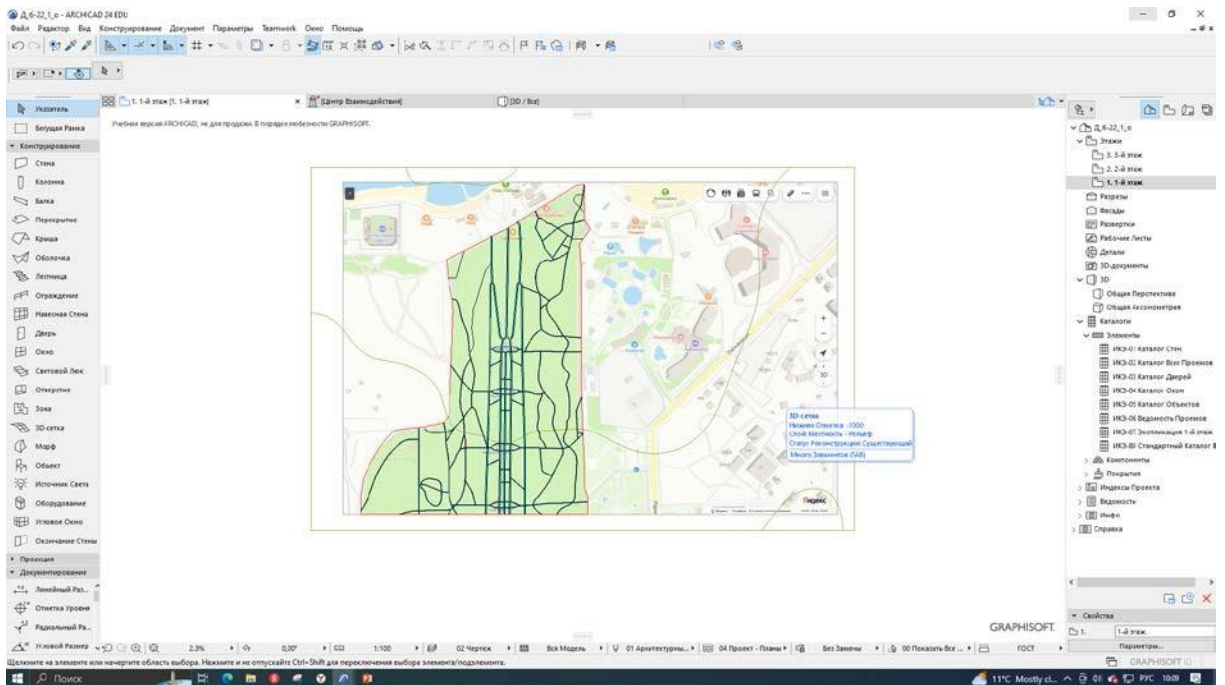
В диалоговом окне выбираем «добавить новые точки» и «ок»..



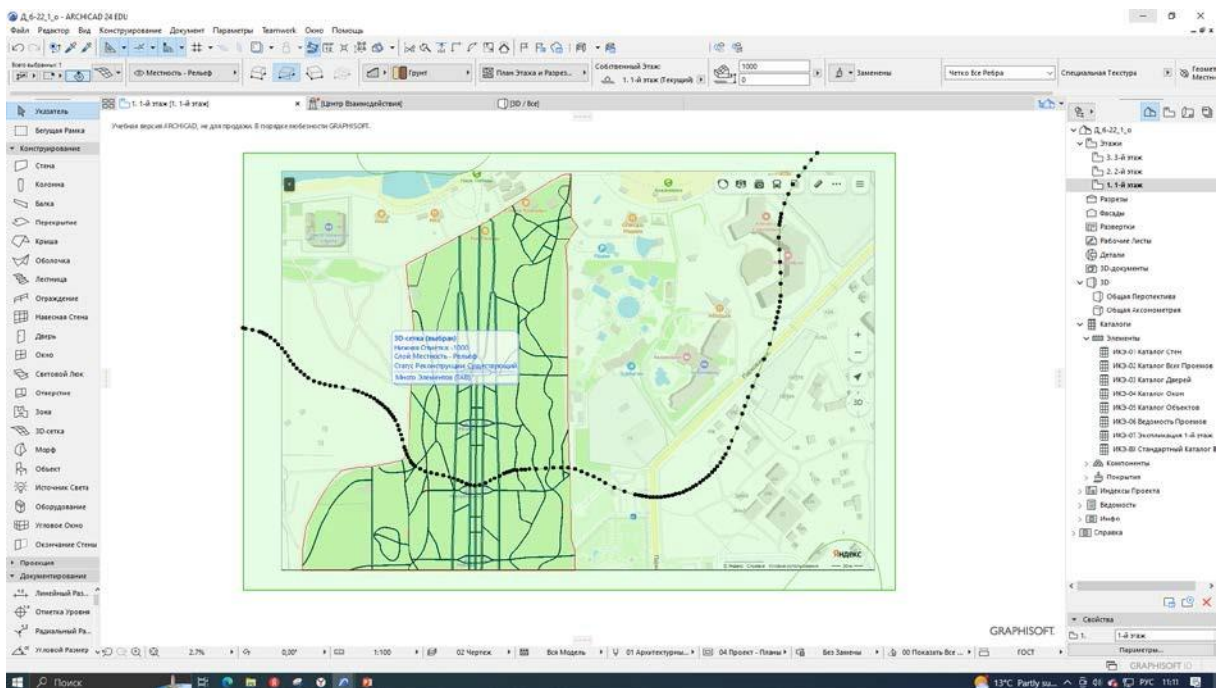
На рисунке видно, что та часть сплайна, которая попадает на 3d сетку стала множеством точек, принадлежащих 3d- сетке.



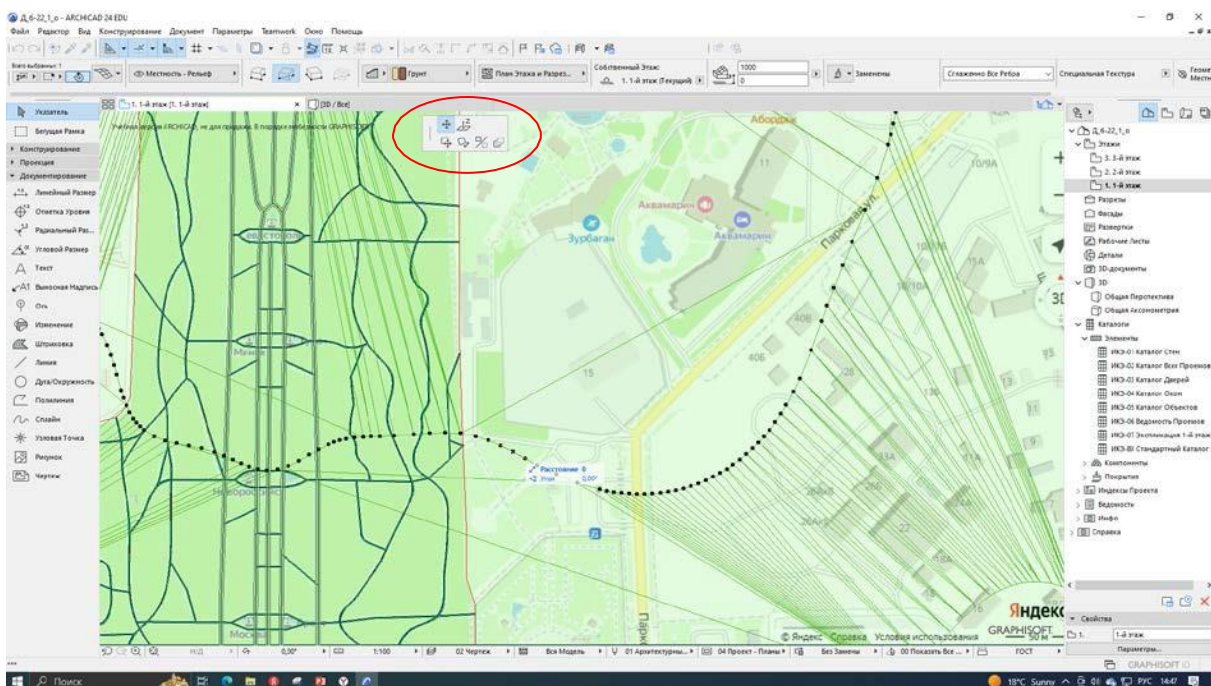
Операцию повторяем с каждым сплайном.



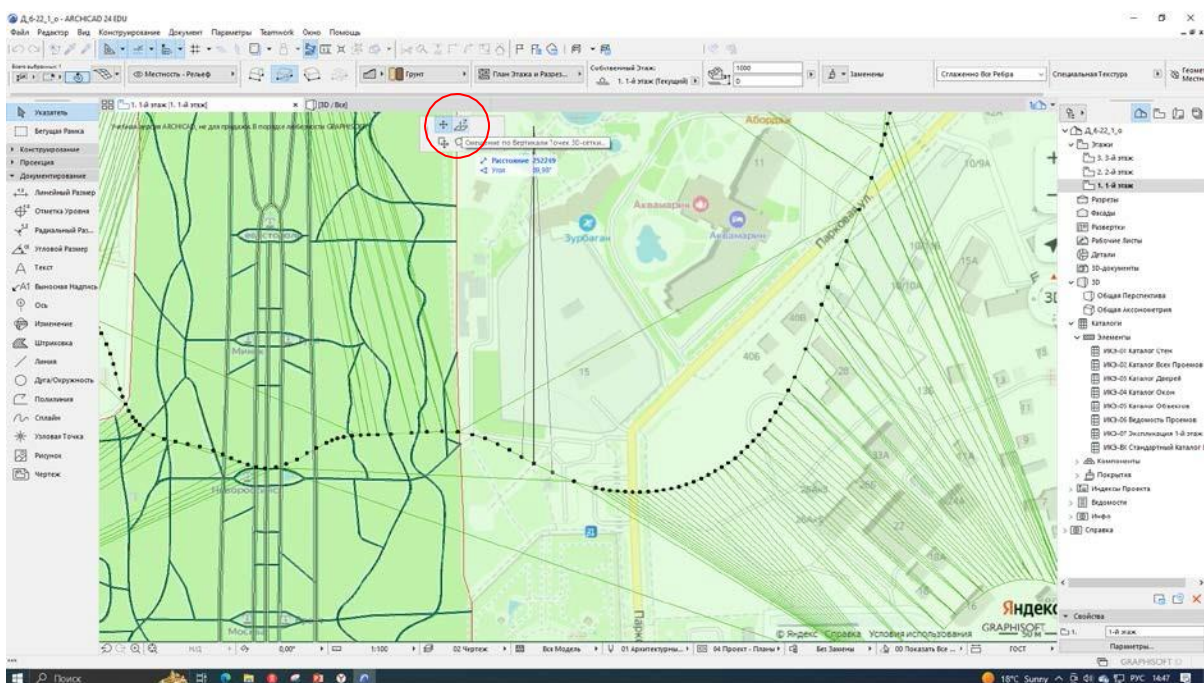
Удалив все красные линии, видим, что их проекции сохранились на 3d сетке.



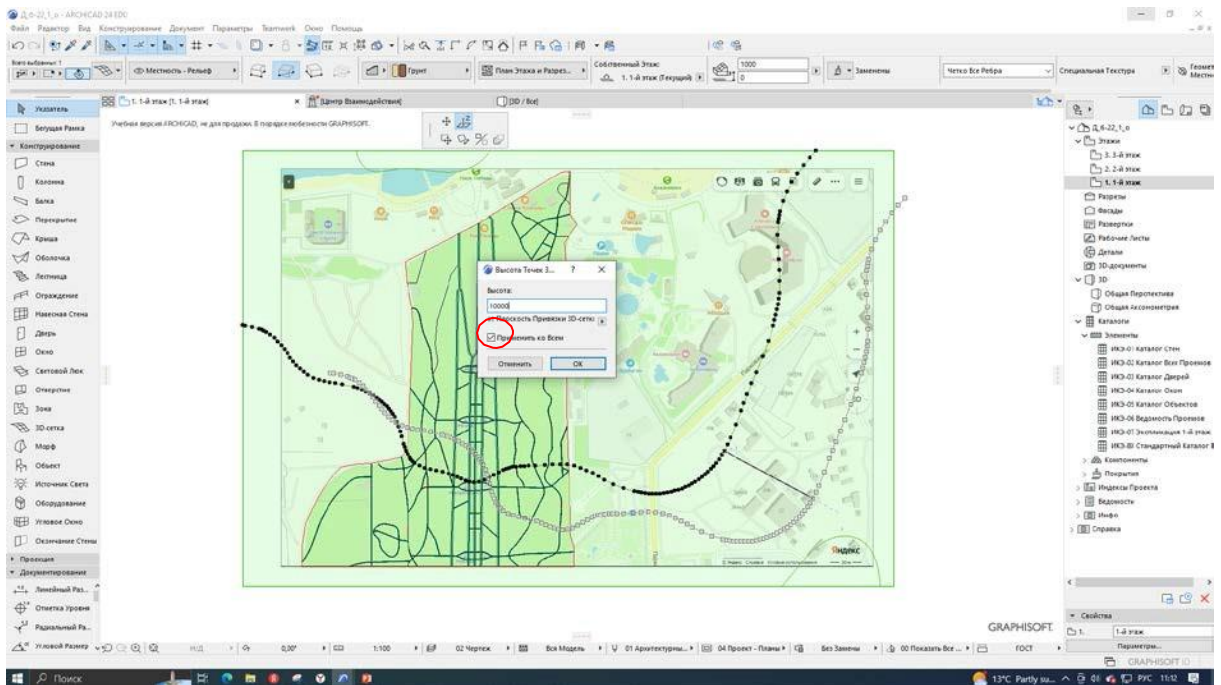
Чтобы поднять горизонталь на нужную высоту, выделим одну из них.



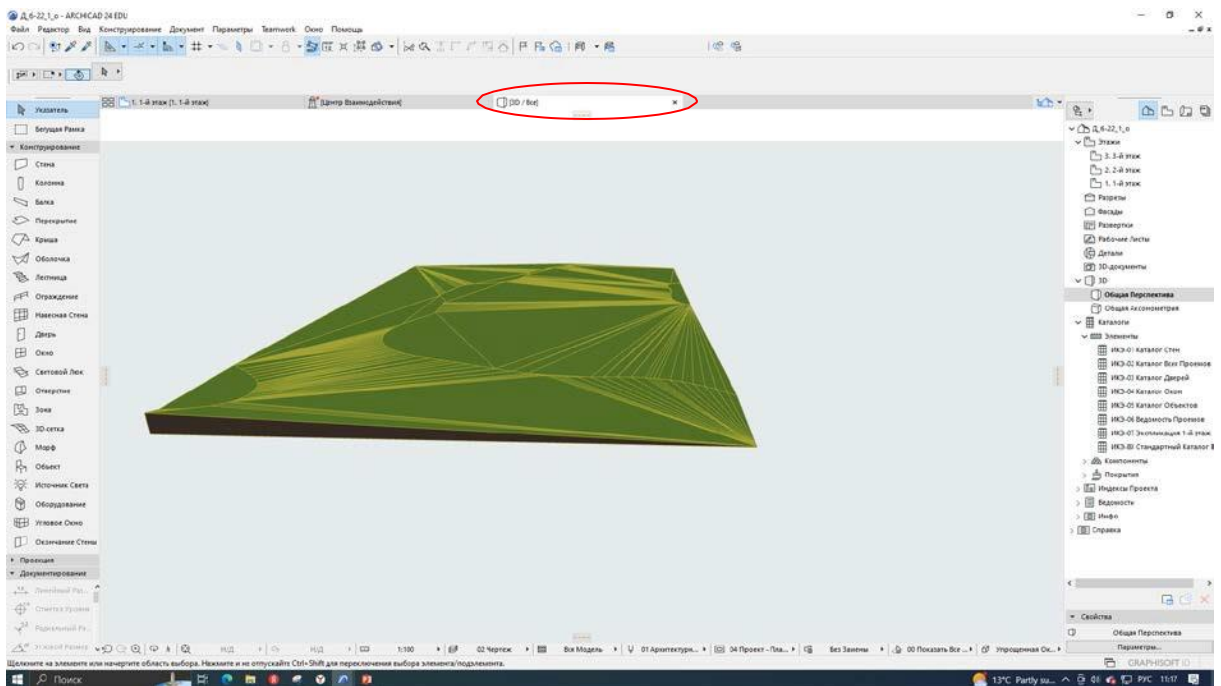
Зажимаем любую точку левой кнопкой мыши и ищем выпадающее меню.



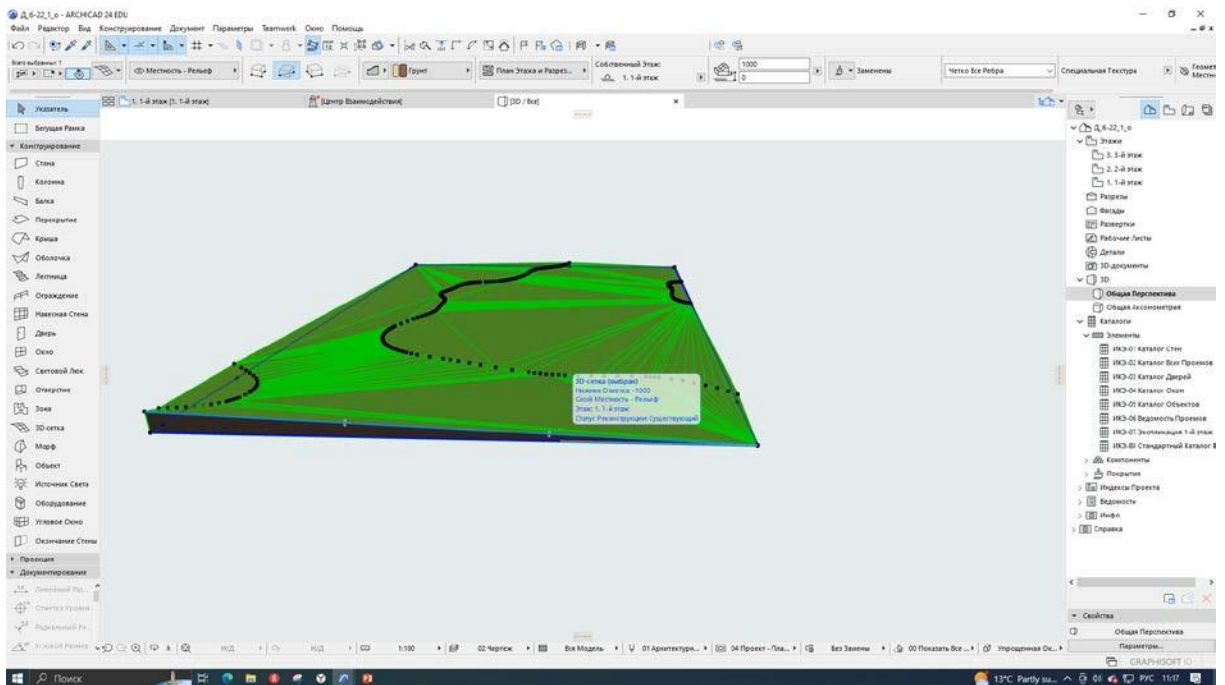
В меню выбираем кнопку «Z» (работа с вертикальной осью).



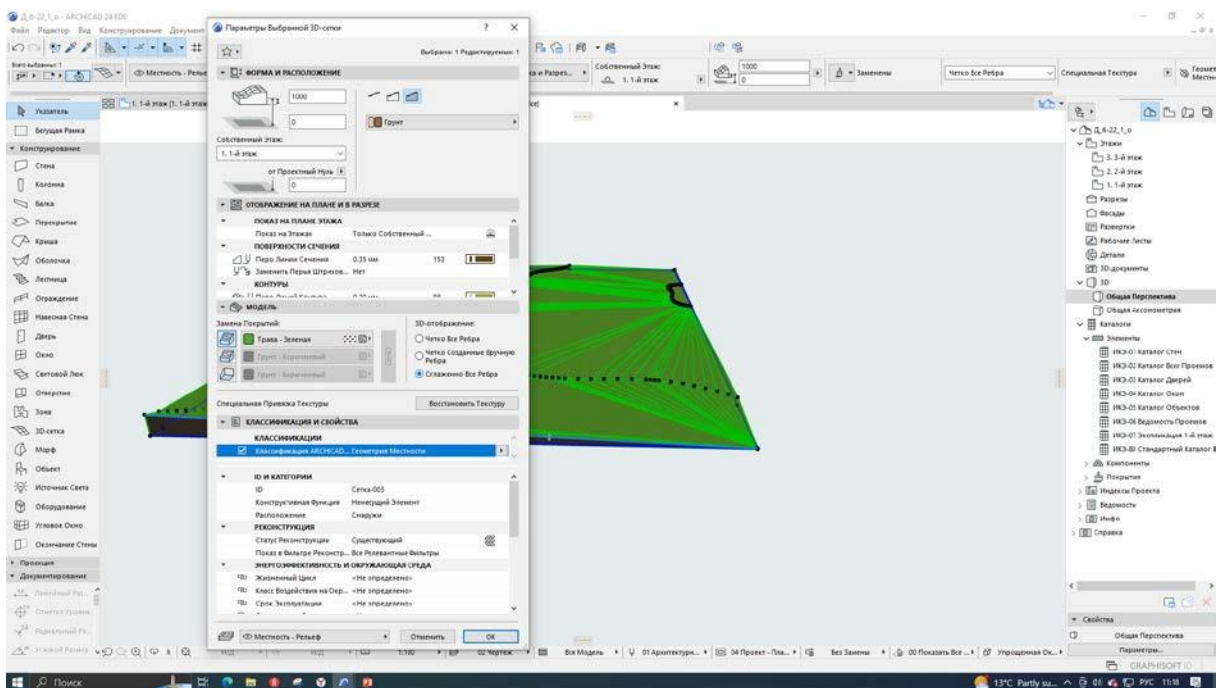
Вписываем нужную высоту (берем карты номер горизонтали) горизонтали и устанавливаем галочку «применить ко всем».



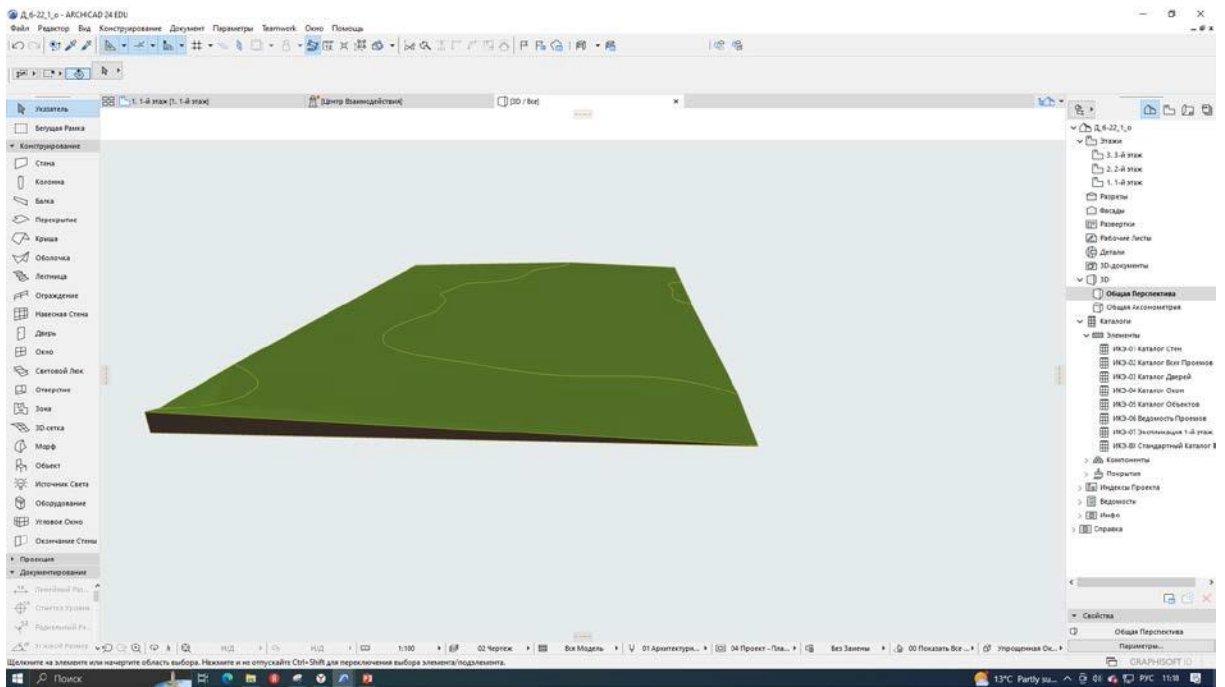
Переходим в окно 3D и смотрим результат.



Чтобы убрать лишние ребра выделим землю и зайдем в «Диалог параметров»

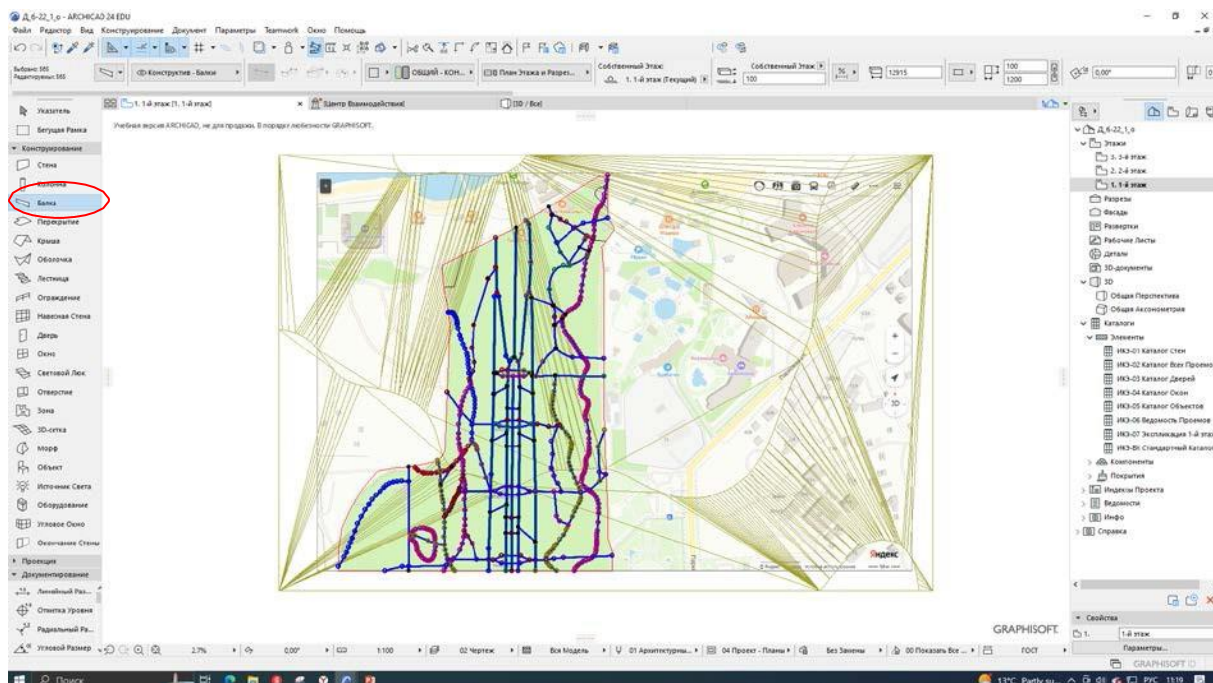


В «Диалоге параметров» выбираем пункт «сглаженно все ребра» и «ок».

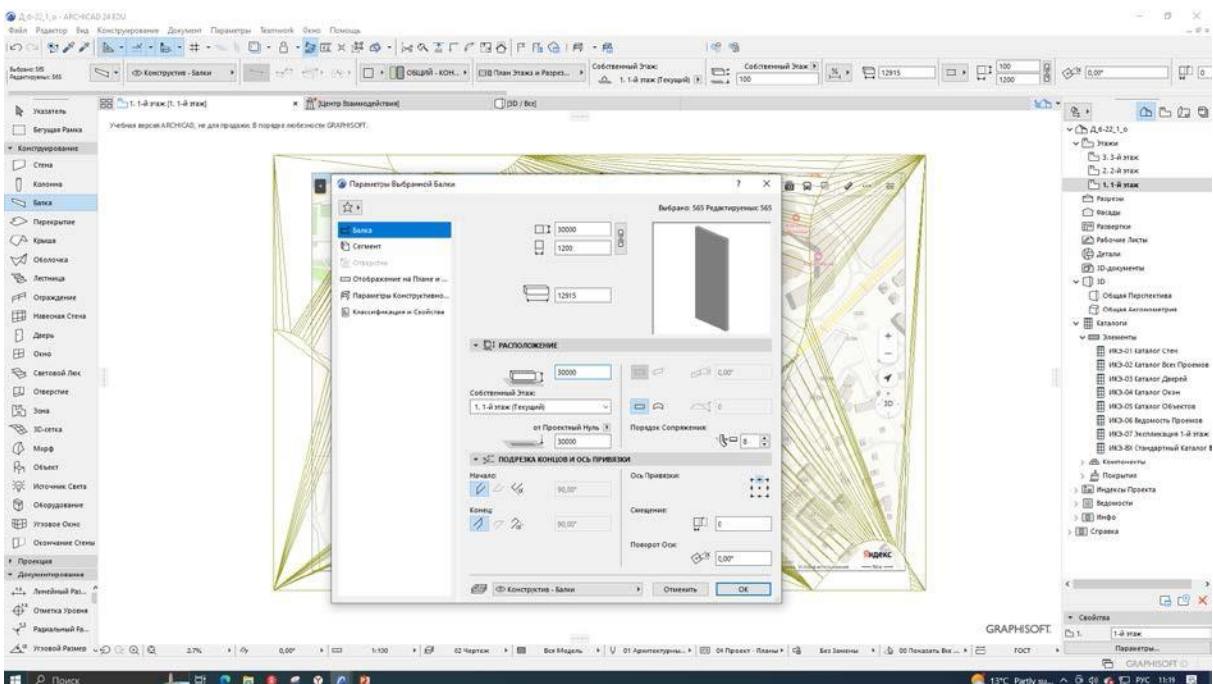


Ровный сглаженный рельеф готов.

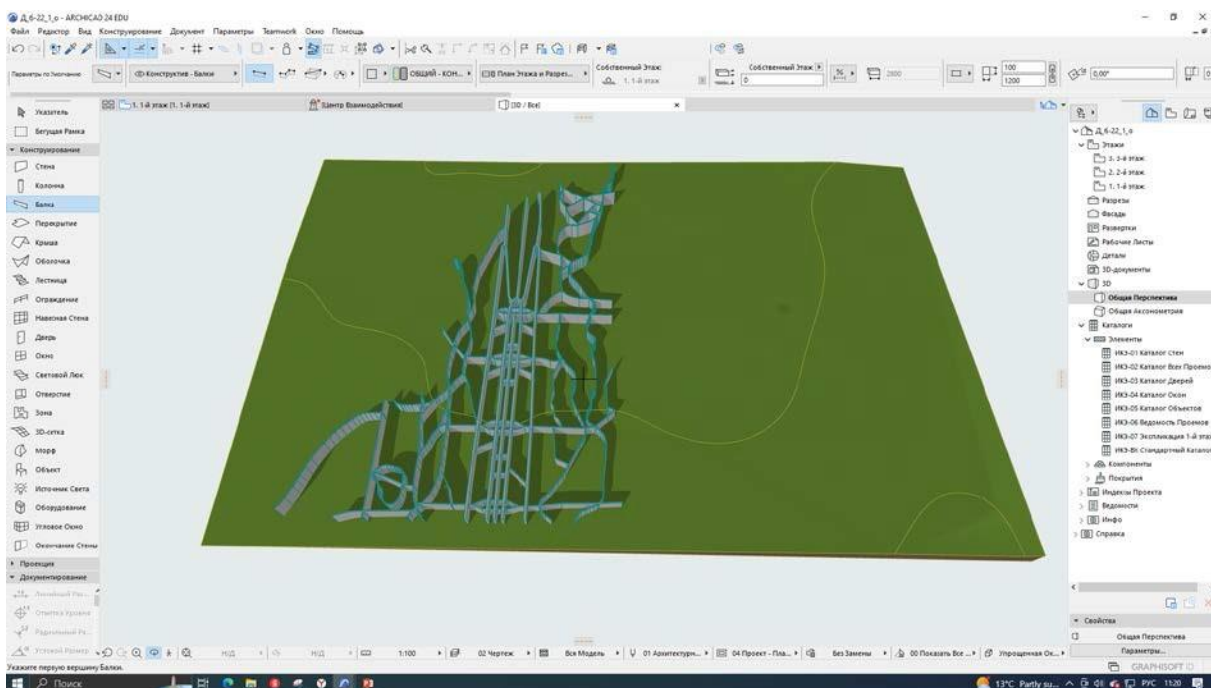
Раздел 4. СОВМЕЩЕНИЕ СЛОЯ «РЕЛЬЕФ» И СЛОЯ «ТРАНЗИТНЫЕ ПУТИ»



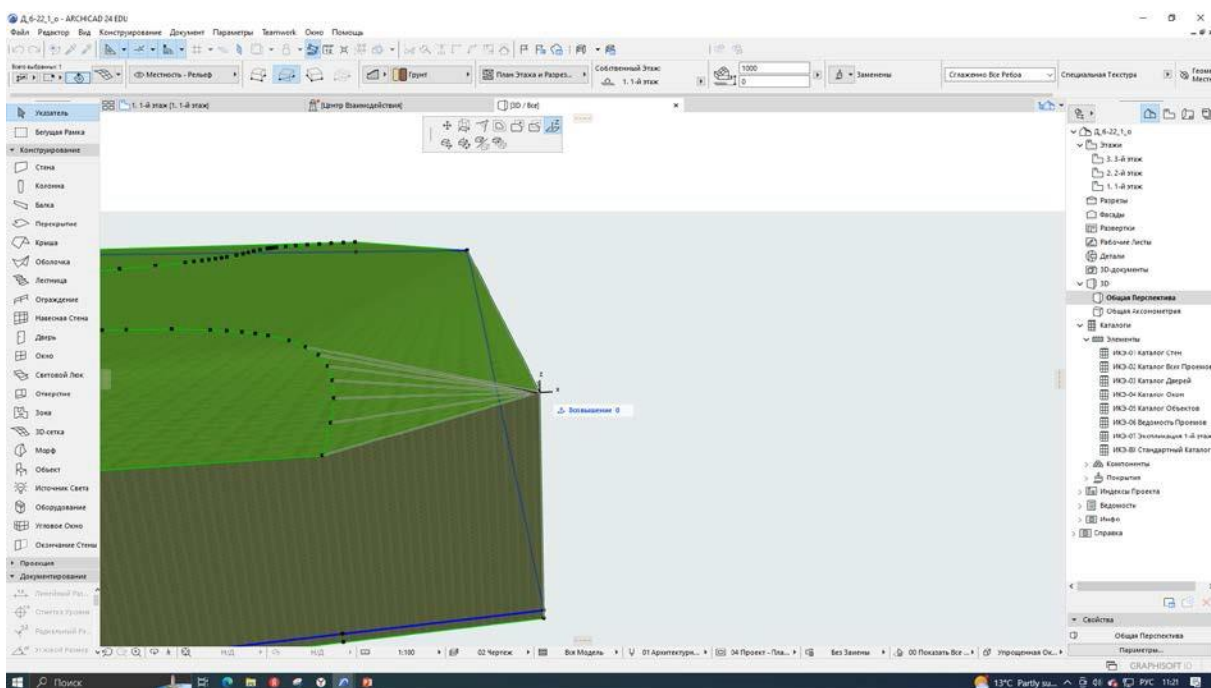
Приступим к нанесению на рельеф дорожек. Для этого выберем на панели конструирования инструмент «балка» и нажмем сочетание «Ctrl+A». Все балки выделены.



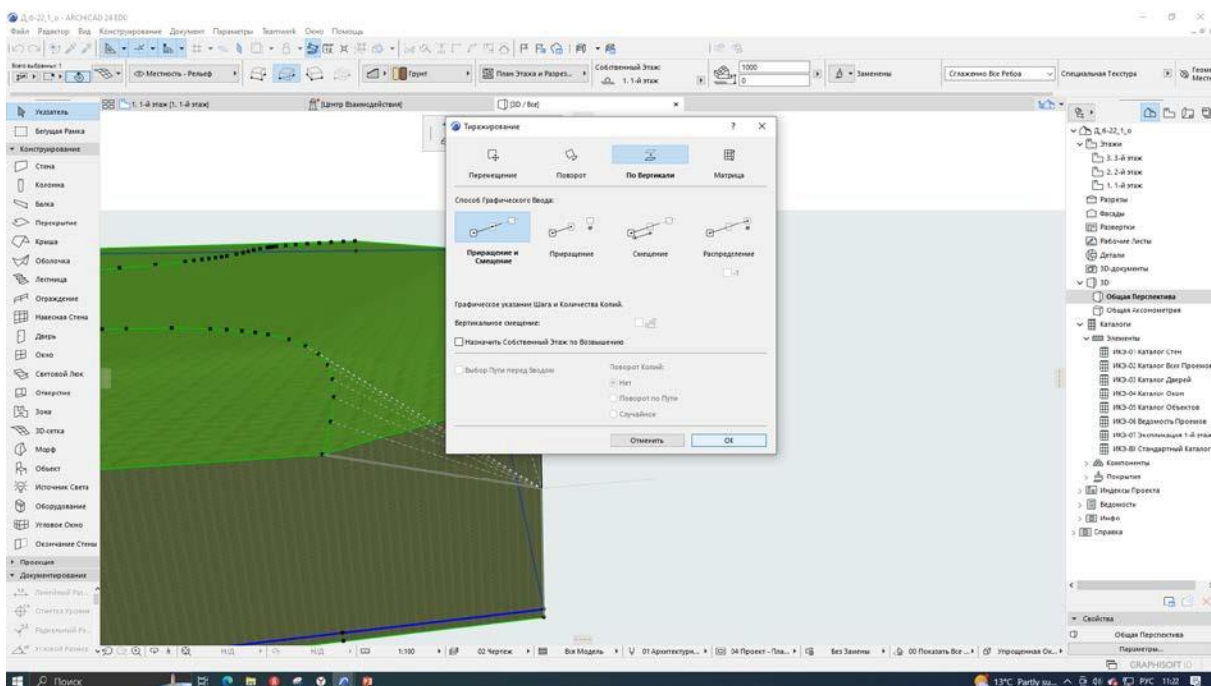
Открываем «диалог параметров» балки и задаем высоту балки заведомо выше самой высокой точки рельефа, ту же величину вписываем в окно «расположение» и «оку»



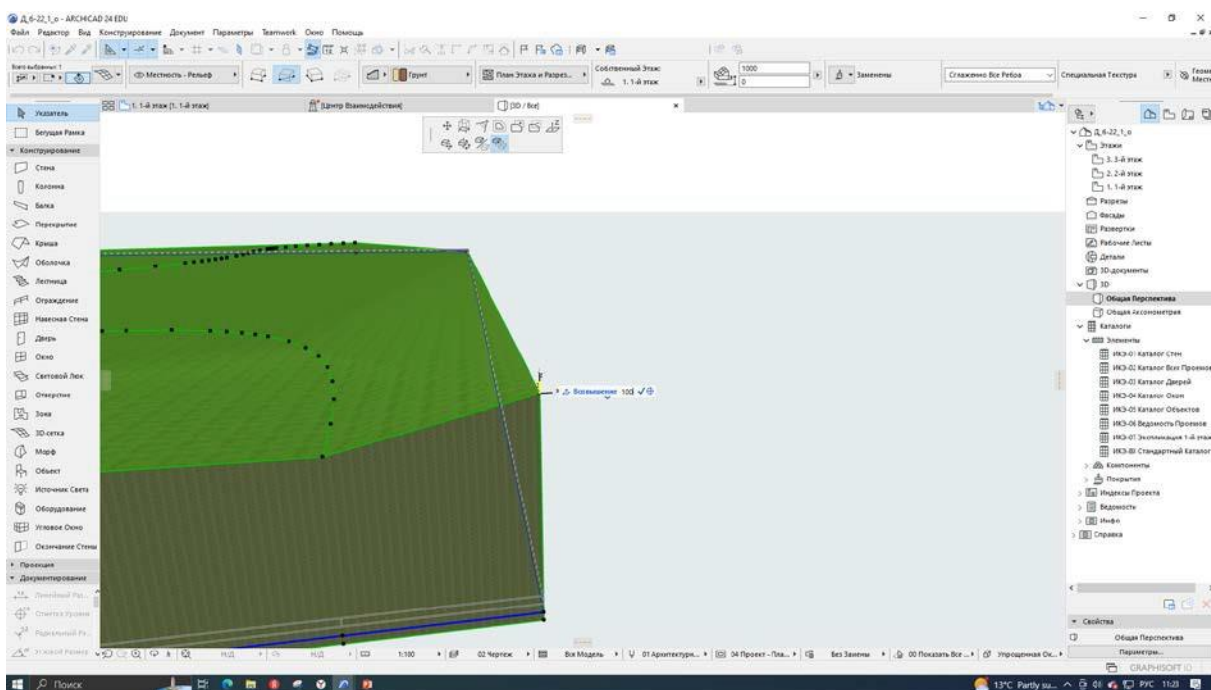
Получаем промежуточный результат: дорожки выше земли.



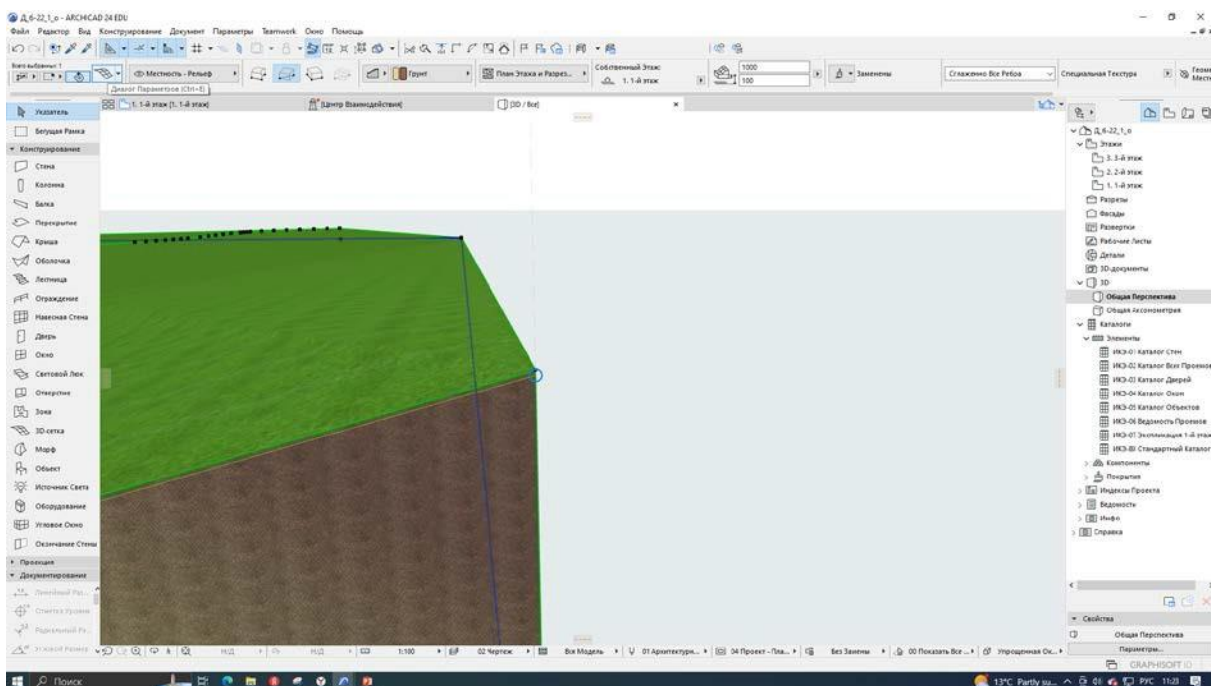
Чтобы получить дороги, лежащие на все неровности рельефа, сделаем несколько заготовок. Приближаем к одной из крайних точек рельефа курсор и жажимаем левой кнопкой, в выпадающем меню выбираем «тиражирование».



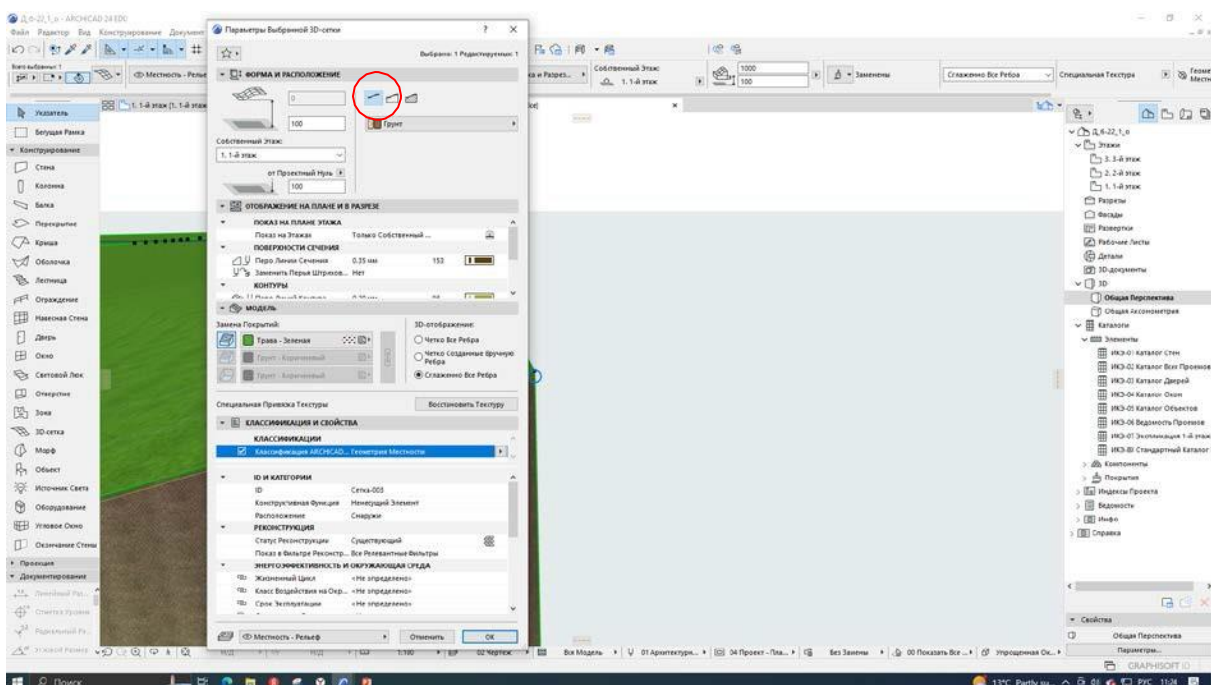
Выберем «вертикальное тиражирование».



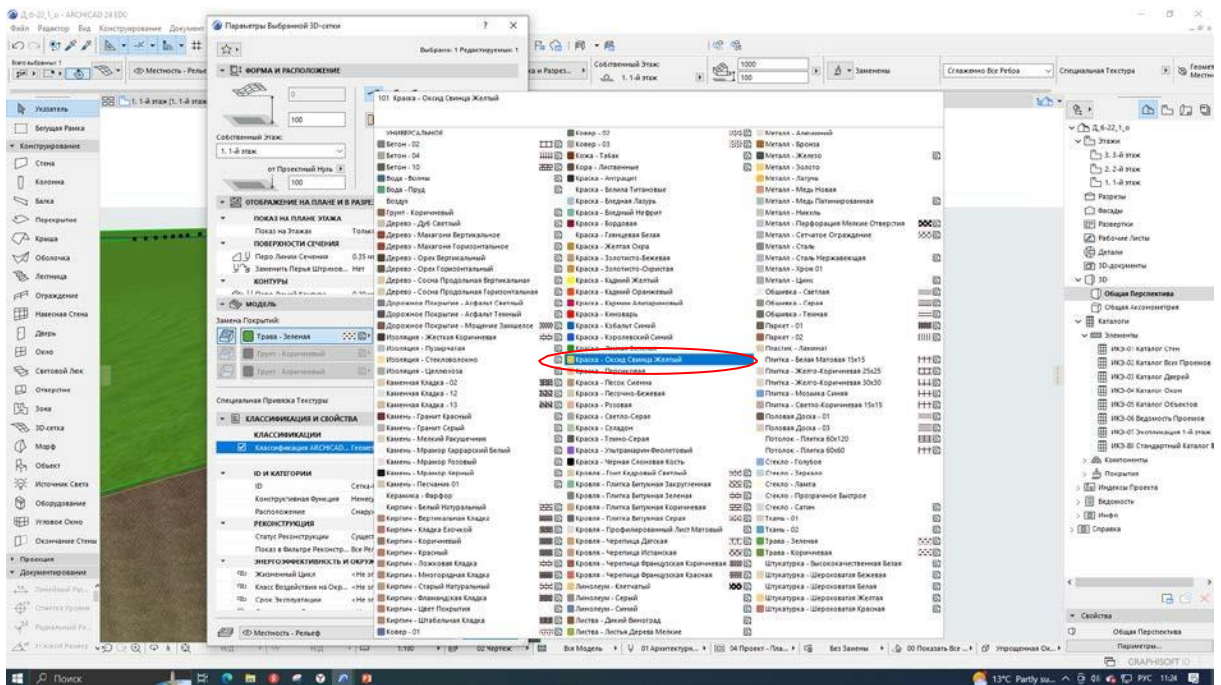
Выполняем копирование элемента на 100мм. Для этого вводим число вручную с клавиатуры и нажимаем «ввод».



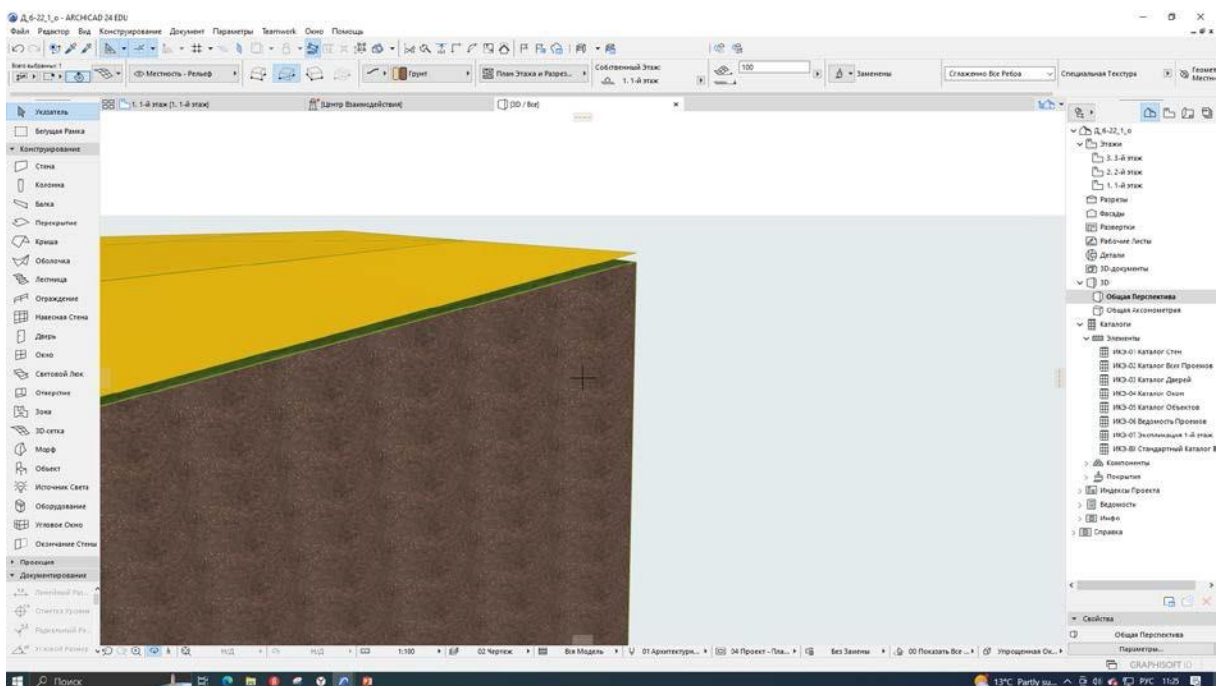
Получаем вторую 3Д-сетку. Её нужно выделить.



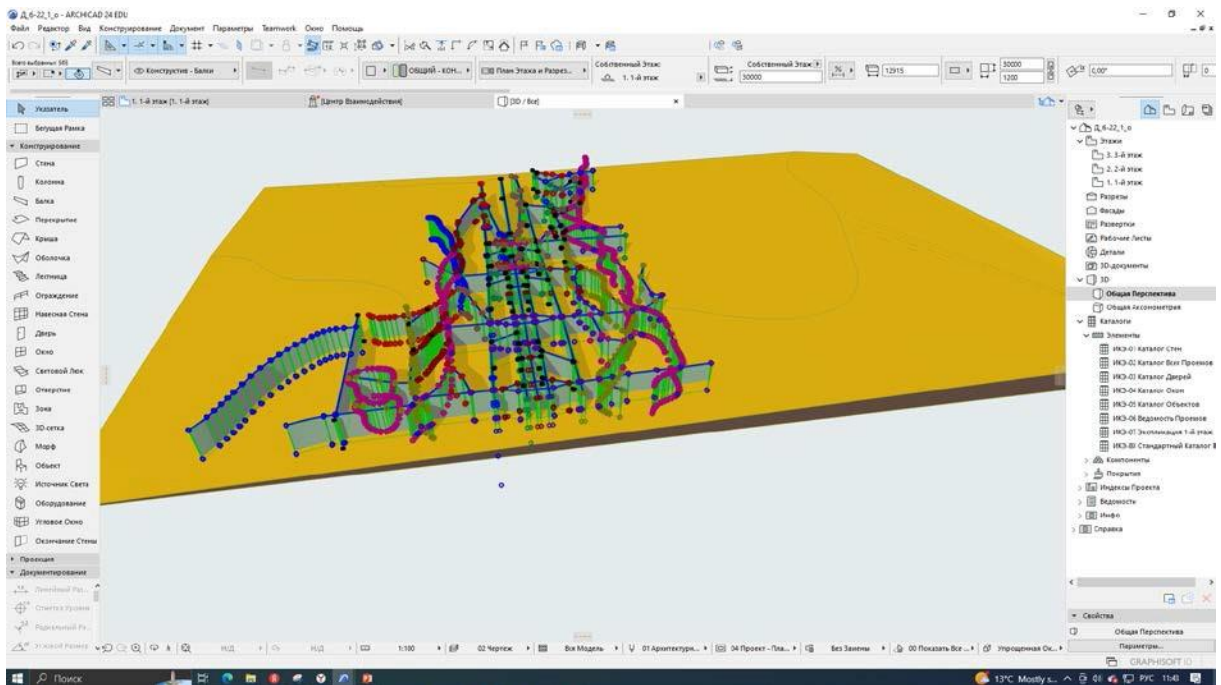
Далее в диалоге параметров (Ctrl+E) выбираем форму сетки без заполнения и каркаса.



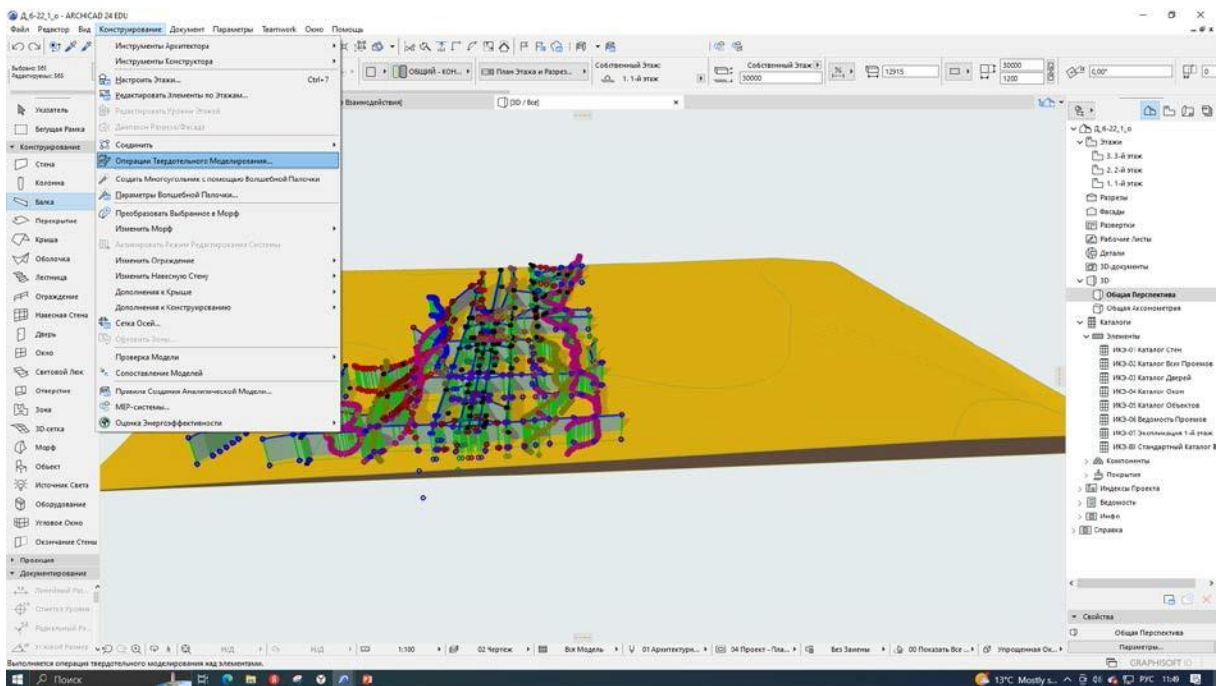
А также заменим покрытие модели на яркий цвет (в примере Оксид свинца Желтый).



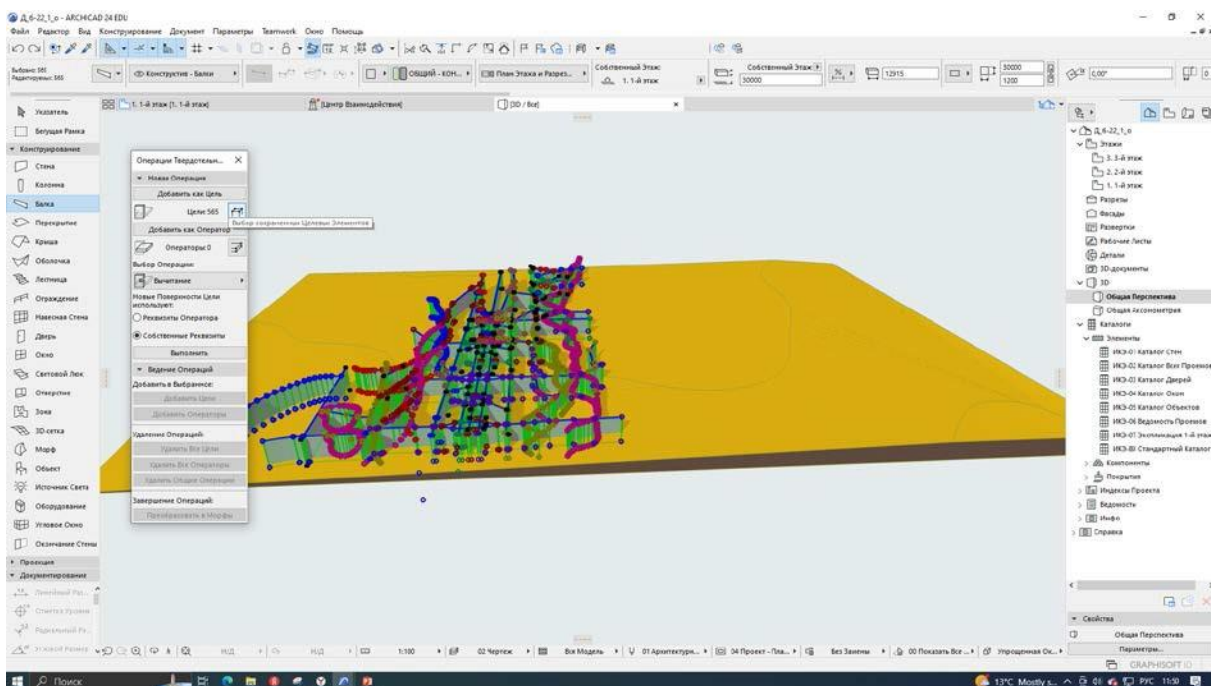
Так выглядит настроенная 3Д-сетка.



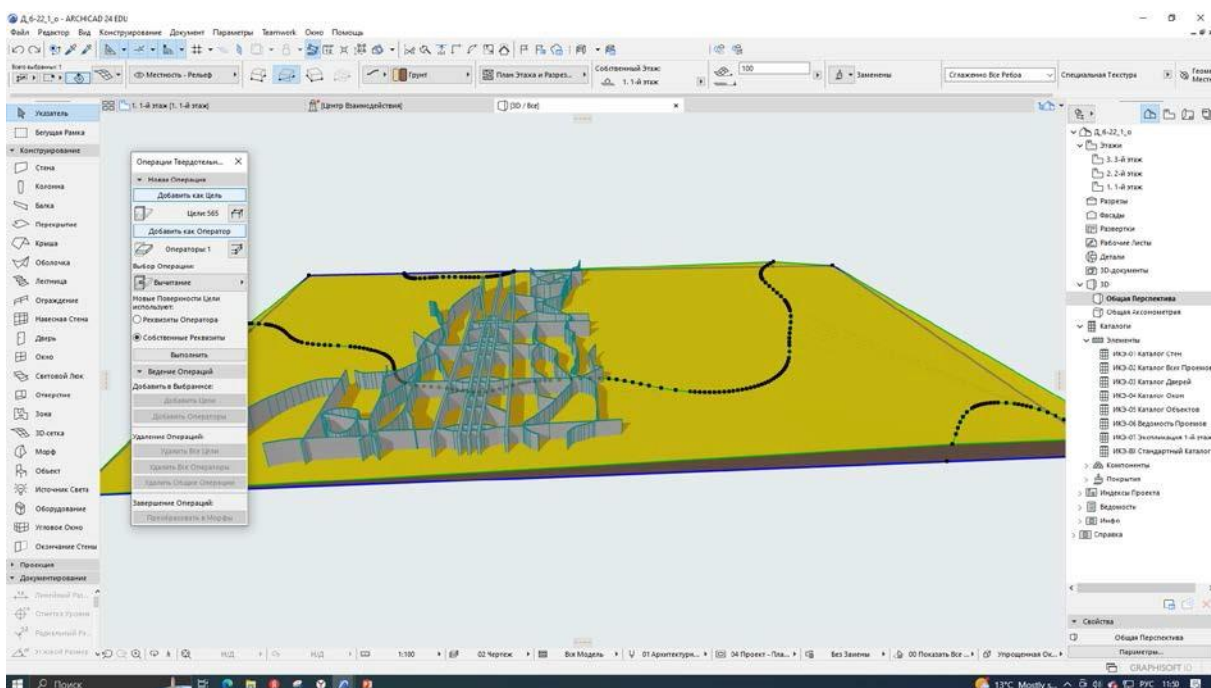
Далее, в окне 3Д нужно выделить все дорожки. Для этого выделить инструмент «балка» на панели «конструирование» и нажать **Ctrl+A**.



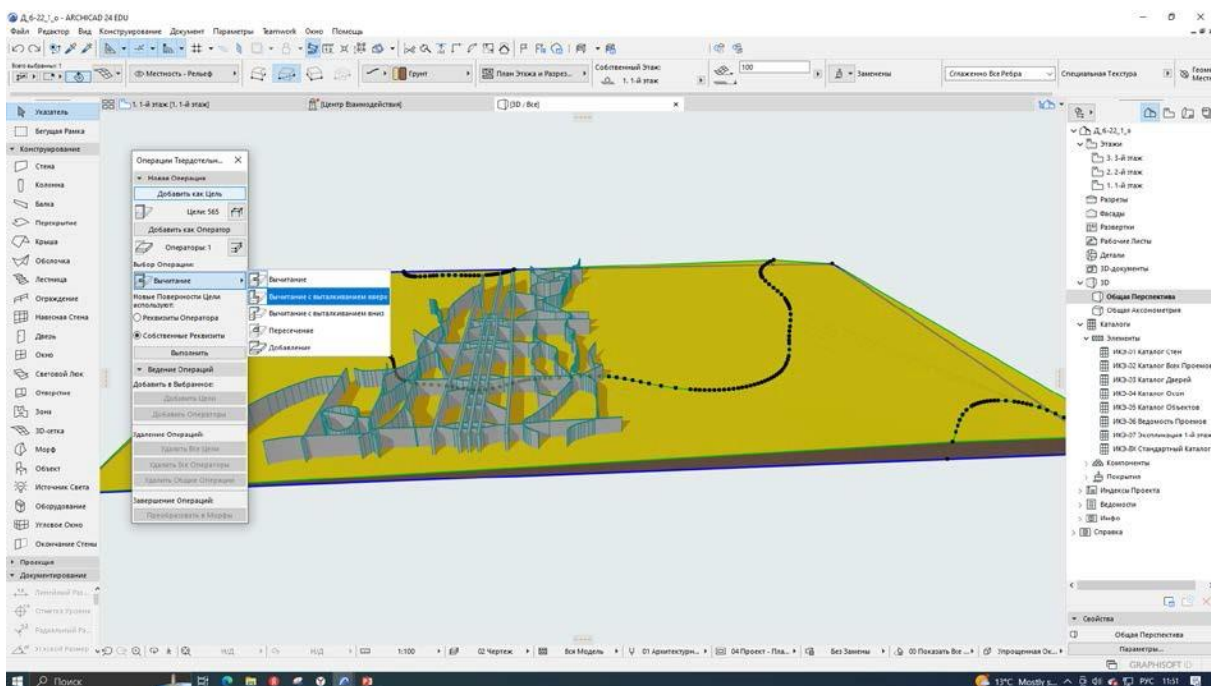
Далее стоит задача отрезать дорожки «золотым покрывалом». Для этого во вкладке «конструирование» нажимаем вкладку «операции твердотельного моделирования».



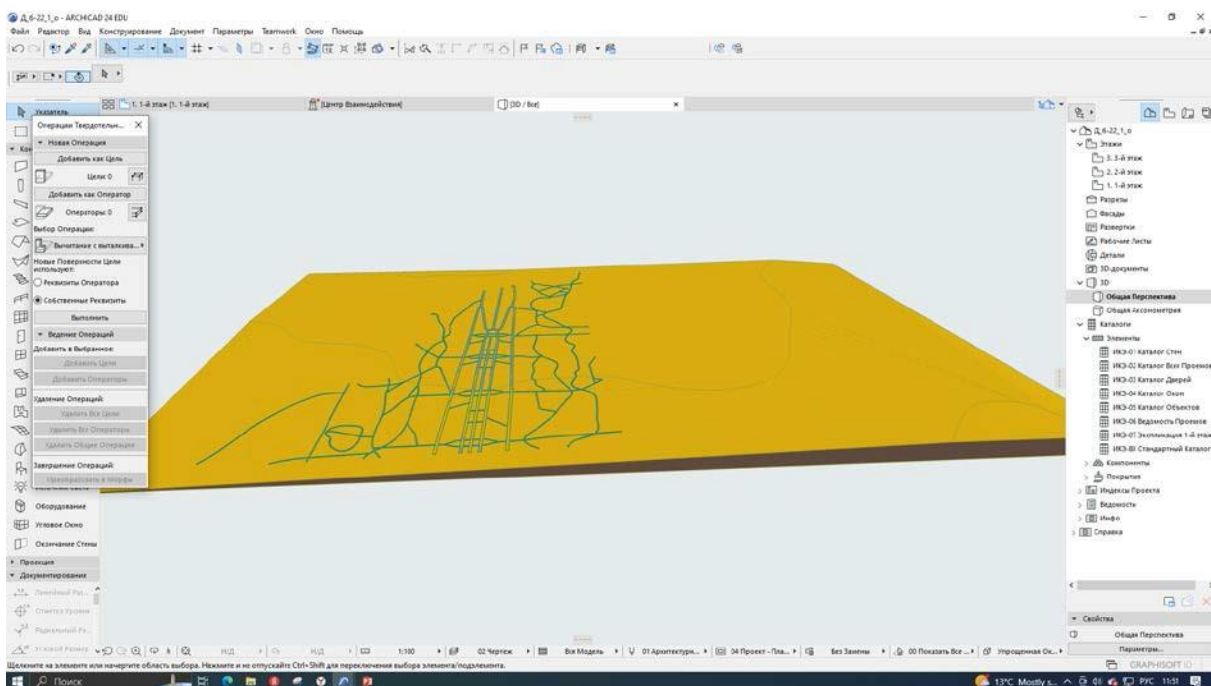
Заметим, что все дорожки уже определены как «Цель» и посчитаны.



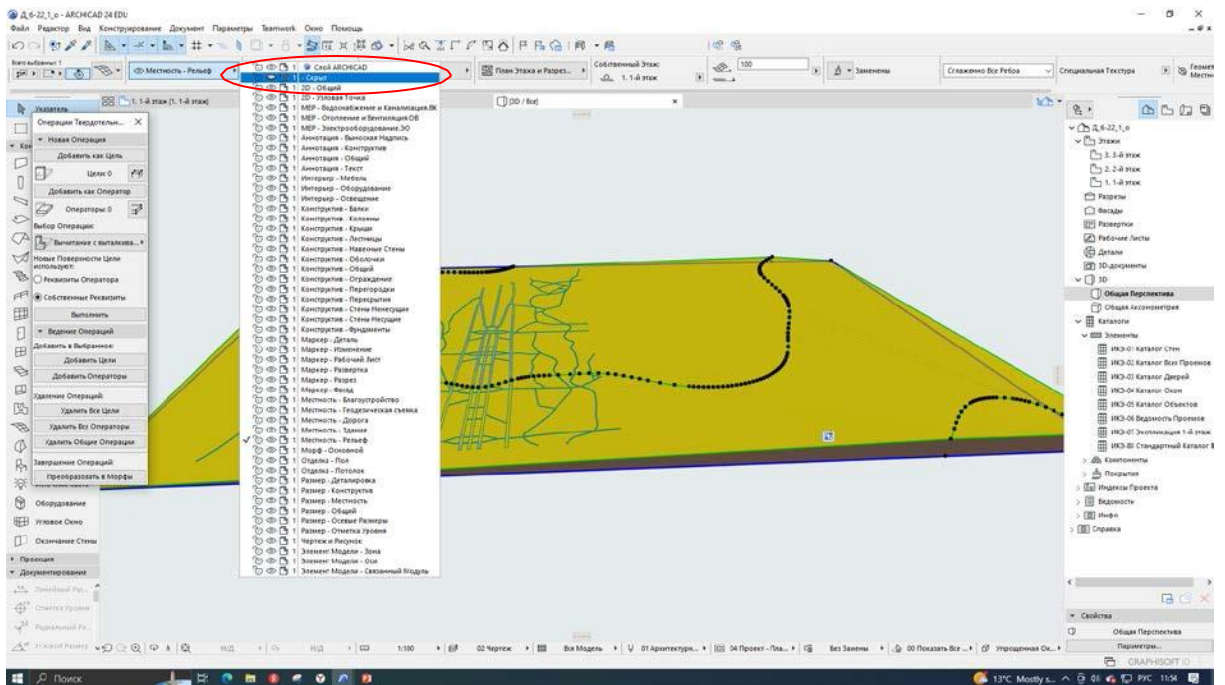
«Золотое покрывало» назначаем «оператором». Итого, в нашем примере, целей – 565, оператор 1.



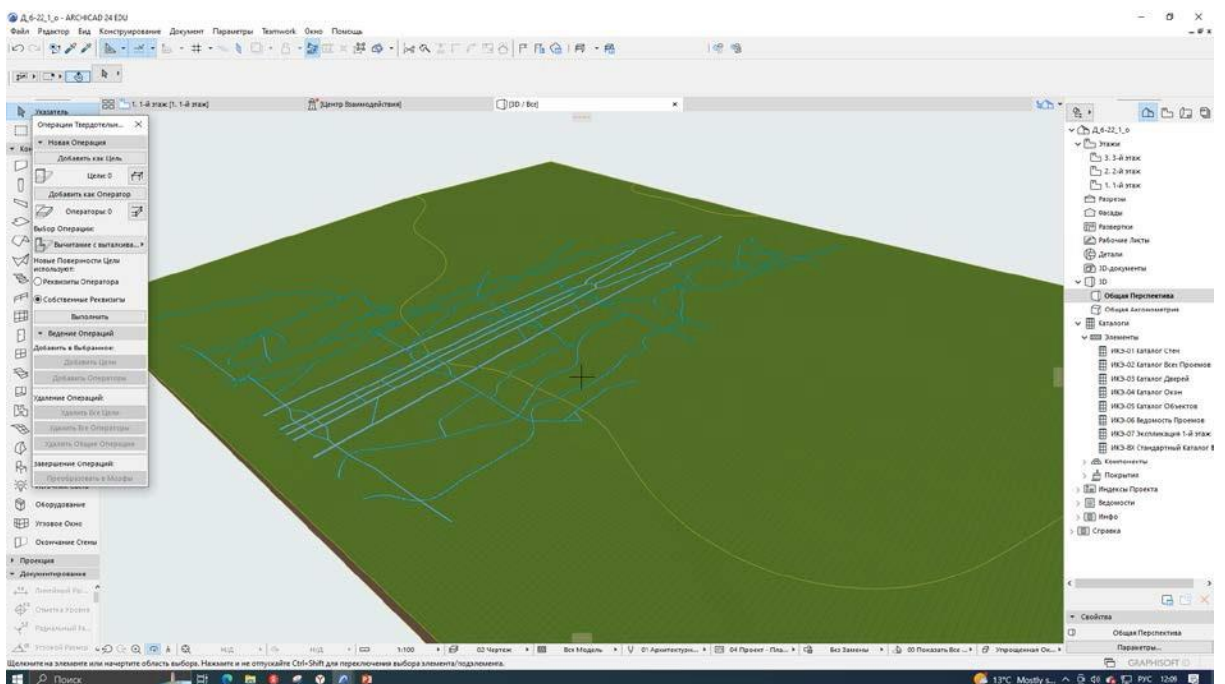
Выбираем «Вычитание с выталкиванием вверх», так как нам нужно отрезать верх балок по рельефу, нажимаем «выполнить».



Результат выглядит как на рисунке.

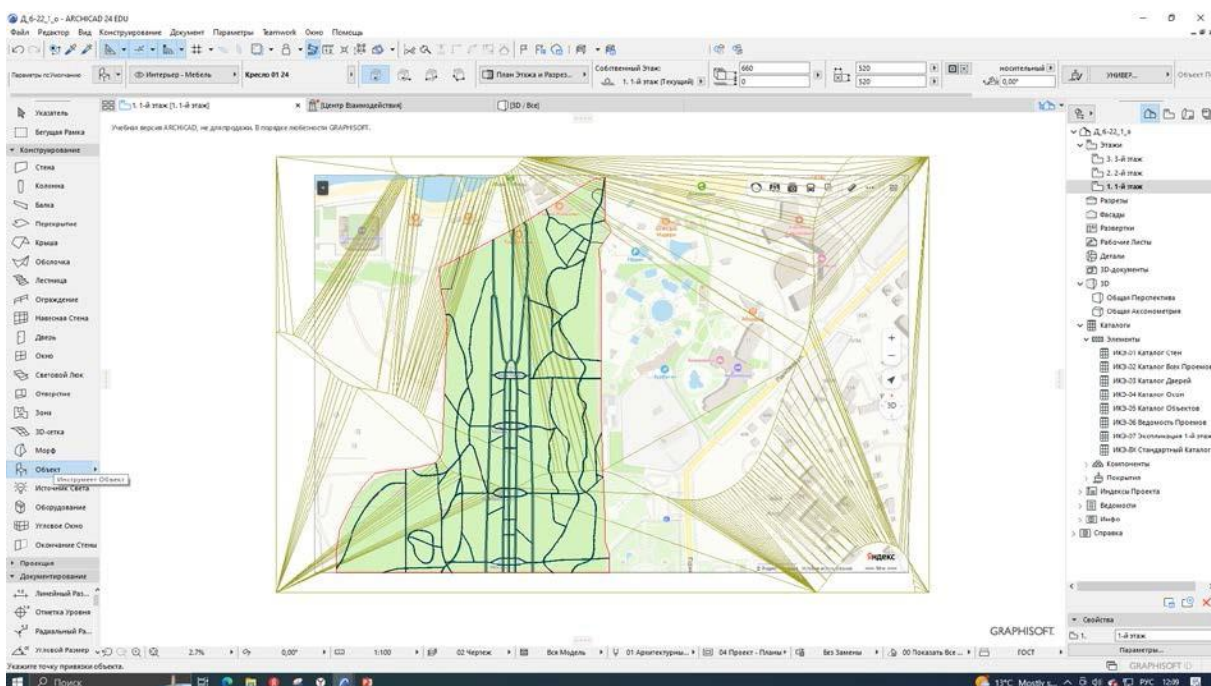


«Золотое покрывало» нам больше не нужно. Удалять его нельзя, так как оно обеспечивает подрезку балок, поэтому, переместим его в скрытый слой.

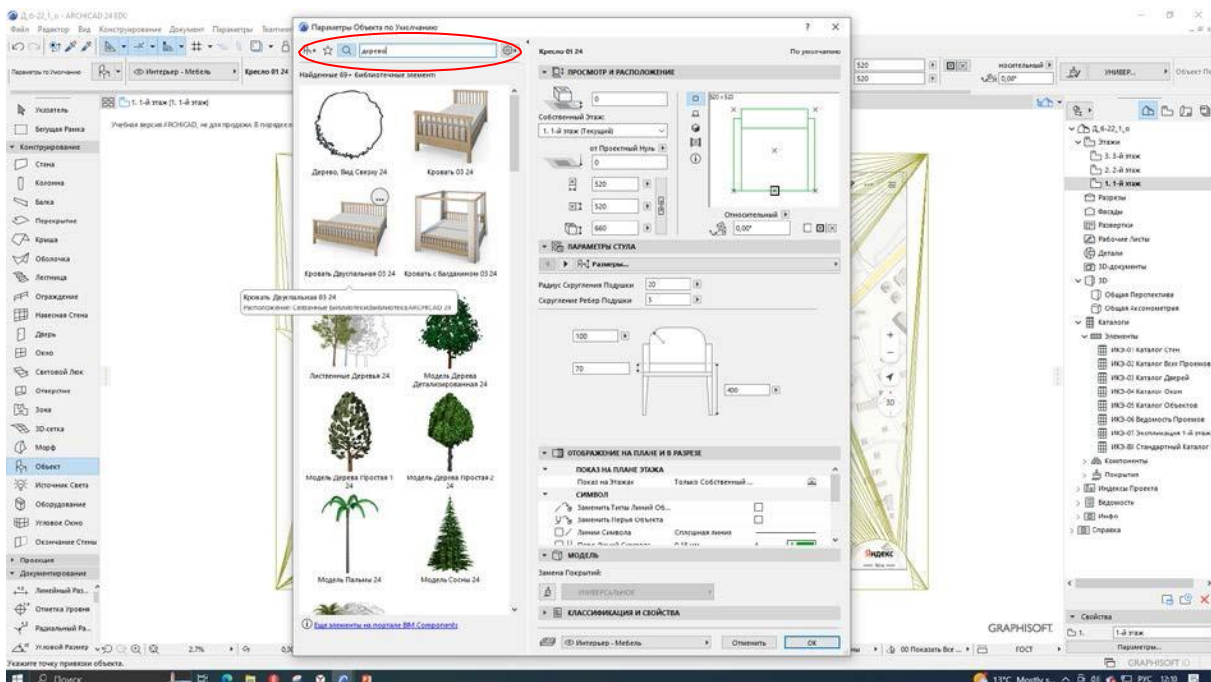


Теперь у нас готов рельеф парка с наложенными транзитными путями.

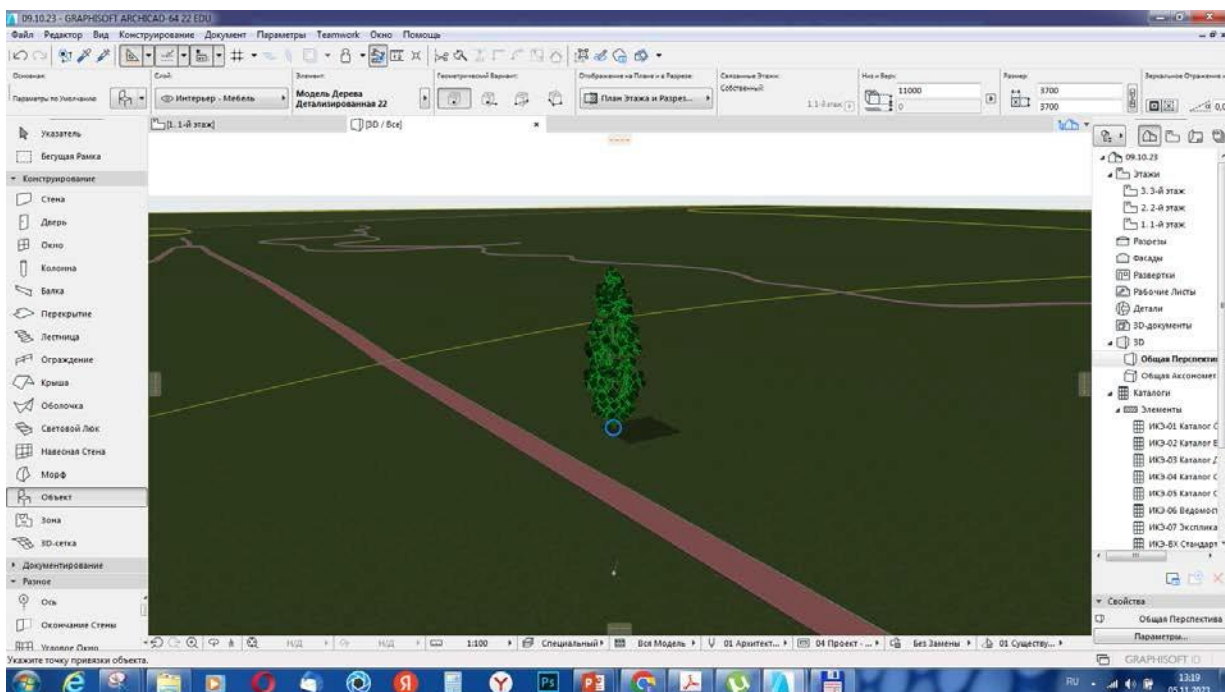
Раздел 5. СЛОЙ 4 «ОЗЕЛЕНЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ И СЛОЙ МАФА»



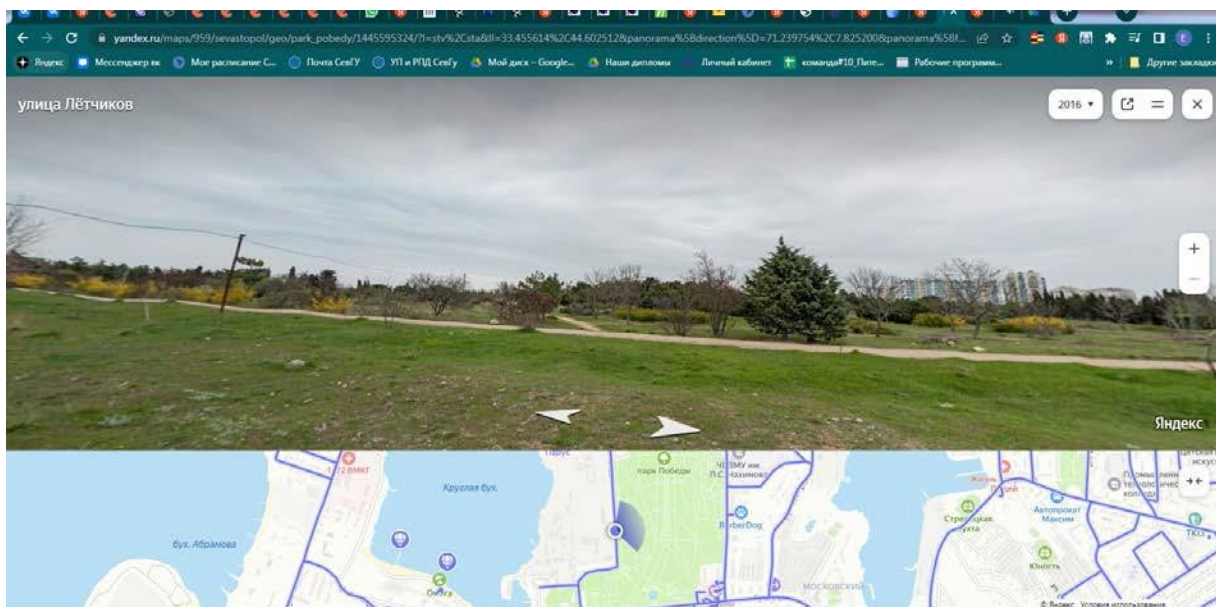
Приступим к работе с озеленением парка. Для этого воспользуемся инструментом «Объект».



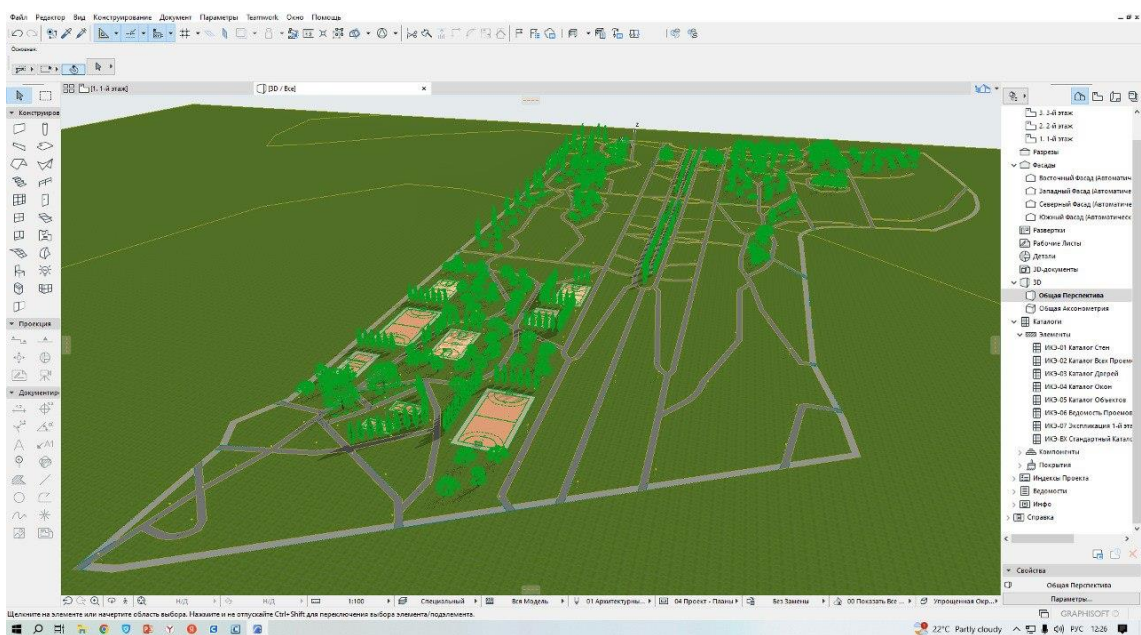
В строке поиска вводим название нужного объекта, например, «дерево», «куст» или «Tree» и т.д.



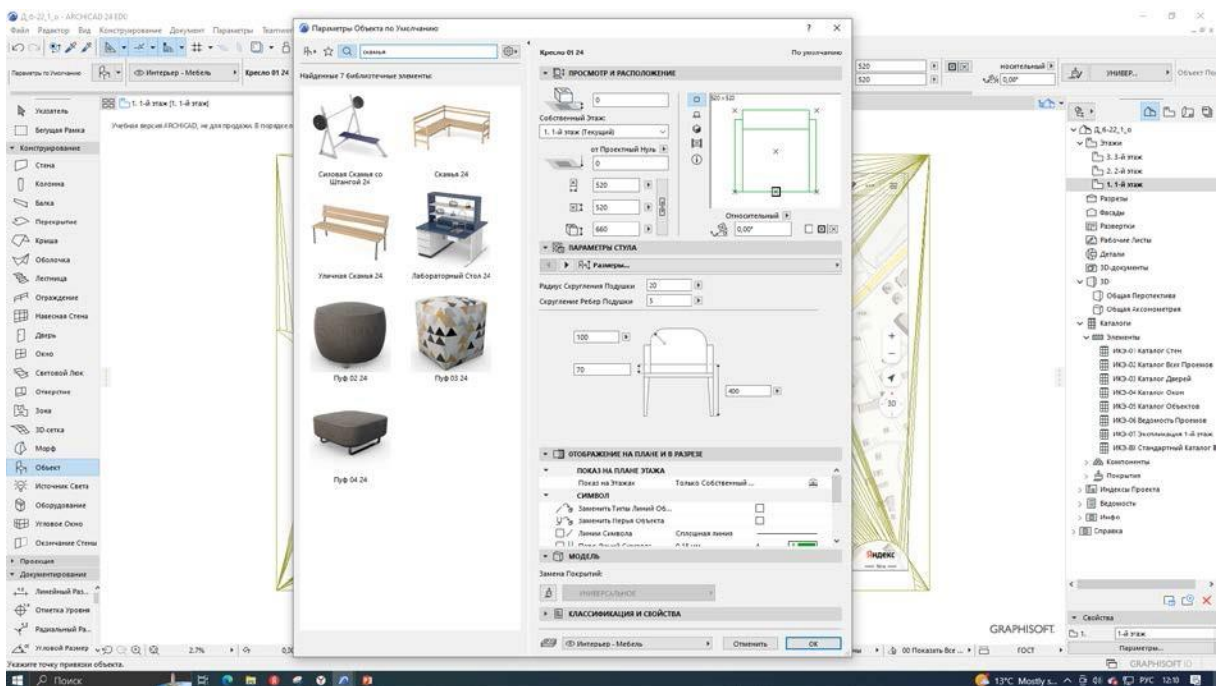
Расстановку озеленения следует проводить в окне «3D модель» для того, чтобы объект устанавливался строго на уровень отметки рельефа.



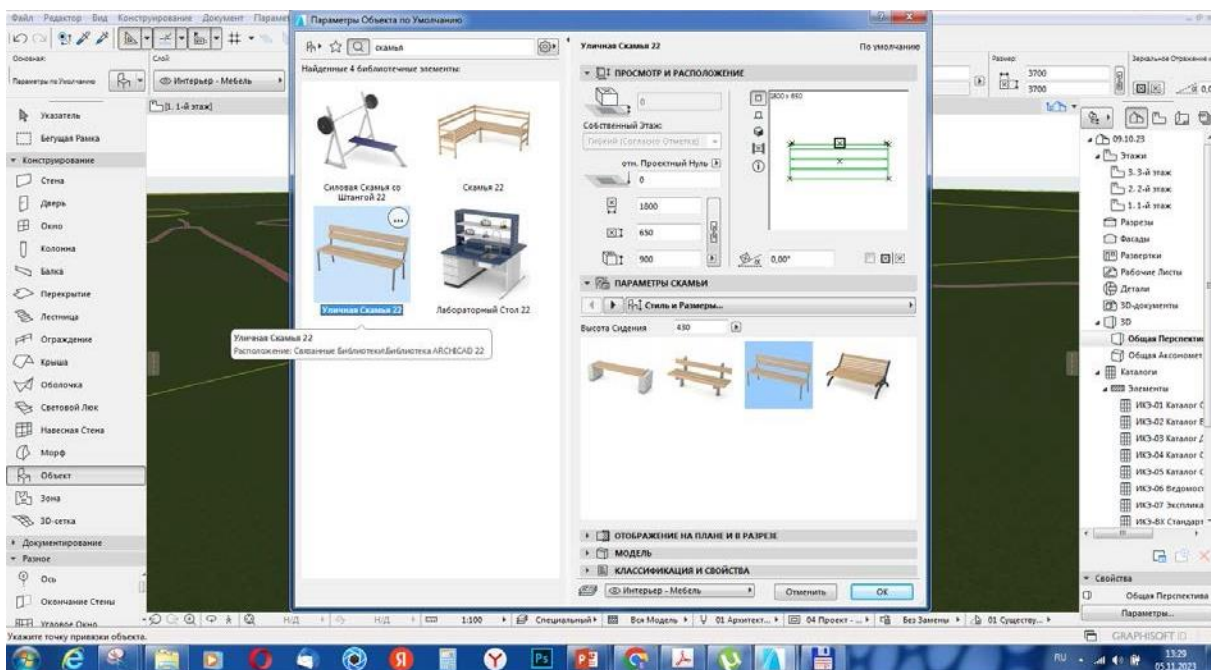
Расстановку озеленения выполняем опираясь на вкладку «панорама» и «аэросъемка» в ресурсе «Яндекс. Карты».



Готова модель рельефа с транзитными путями и рассадкой озеленения.

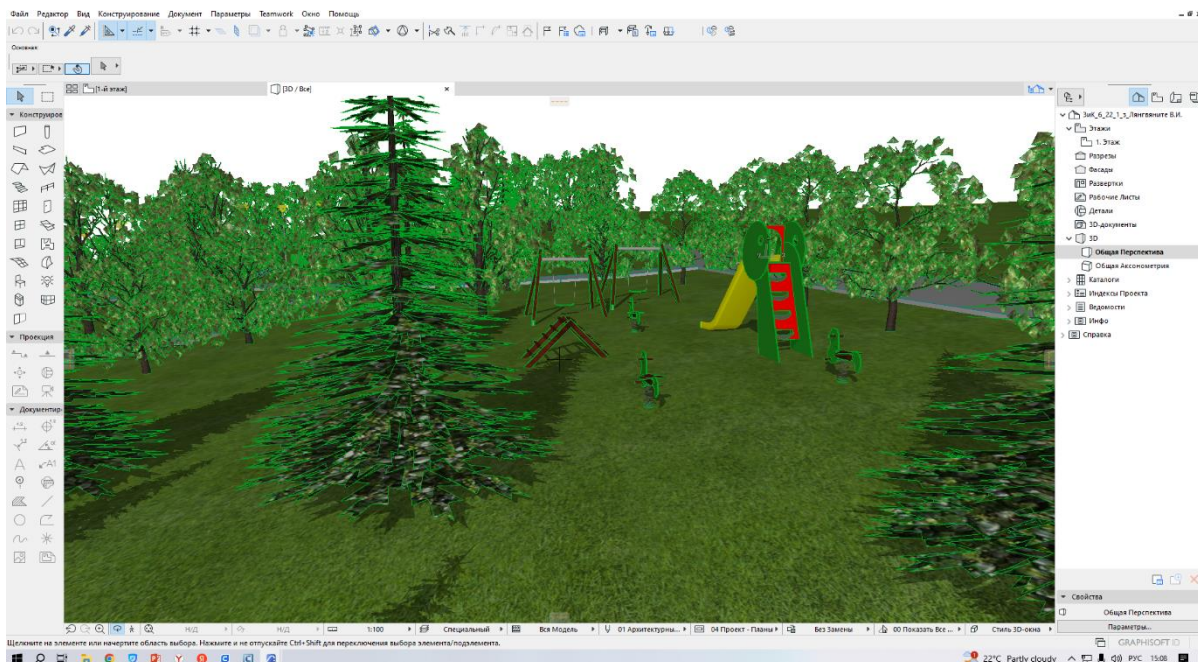


Когда озеленение готово, то выставляем все МАФы

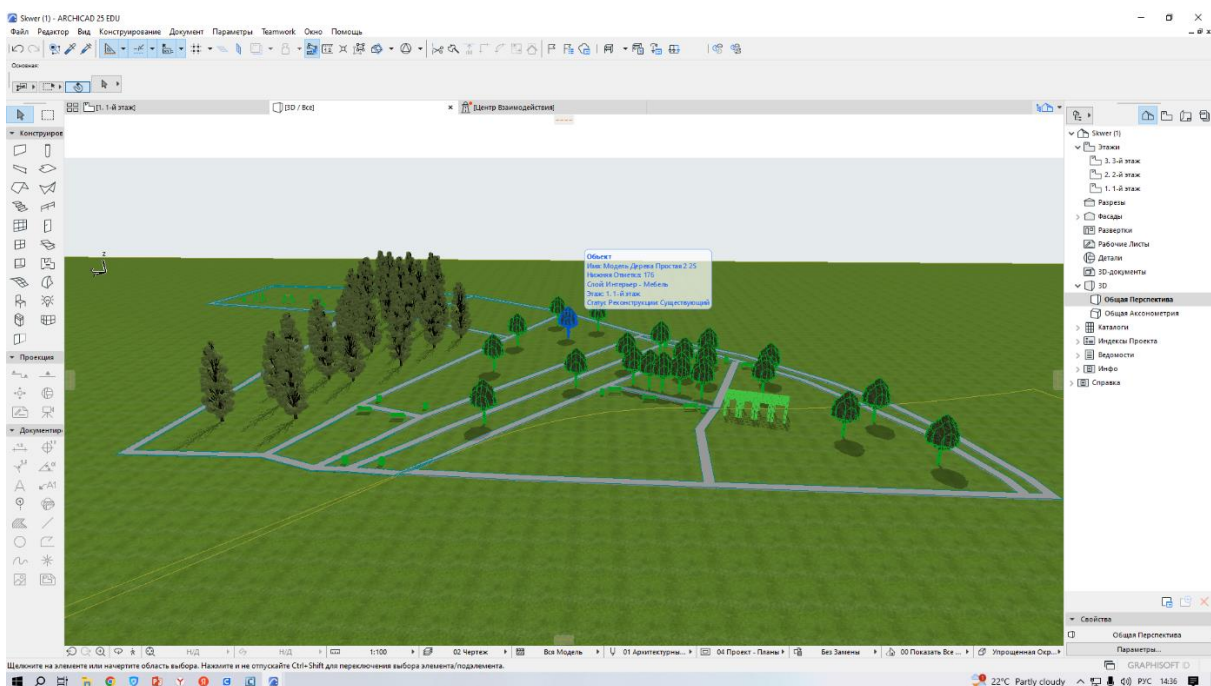


В строке поиска вводим название предмета, который интересует. Следует пробовать поиск как на русском, так и на английском языке. Расстановку МАФов также ведем в 3D-окне.

Итак, расстановка МАФ закончена. Находим лучший ракурс. Работа завершена.

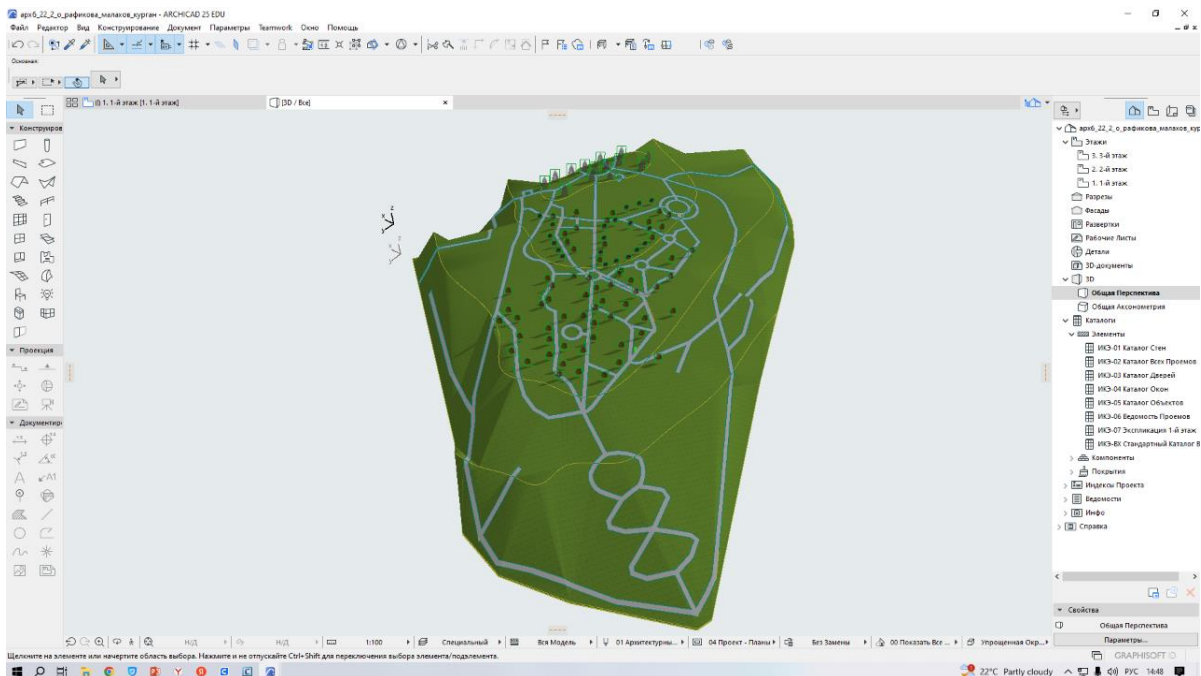


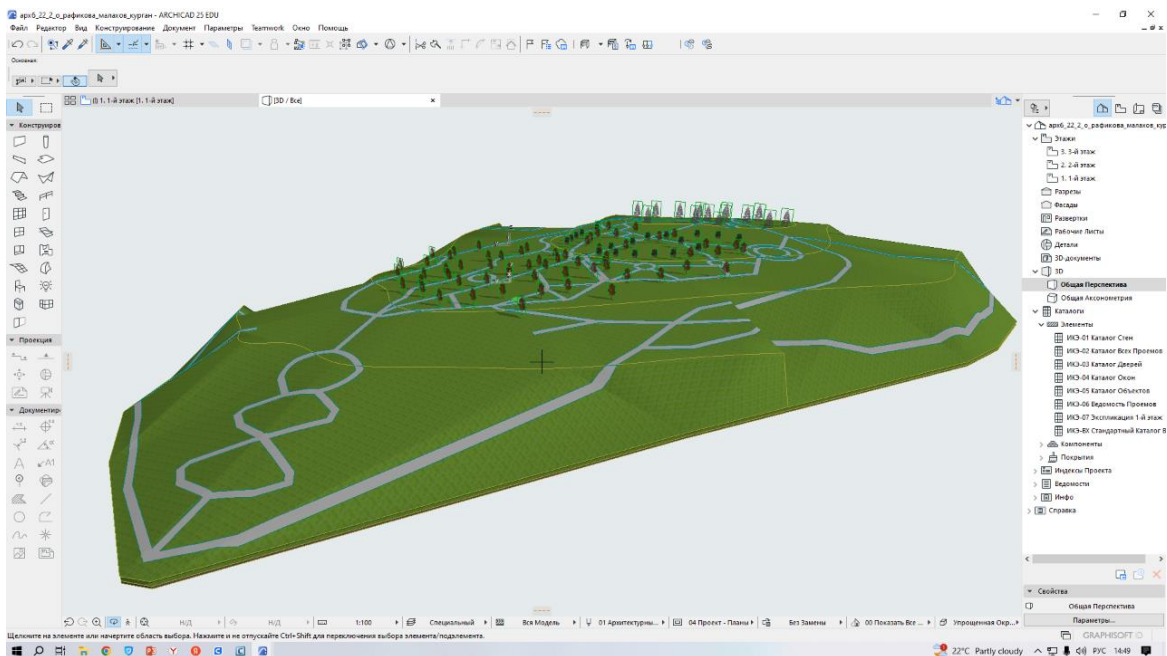
Раздел 6. ПРИЛОЖЕНИЯ



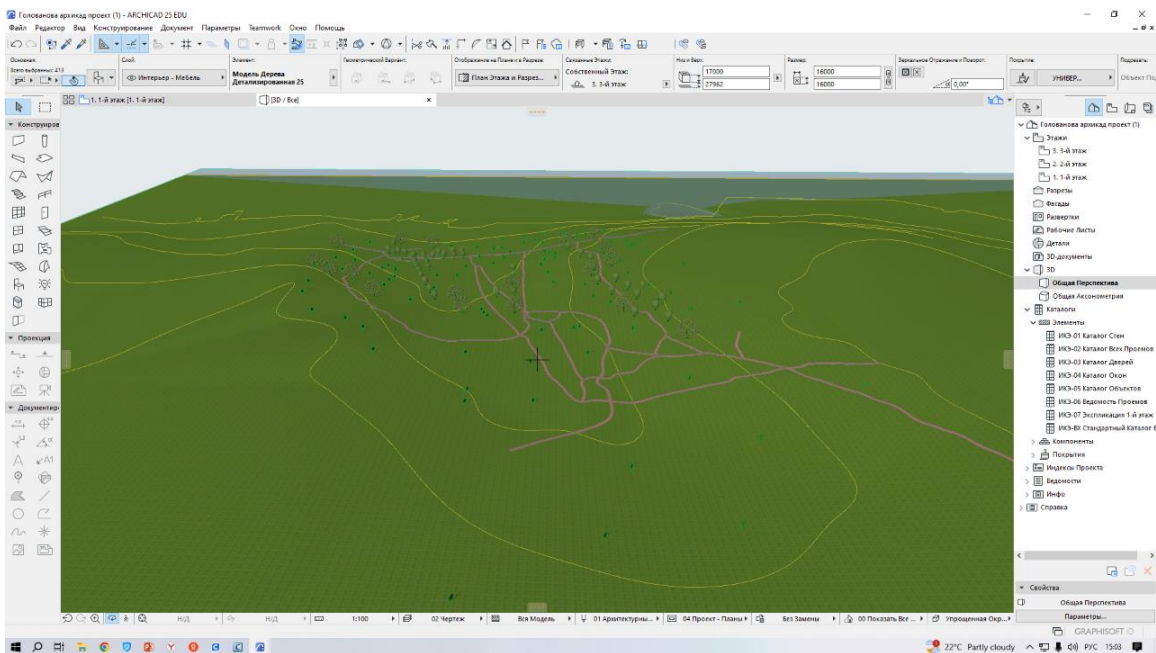
Пример выполненной работы. г. Севастополь, территория сквера Воинов-интернационалистов.

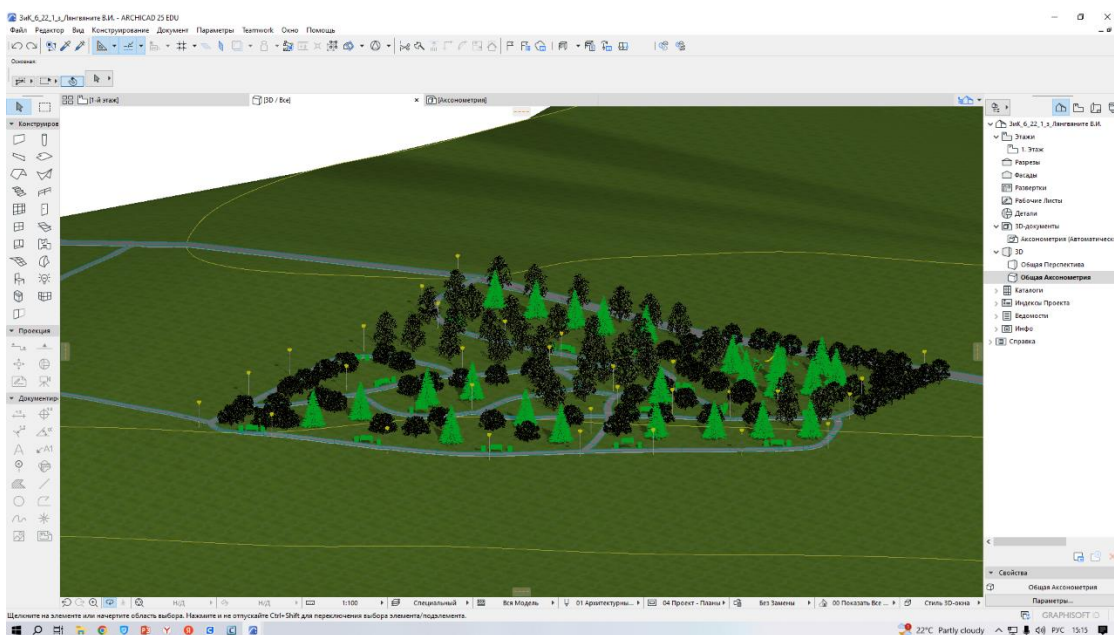
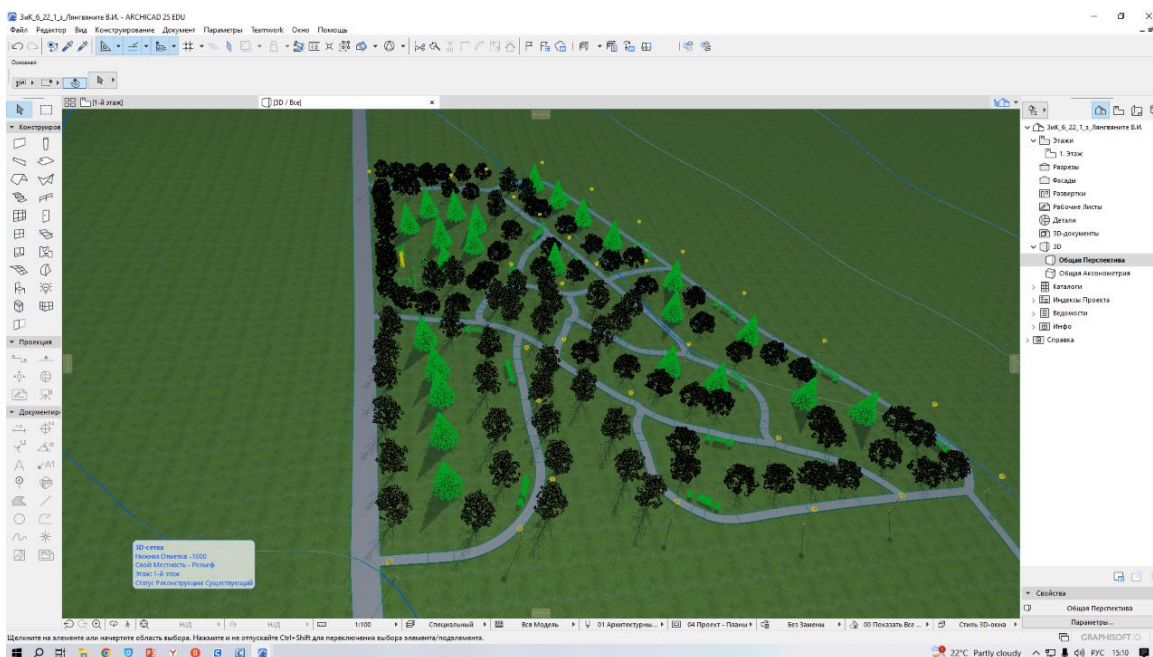
Пример выполненной работы. г. Севастополь, территория мемориального комплекса «Малахов курган».



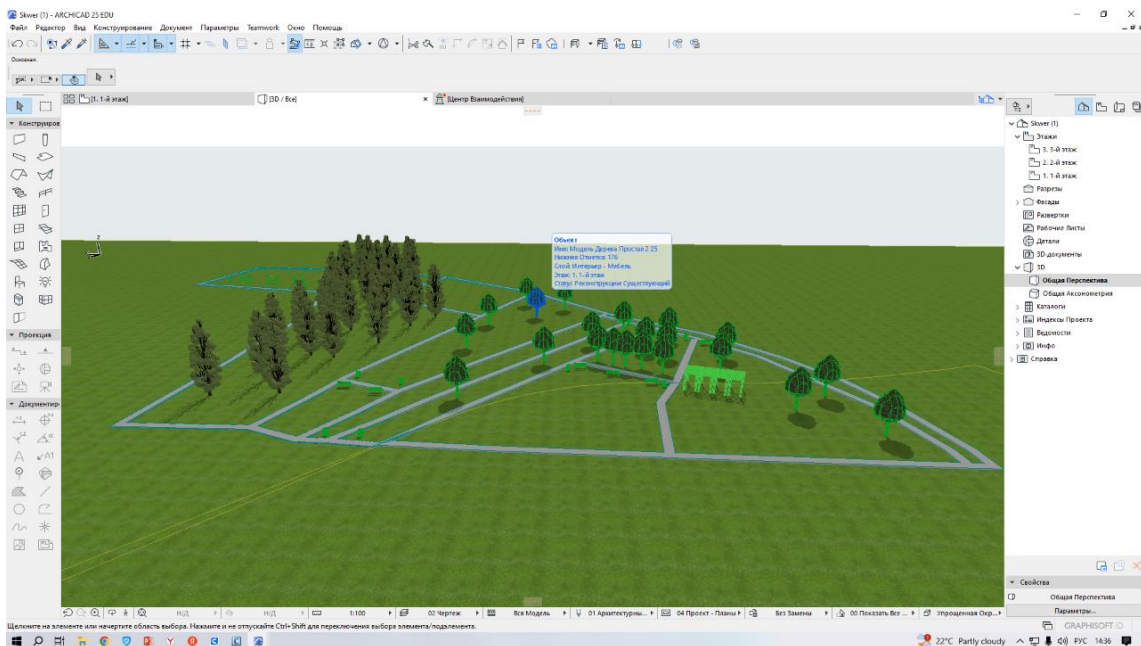


Пример выполненной работы. г. Севастополь, территория мемориального комплекса «Малахов курган».

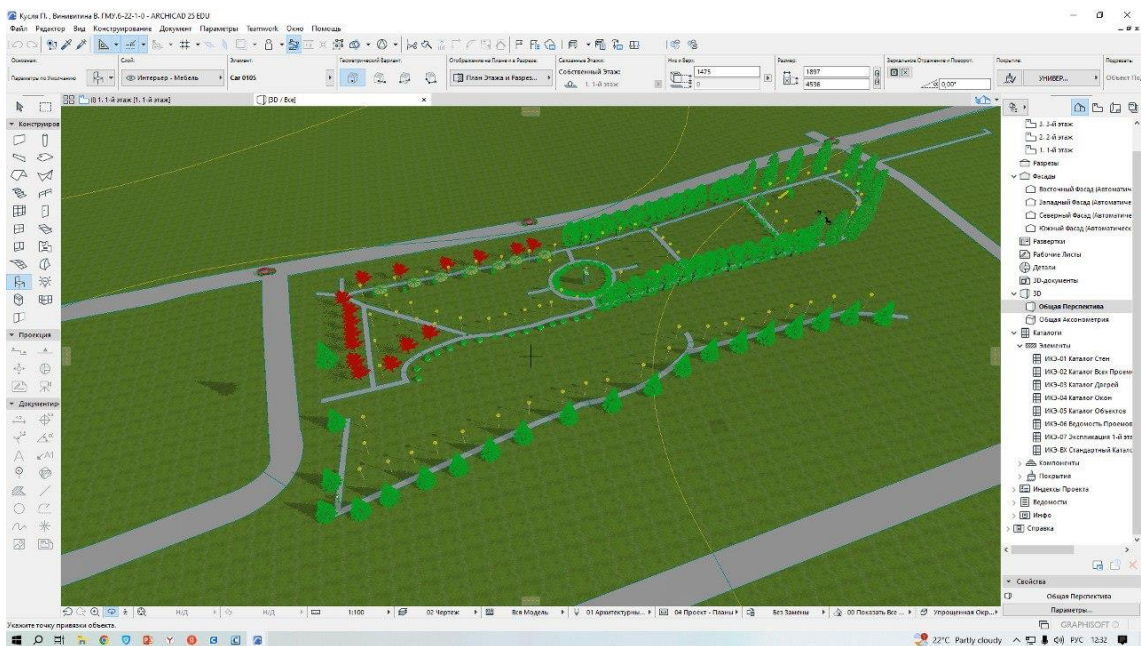




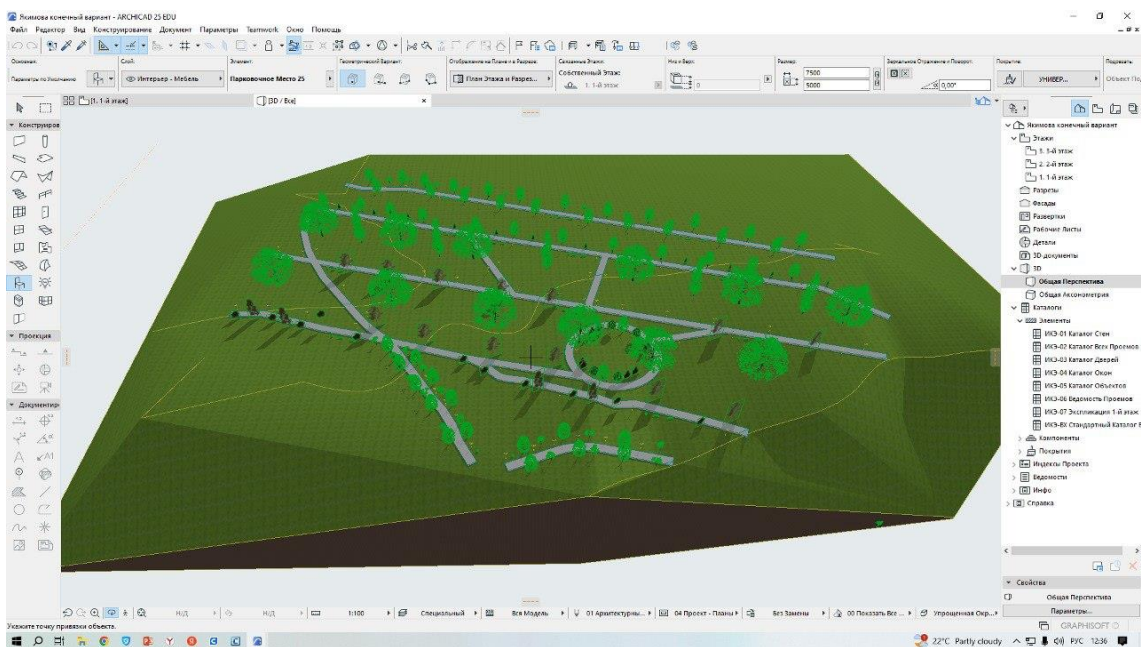
Пример выполненной работы. г. Севастополь, Сквер Корабеля Бутомы



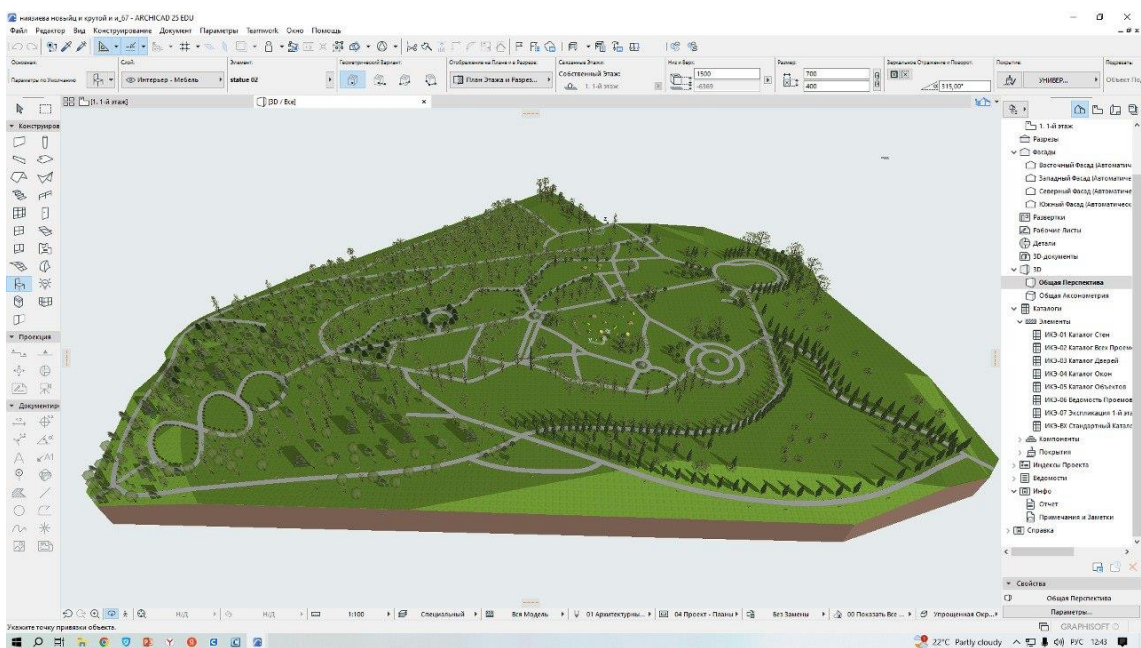
Пример выполненной работы. г. Севастополь, Сквер Севастопольских Курсантов



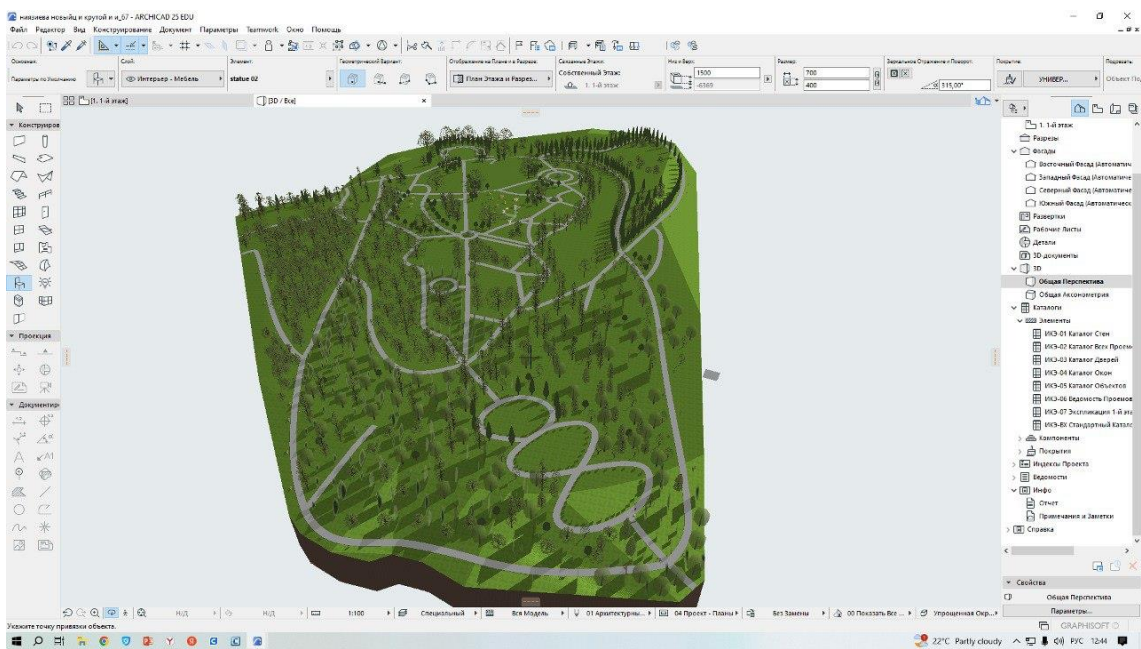
Пример выполненной работы. г. Севастополь, территория Екатерининского сквера



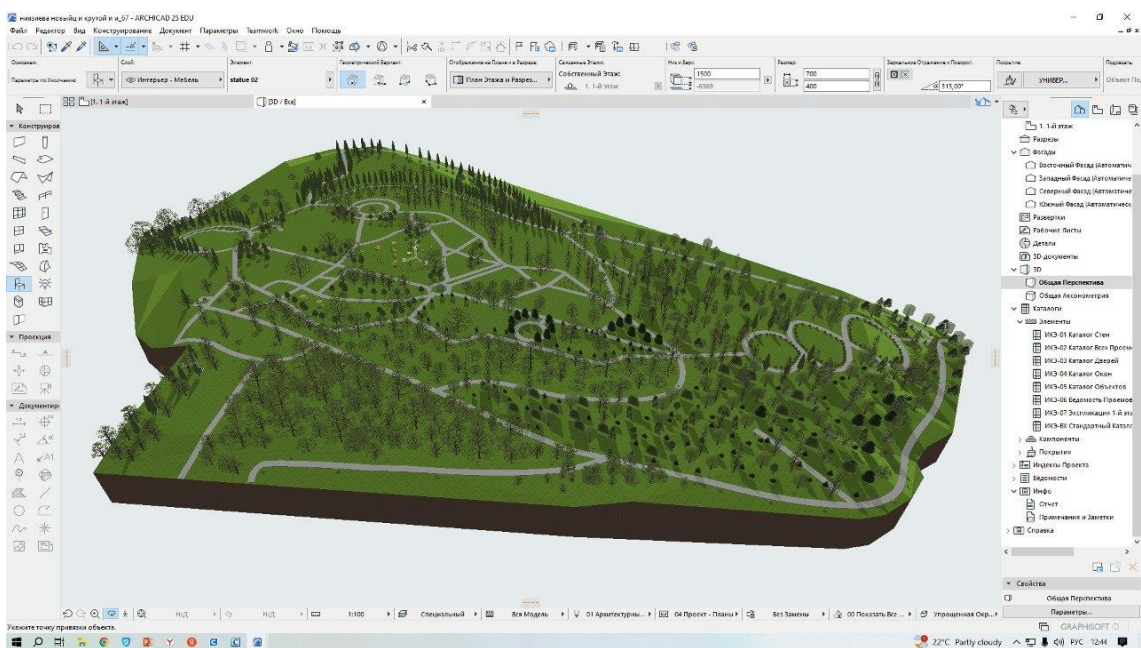
Пример выполненной работы. г. Севастополь, территория Парка 35 лет Победы



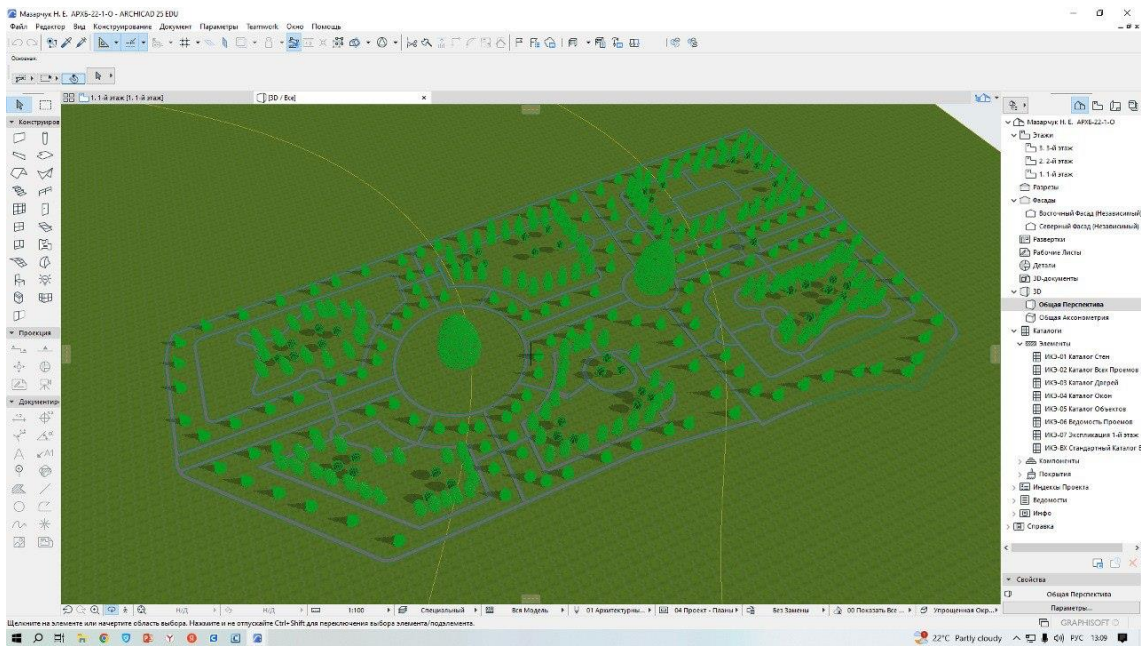
Пример выполненной работы. г. Севастополь, территория Мемориального комплекса Малахов курган.



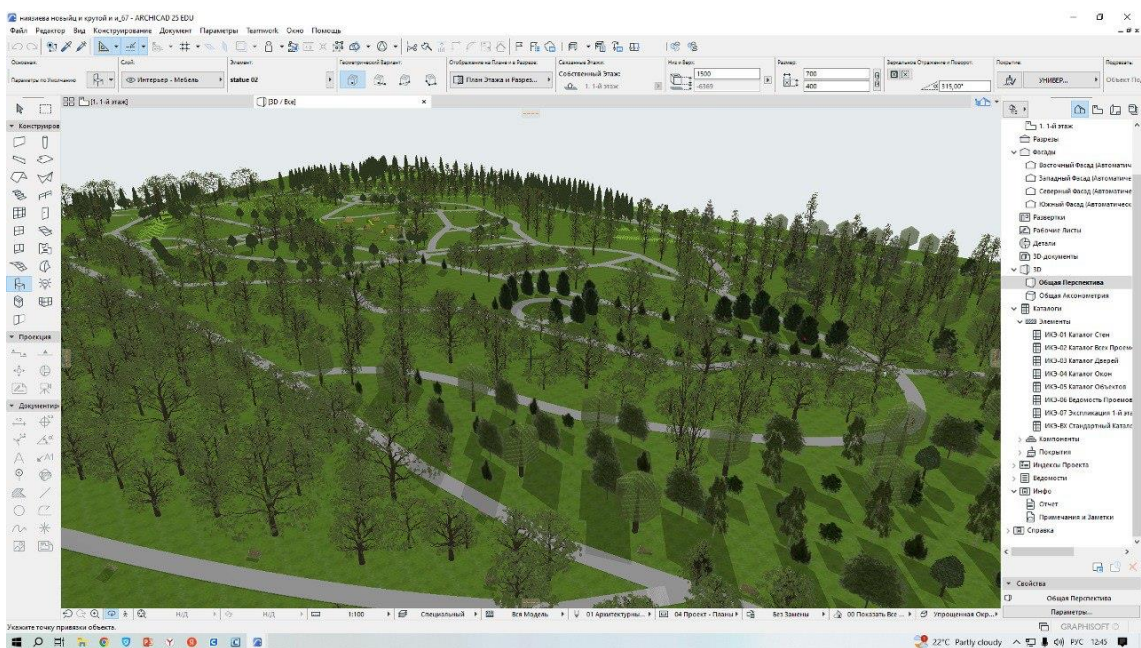
Пример выполненной работы. г. Севастополь, территория Мемориального комплекса Малахов курган.



Пример выполненной работы. г. Севастополь, территория Мемориального комплекса Малахов курган



Пример выполненной работы. г. Севастополь, территория Сквера героев СВО.



Пример выполненной работы. Расстановка озеленения.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция построения цифрового двойника города / Иванов С. А., Никольская К. Ю., Радченко Г. И., Соколинский Л. Б., Цымблер М. Л. — DOI: 10.14529/cmse200401 // Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика. — 2020. — Т. 9, № 4. — С. 5–23.
2. Талапов, В. В. Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий : учебник / В. В. Талапов. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 411 с.
3. Талапов, В. В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий : практическое руководство / В. В. Талапов. — 5-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 394 с.

У ч е б н о е и з д а н и е

**Липка В. М.
Матвеева М.В.
Преображенская Е. М.
Рапацкий Ю. Л.
Форемная А. А.**

**ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ
ОБЩЕСТВЕННОГО
ПРОСТРАНСТВА ГОРОДА**

Учебно-методическое пособие

В авторской редакции

Изд. № 225/2023. Объем 3,5 п.л. Усл. печ. л. 3,25. Уч.-изд. л. 3,43.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»