

DOI: 10.32517/2221-1993-2025-24-1-26-38

**Н. В. Климина***победитель конкурса ИНФО-2024 в номинации**«40 лет школьной информатике: Дополнительное образование в области информатики и информационных технологий»,**Средняя общеобразовательная школа № 6 имени Героя Советского Союза В. Н. Банцеева,**г. о. Сызрань, Самарская область, Россия*

ВОКСЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НА БАЗЕ СРЕДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ MAGICAVOXEL*

Аннотация

В статье приводится обоснование необходимости знакомства школьников с технологией воксельного моделирования, описывается возможность применения среды воксельного моделирования MagicaVoxel для обучения основам воксельного моделирования школьников на занятиях внеурочной деятельности в школе и на занятиях детских технопарков «Кванториум», приведено описание нескольких авторских практических работ по воксельному моделированию, охватывающих наиболее применяемые инструменты среды моделирования. Методические разработки в виде практических работ будут полезны учителям, преподающим моделирование в школе, для проведения занятий с использованием среды воксельного моделирования MagicaVoxel со II по XI класс. Обучение основам воксельного моделирования на базе данной методической разработки будет способствовать формированию у учащихся навыков трехмерного моделирования вокселями, умения применять информационные технологии для решения творческих задач.

Ключевые слова: моделирование, воксельное моделирование, воксель, шейдер, рендеринг, модель, форма, MagicaVoxel.

Информация об авторе

Климина Наталья Владимировна, учитель информатики, средняя общеобразовательная школа № 6 имени Героя Советского Союза В. Н. Банцеева, г.о. Сызрань, Самарская область, Россия; *e-mail*: natklimina@yandex.ru

1. Введение

Воксельное моделирование — это воскрешение забытого подхода в создании трехмерных объектов и пространств, который основывается на использовании **вокселей** — трехмерных аналогов пикселей. Каждый воксель представляет собой кубическую единицу объема, что позволяет детализировать модели на уровне, недоступном при традиционном полигональном моделировании. Это особенно актуально в таких областях, как архитектура, игры и научные визуализации, где важно передать сложные структуры и формы. Незаслуженно забытым данный перспективный метод представления

моделей оказался из-за небольших аппаратно-вычислительных мощностей компьютеров в 90-х годах прошлого столетия. В играх того времени вокселизировали ландшафты или малые объекты, которые планировалось реалистично разрушить. Воксельная модель требовала много ресурсов памяти, и выгоднее было использовать менее требовательные к ресурсам полигональные модели. В настоящее время возможности компьютерной техники позволяют создавать частично вокселизированные мобильные игры и компьютерные игры. Пять лет назад появилась первая полностью воксельная компьютерная игра, а десять лет назад воксели стали применяться в киноиндустрии. Цифровые художники

* Материалы к статье можно скачать на сайте ИНФО: http://infojournal.ru/journals/school/school_01-2025/

N. V. Klimina

School 6 named after Hero of the Soviet Union V. N. Bantsekin, Syzran, Samara Region, Russia

VOXEL MODELING BASED ON THE MAGICAVOXEL MODELING ENVIRONMENT

Abstract

The article provides a rationale for introducing schoolchildren to voxel modeling technology, describes the possibility of using the MagicaVoxel modeling environment to teach schoolchildren the basics of voxel modeling during extracurricular activities at school and during classes at the Quantorium children's technology parks, and describes several original practical works on voxel modeling, covering the most commonly used tools of the modeling environment. Methodological developments in the form of practical works will be useful for teachers teaching modeling at school, for conducting classes using the MagicaVoxel voxel modeling environment from 2nd to 11th grade. Teaching the basics of voxel modeling based on this methodological development will help students develop skills in three-dimensional voxel modeling, and the ability to apply information technology to solve creative problems.

Keywords: modeling, voxel modeling, voxel, shader, rendering, model, shape, MagicaVoxel.

Information about the author

Natalia V. Klimina, informatics teacher, School 6 named after Hero of the Soviet Union V. N. Bantsekin, Syzran, Samara Region, Russia; *e-mail*: natklimina@yandex.ru

современности полюбили воксель-арт за приятную эстетичность созданных моделей. Поэтому в последнее время технология воксельной графики стала невероятно популярной у дизайнеров, цифровых художников и просто творческих людей [1, 7–10, 14, 19].

У данной цифровой технологии колоссальное будущее, связанное с виртуальной реальностью. Развитием воксельной графики будут заниматься сегодняшние школьники. Задача учителя — обеспечить вхождение будущих моделлеров в техническое творчество, развивать интеллектуальную одаренность детей, формировать их интерес в сфере перспективного трехмерного моделирования и заинтересованность в профессиях, связанных с решением графических задач. Таким образом, обучение основам воксельного моделирования наряду с обучением полигональному моделированию является необходимым для формирования личности высокотехнологического общества [3, 5, 11, 12].

Для полноценного изучения воксельного моделирования рекомендовано выделение часов внеурочной деятельности или проведение занятий в технопарках «Кванториум».

Среди представителей сред воксельного моделирования наиболее популярным является Open Source редактор MagicaVoxel. Программа портативна и маловесна, но обладает внушительным функционалом [17, 18]. Скачать архив с дистрибутивом можно по ссылке:

<https://github.com/ephtracy/ephtracy.github.io/releases/tag/0.99.7>

2. Интерфейс и инструменты среды воксельного моделирования MagicaVoxel

Интерфейс среды воксельного моделирования MagicaVoxel разбит на пять вертикальных областей, слева направо в порядке следования (рис. 1):

- палитра;
- панель кистей;
- область Мира с областью моделирования;
- панель редактирования;
- панель работы с проектом.

Рекомендуемые основные навыки, которые необходимо формировать у школьников при создании трехмерных воксельных моделей:

- создание модели из отдельных вокселей (использовать воксельный режим);
- создание модели из плоской и объемной групп вокселей (использовать режим «Геометрия» и воксельный режим);
- создание и редактирование модели, используя режим экструдирования и режим box-моделирования;
- заливка модели цветом: заливка отдельных вокселей, отдельных областей вокселей, заливка всей

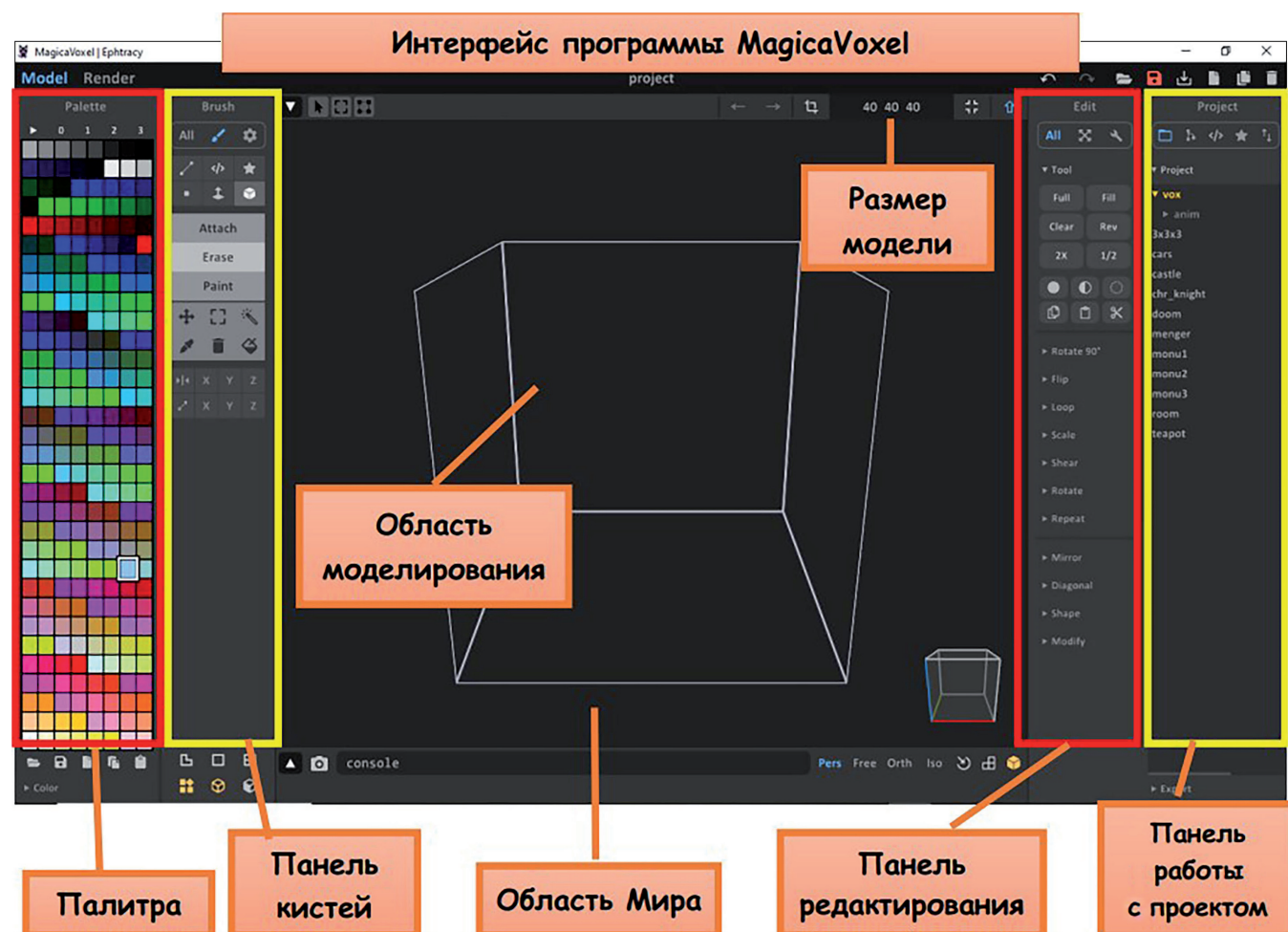


Рис. 1. Интерфейс среды моделирования MagicaVoxel

модели, случайная заливка с использованием нескольких цветов;

- масштабирование моделей;
- отражение модели по осям координат и зеркальное отражение;
- сдвиг модели по осям координат;
- создание моделей с использованием форм;
- наложение материалов и настройка их свойств.

Изучение принципов работы основных инструментов среды моделирования позволит сформировать описанные навыки [1, 14, 18].

Рассмотрим содержание панели кистей.

На рисунке 2 представлены режимы моделирования:

- режим «Геометрия»;
- режим box-моделирования;
- режим экструдирования;
- воксельный режим.

Ниже режимов моделирования идут кисти (рис. 3):

- кисть «Присоединение»;
- кисть «Удаление вокселей»;
- кисть «Раскрашивание».

Ниже кистей расположены режимы «Зеркальная симметрия по осям координат» и «Заполнение вокселями по осям координат» (рис. 4).

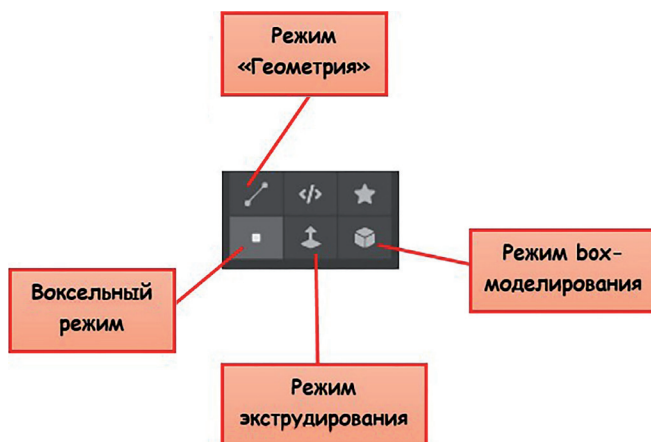


Рис. 2. Режимы моделирования

Для режима «Геометрия» доступна панель свойств. Можно выбрать опцию моделирования линией, квадратом или кругом (рис. 5).

Для воксельного режима доступна панель свойств. Можно выбрать опцию моделирования двумерными или трехмерными группами вокселей, квадратной или круглой формы и число вокселей в группе (рис. 6).

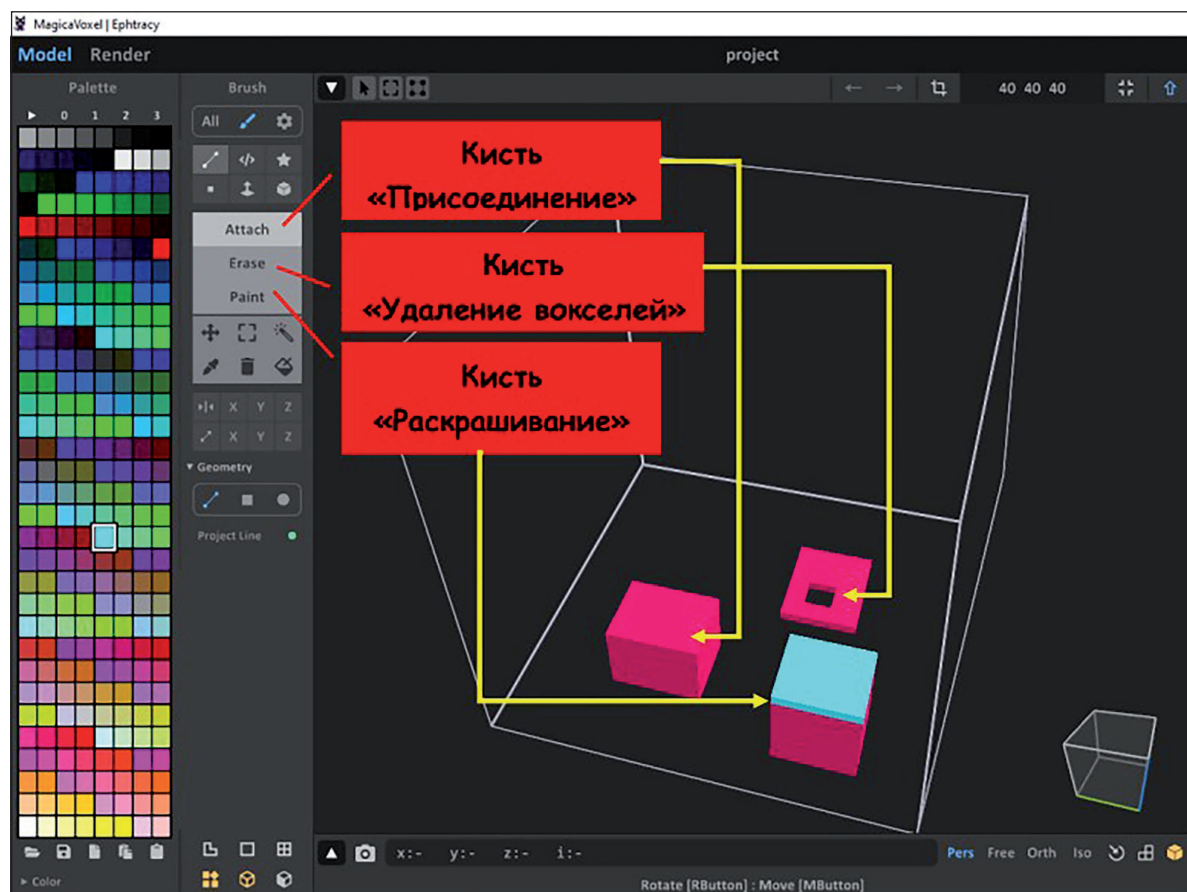


Рис. 3. Кисти



Рис. 4. Режимы зеркальной симметрии и заполнения

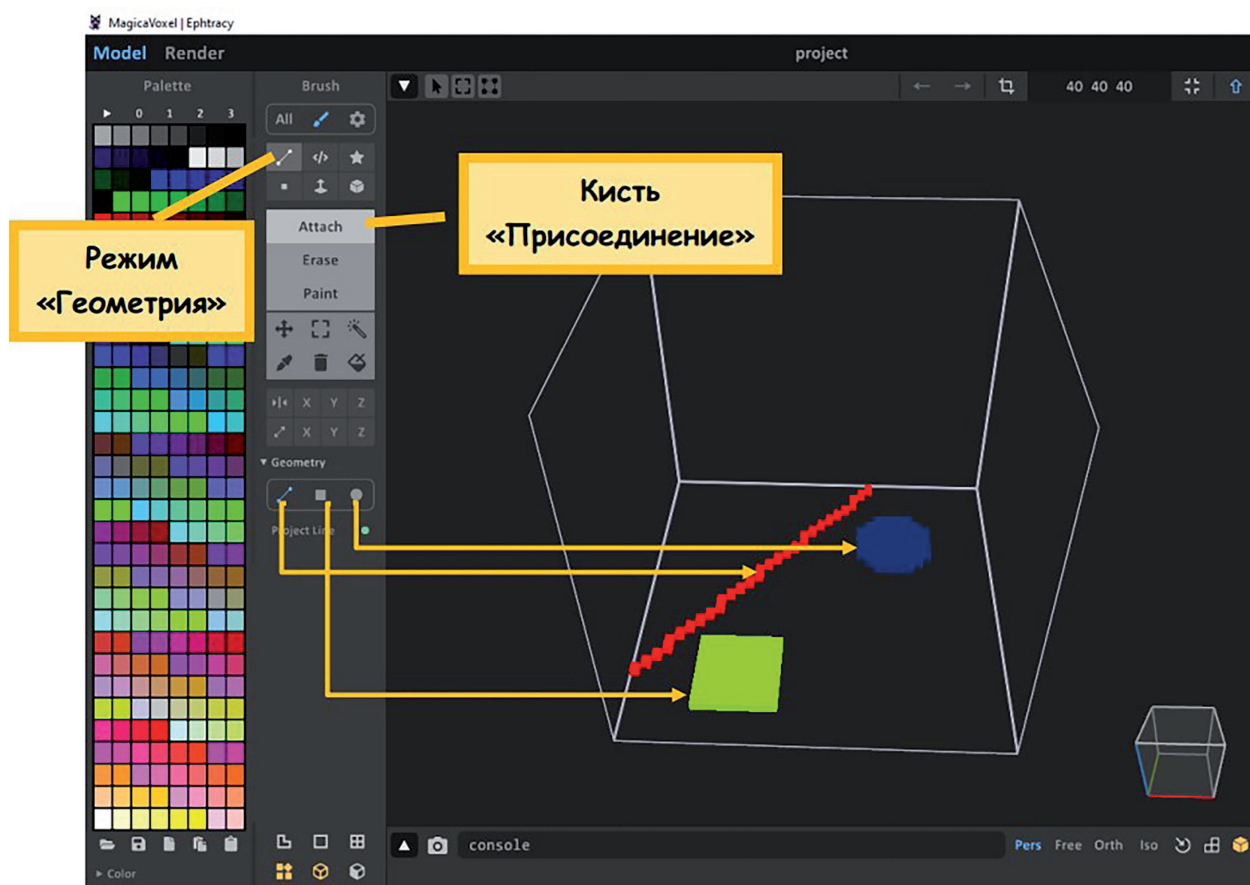


Рис. 5. Панель свойств режима «Геометрия»

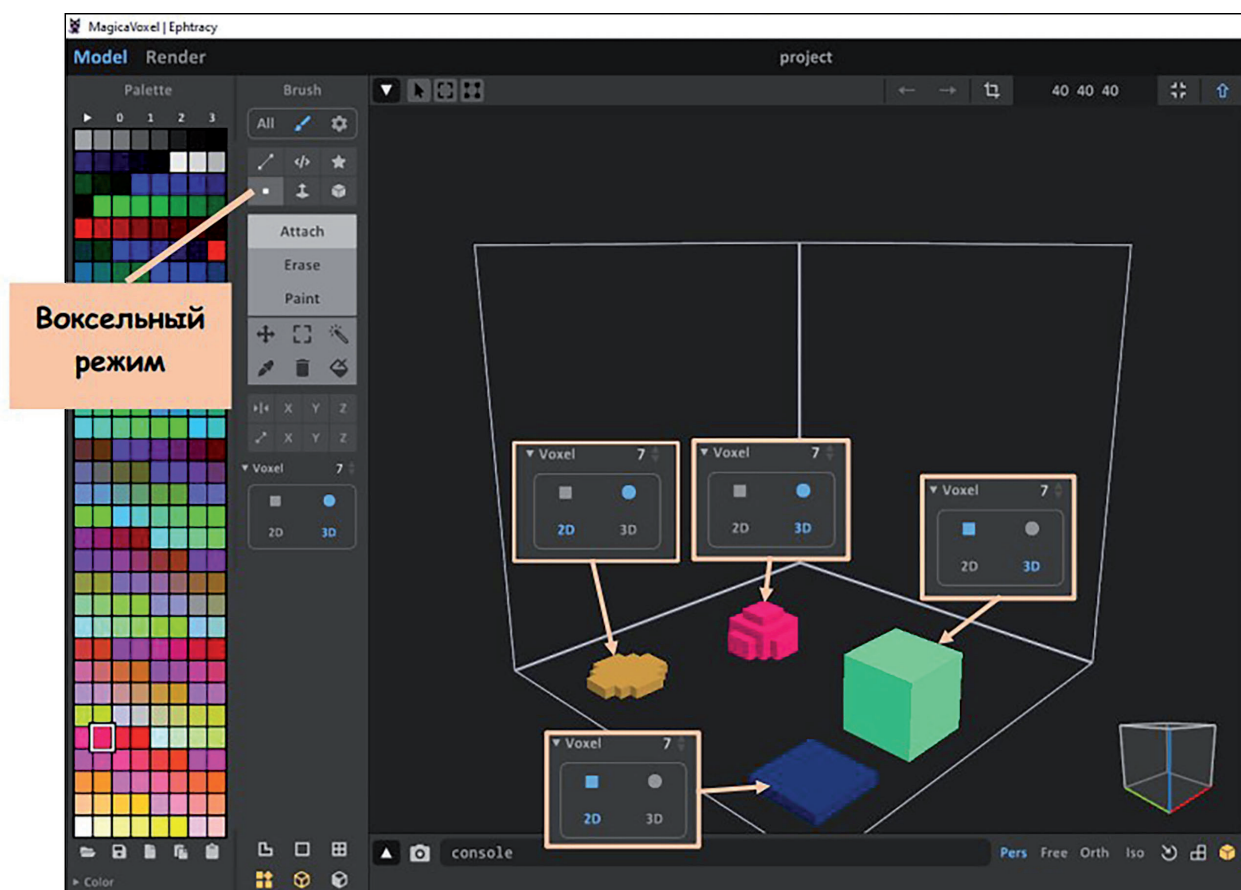


Рис. 6. Панель свойств воксельного режима

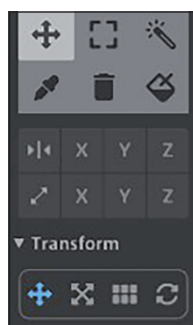


Рис. 7. Инструменты выделения и трансформации

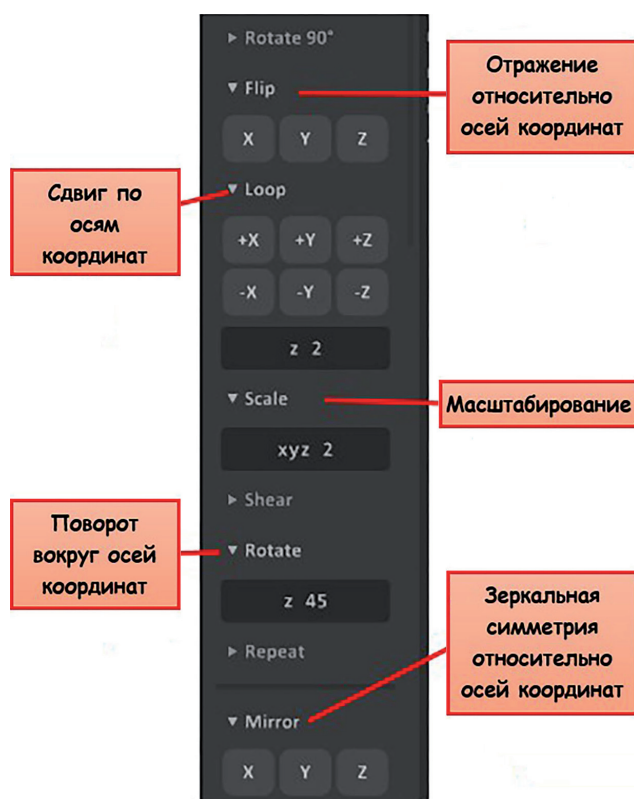


Рис. 8. Инструменты редактирования

Рис. 9. Инструменты редактирования **Формы** и **Модификация**

Для перемещения и выделения модели или ее части представлены инструменты выделения и трансформации. В этой же панели представлены инструменты заливки и удаления выделенной области (рис. 7).

В панели редактирования сверху вниз представлены инструменты редактирования модели (рис. 8).

На той же панели редактирования внизу расположены инструменты **Формы** и **Модификация** (рис. 9).

Еще понадобятся шейдеры, которые представляют собой алгоритмы для автоматизации нескольких действий. Обычно шейдеры для MagicaVoxel пишут на языке программирования C++. Шейдеры можно скачать по ссылке:

<https://github.com/lachlanmcdonald/magicavoxel-shaders/wiki> и в распакованном виде поместить в папку shader [6, 7].

3. Примеры упражнений для отработки навыков моделирования

3.1. «Трасса в пустыне»

Цель: применение режима box-моделирования и экструдирования, кисти заливки вокселей, кисти удаления вокселей и кисти «Присоединение» при создании модели [4, 11, 16].

Ход моделирования:

1. Для очищения зоны моделирования выберем инструмент *Clear* на панели редактирования или нажмем клавишу Del (Delete) на клавиатуре. Выберем цвет песка пустыни в палитре. Создадим область пустыни, используя режим box-моделирования и экструдирования на произвольную высоту и кисть «Присоединение» (рис. 10, 11).
2. Наметим место для трассы, используя режим box-моделирования и кисть удаления вокселей (рис. 12).
3. Заполним подготовленное место для трассы черными вокселями, используя режим box-моделирования и кисть «Присоединение» (рис. 13).
4. Изборозим поверхность пустыни, используя режим box-моделирования и кисть удаления вокселей (рис. 14).
5. Нарисуем разметку на трассе белым цветом, используя режим box-моделирования и кисть заливки вокселей (рис. 15).
6. Отрендерим готовую модель в окне режима Render (рис. 16).

3.2. «Горный водопад»

Цель: применение воксельного режима, режима «Геометрия», материала Glass при создании модели [2, 6, 13, 15].

Ход моделирования:

1. Установим размер области создания модели: 200 256 256. Выберем режим «Геометрия», опцию *круг*. Выберем кисть «Присоединение» и создадим однослойную водную поверхность цветом предполагаемой воды (рис. 17).

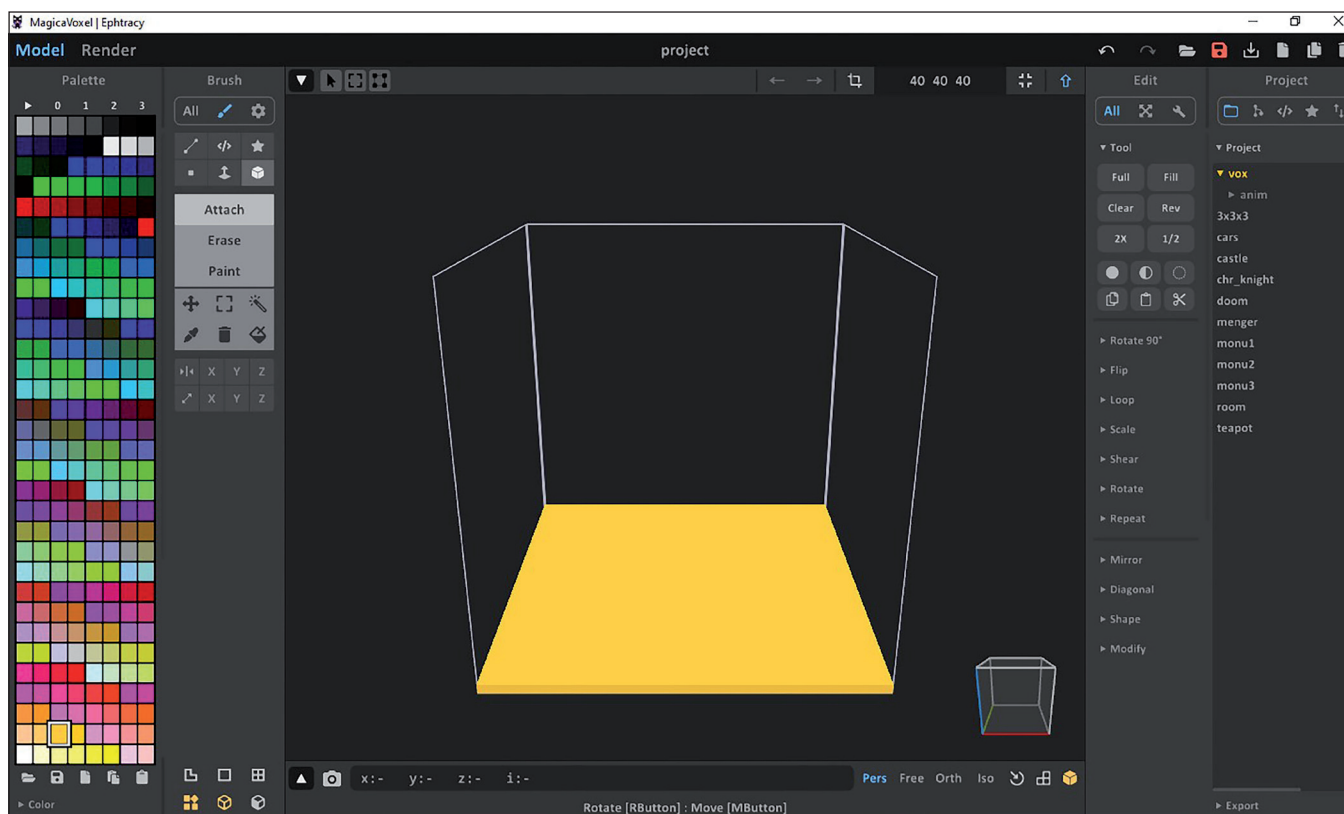


Рис. 10. Решение задачи 3.1. Создание области пустыни.
Применение режима vox-моделирования и кисти «Присоединение» (шаг 1)

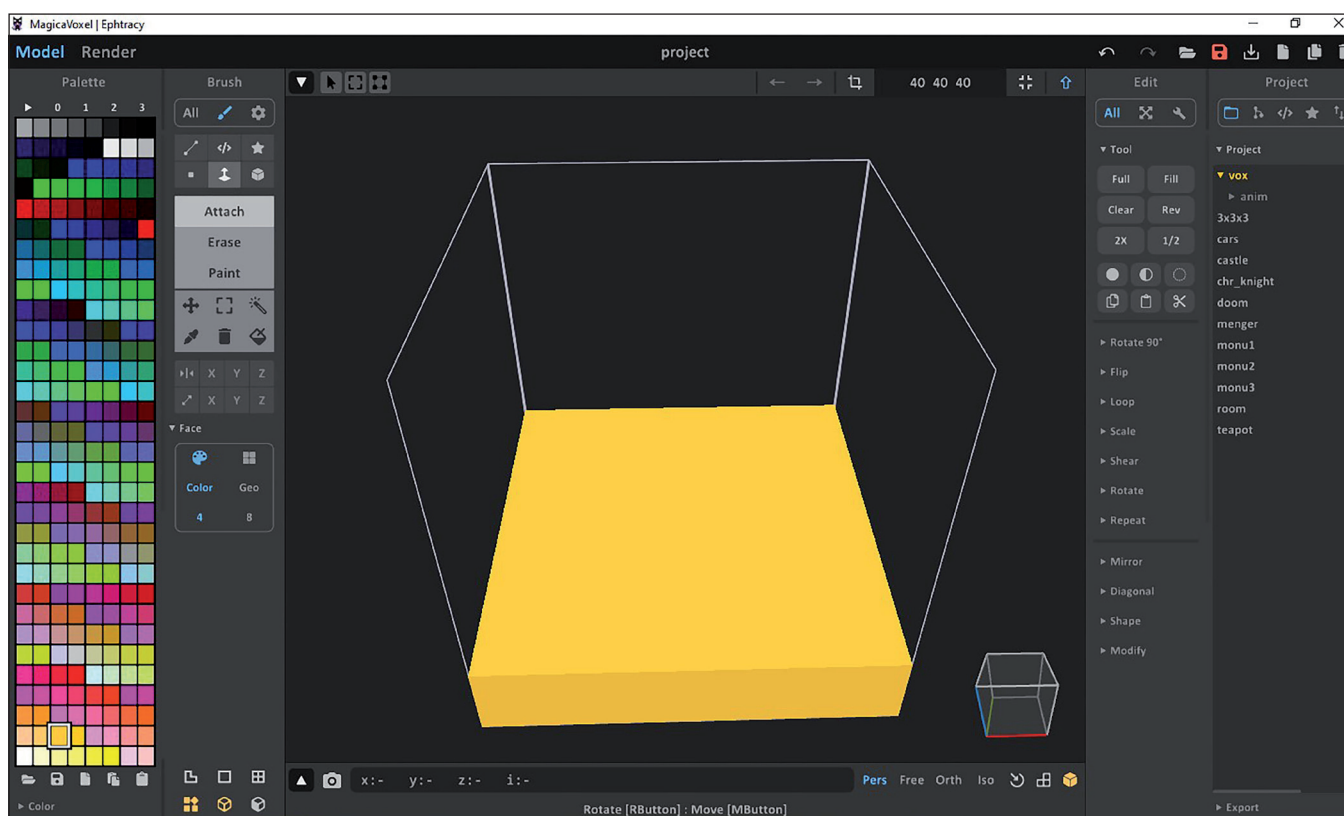


Рис. 11. Решение задачи 3.1. Создание области пустыни.
Применение режима экструдирования и кисти «Присоединение» (шаг 2)

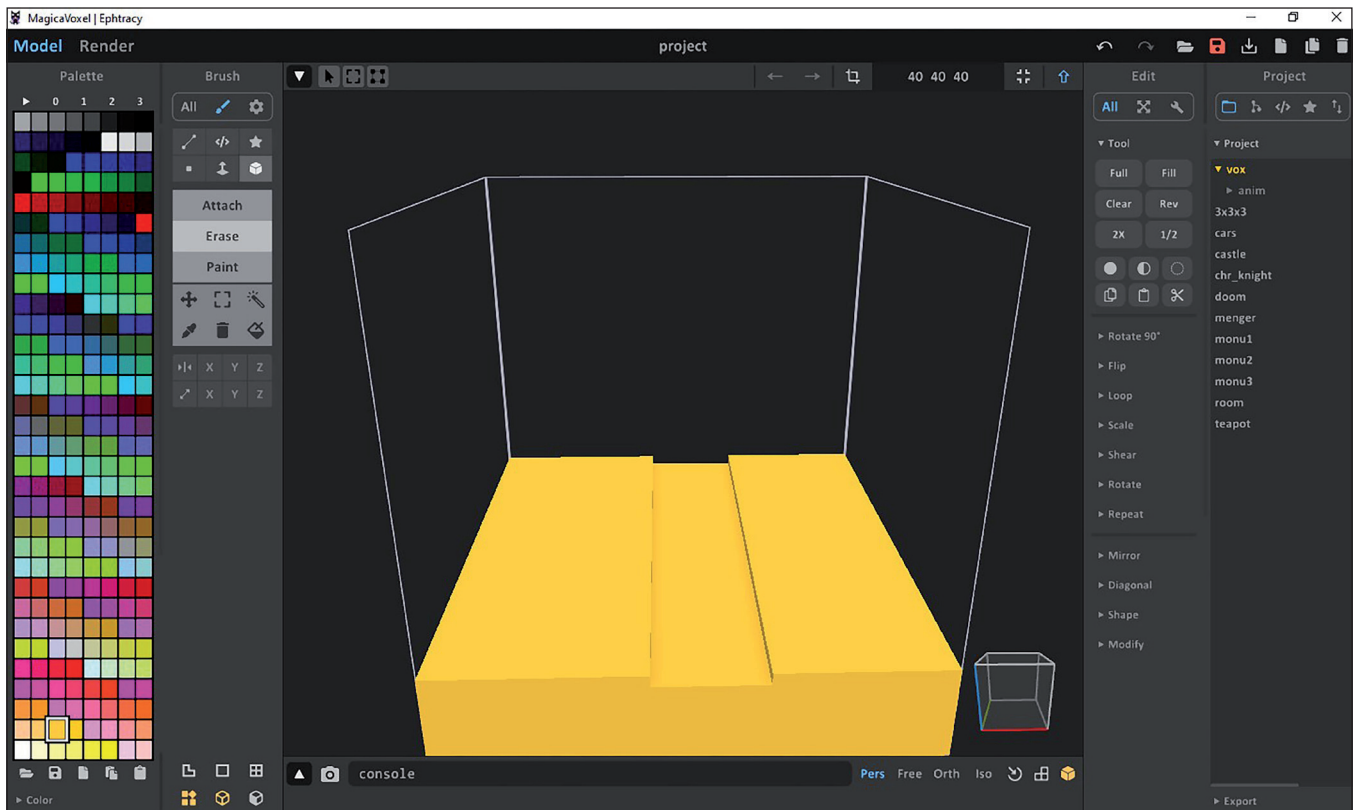


Рис. 12. Решение задачи 3.1. Создания места для трассы.
Применение режима vox-моделирования и кисти удаления вокселей

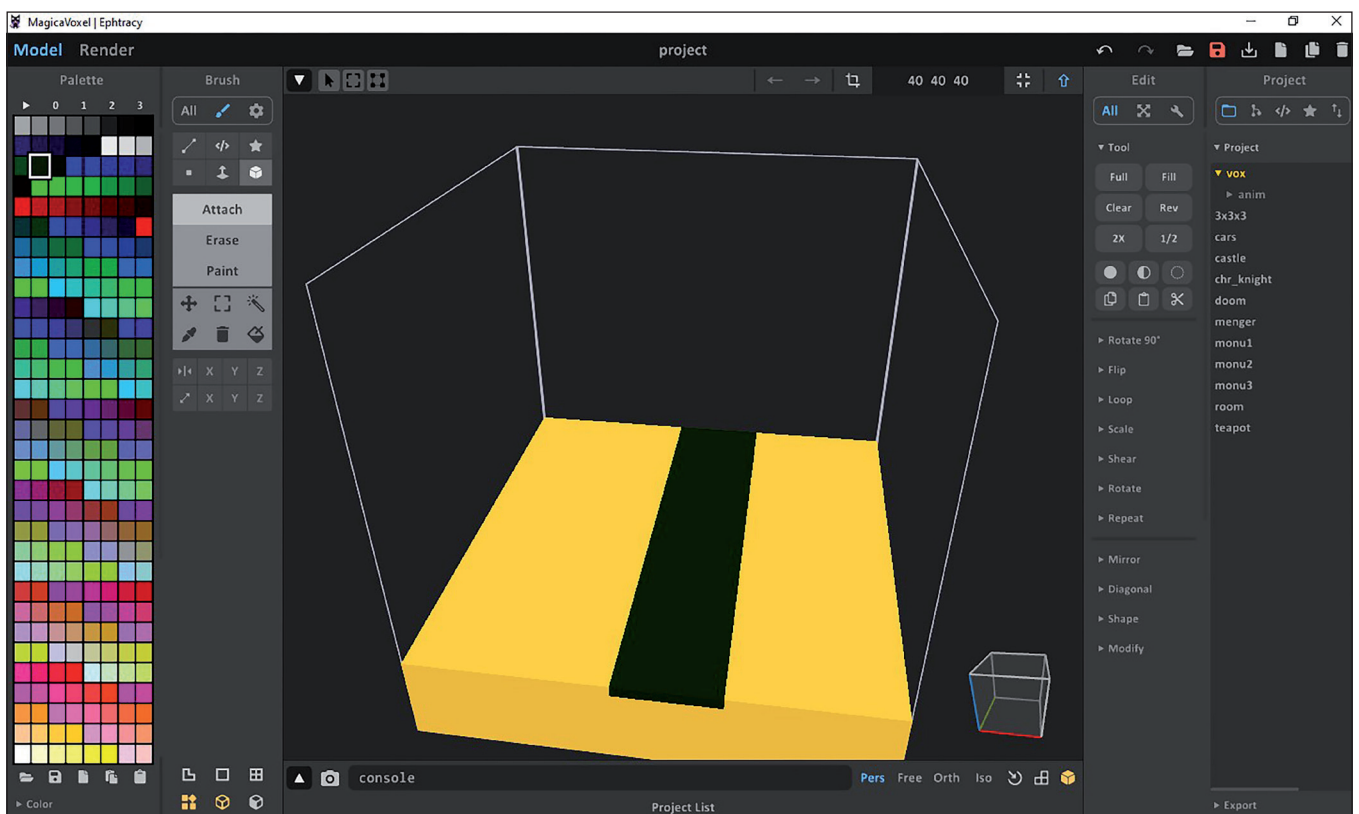


Рис. 13. Решение задачи 3.1. Заполнение места для трассы черными вокселями.
Применение режима vox-моделирования и кисти «Присоединение»

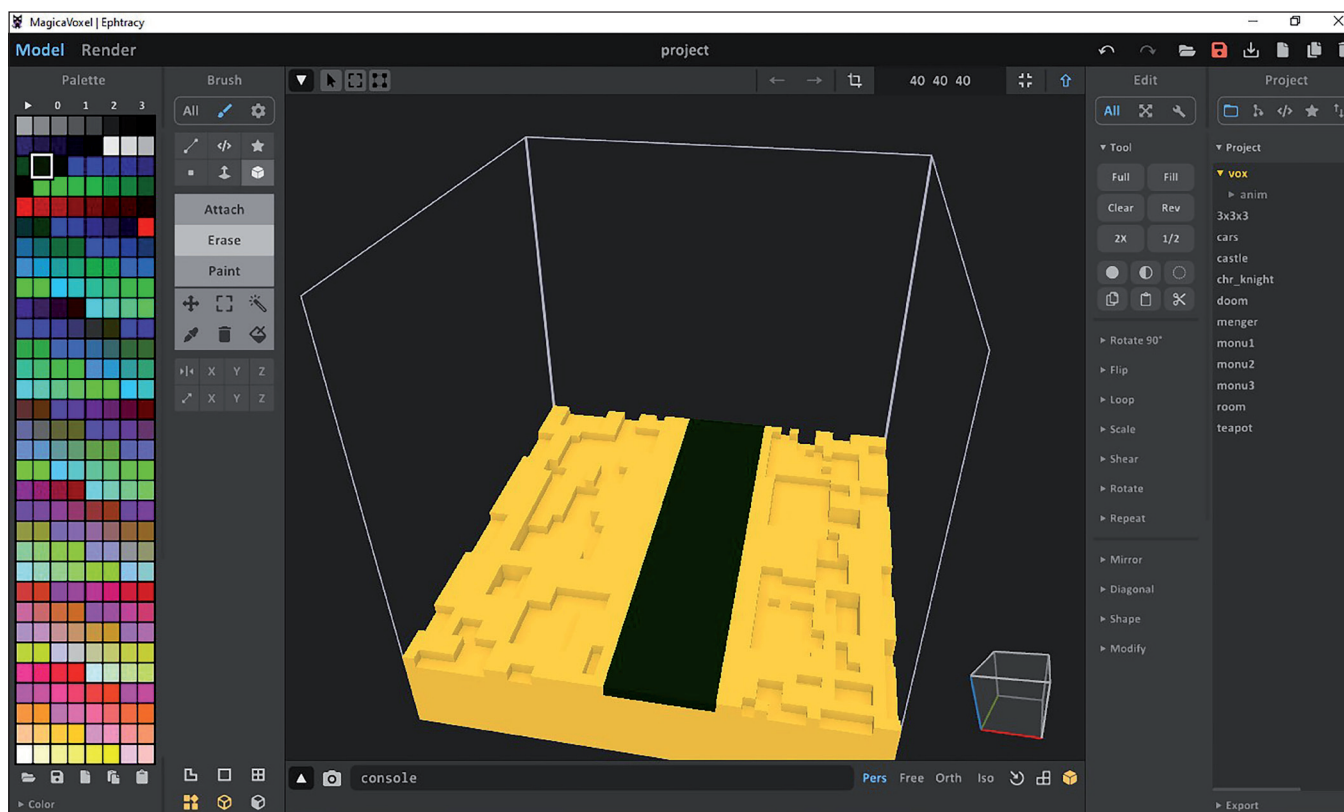


Рис. 14. Решение задачи 3.1. Создание борозд на поверхности пустыни.
Применение режима vox-моделирования и кисти удаления вокселей

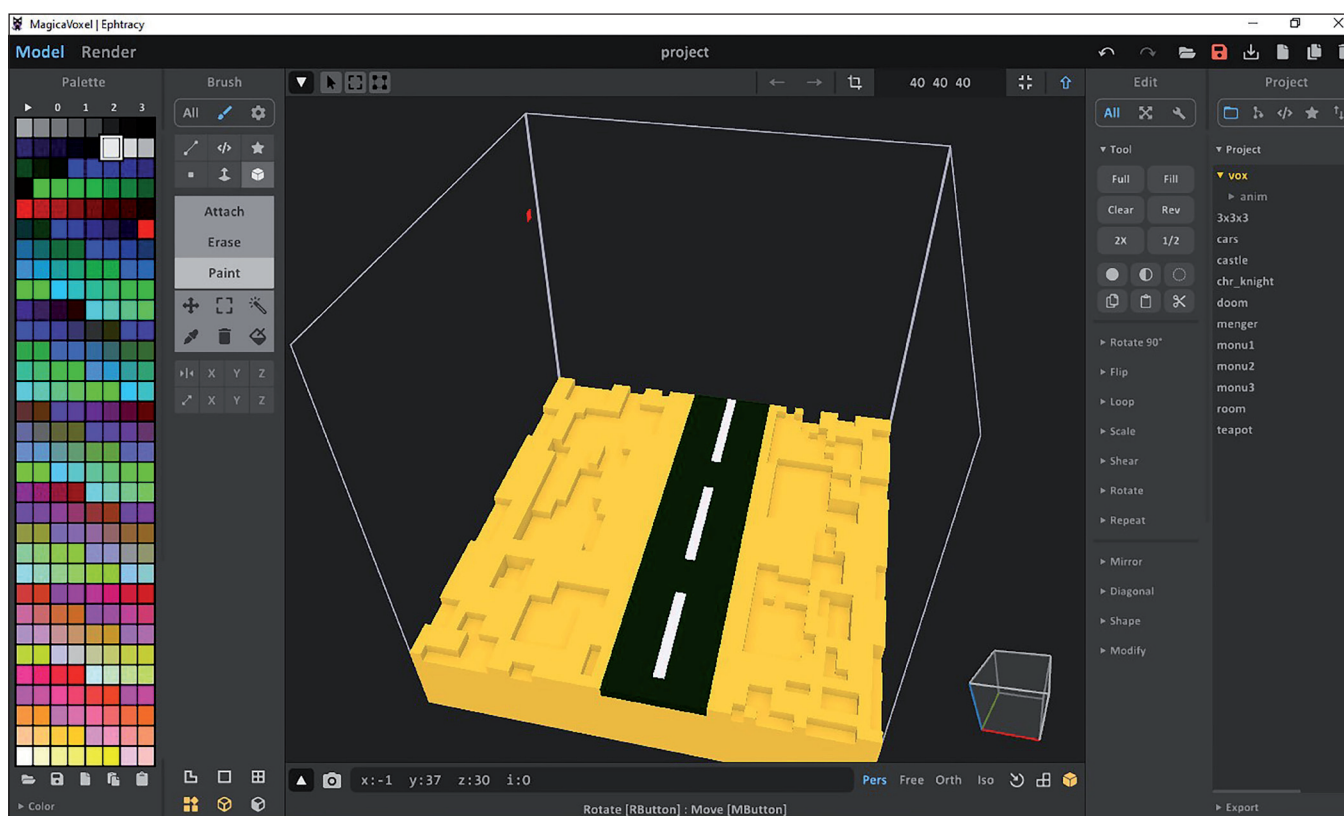


Рис. 15. Решение задачи 3.1. Рисование разметки на трассе.
Применение режима vox-моделирования и кисти заливки вокселей

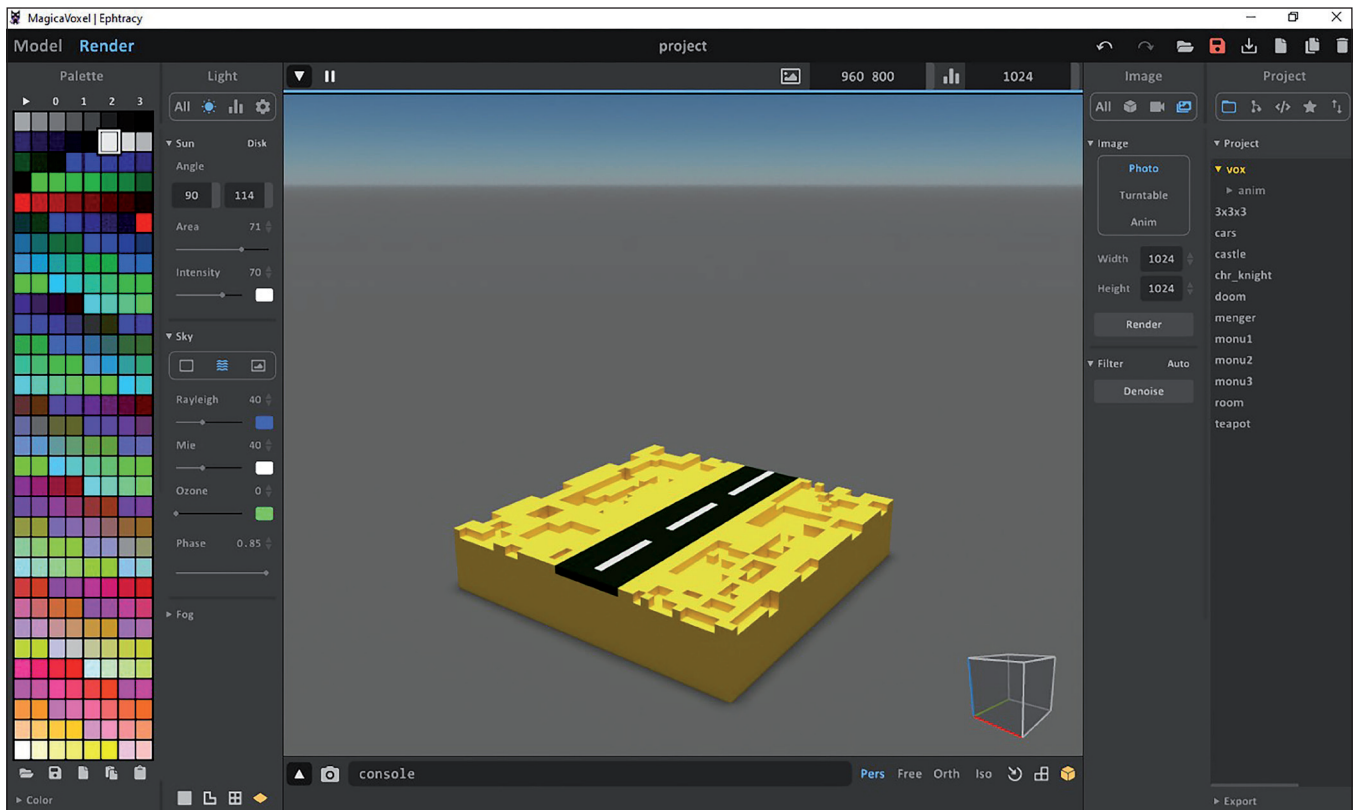
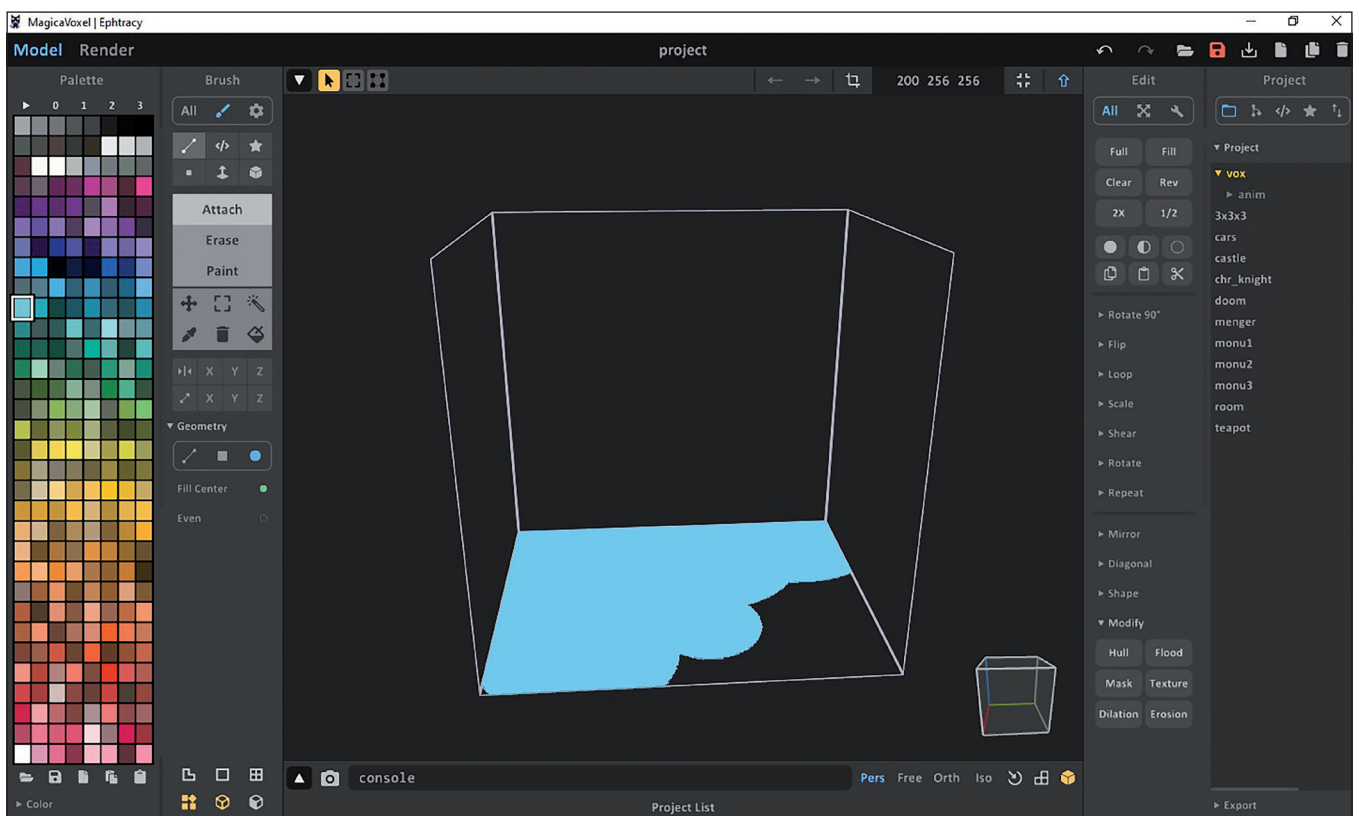


Рис. 16. Решение задачи 3.1. Модель в режиме Render

Рис. 17. Решение задачи 3.2.
Режим «Геометрия». Однослойная водная поверхность

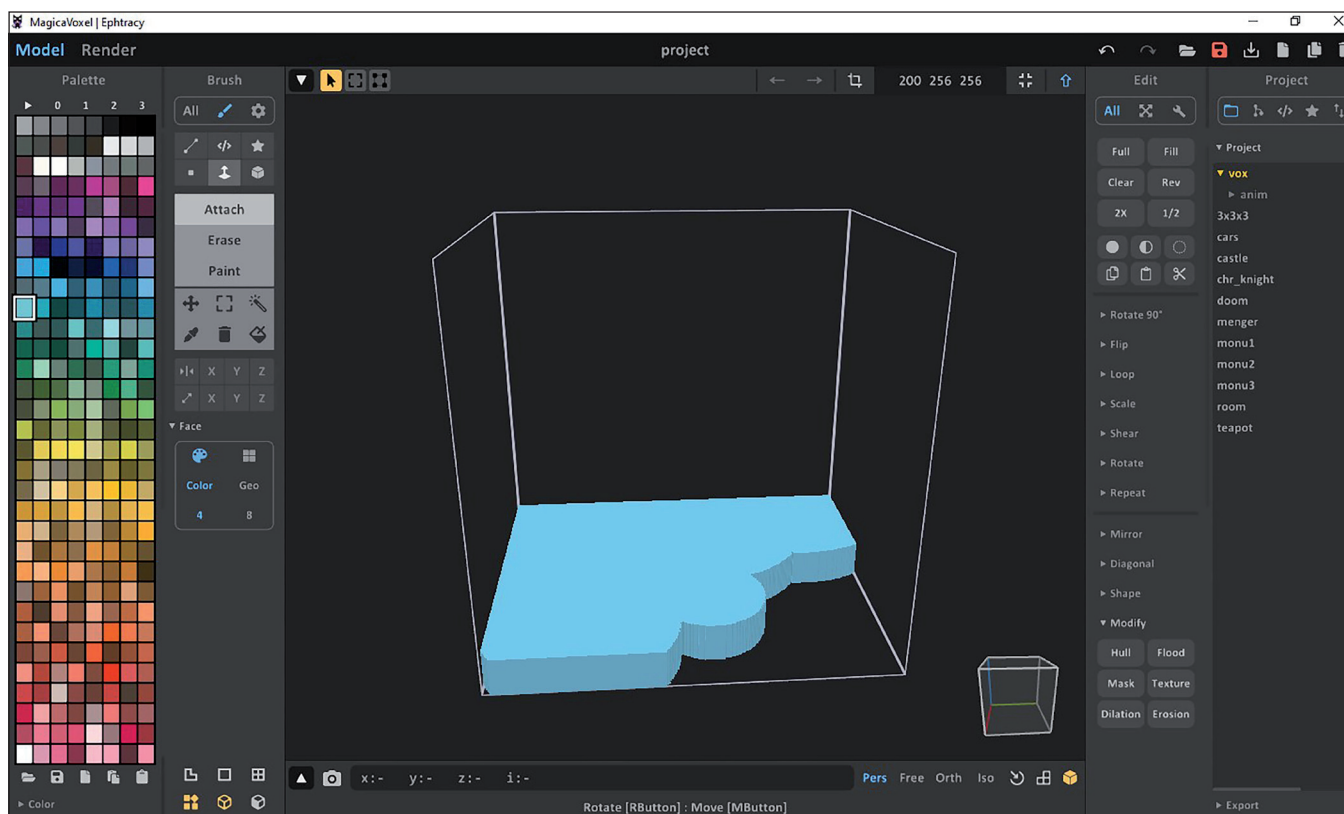


Рис. 18. Решение задачи 3.2. Поднятие уровня воды.
Применение экструдирования

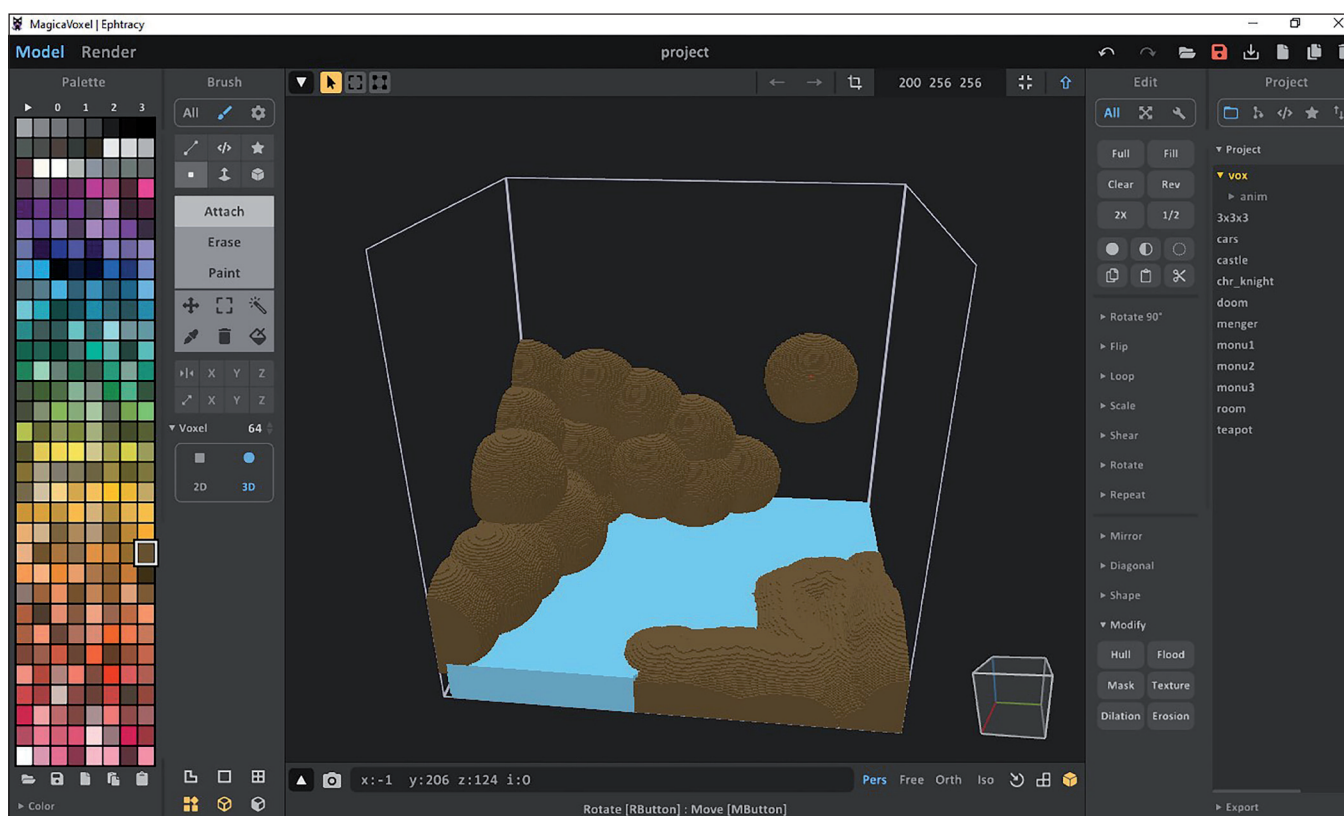


Рис. 19. Решение задачи 3.2. Создание горной поверхности.
Применение воксельного режима с опциями и кисти «Присоединение»

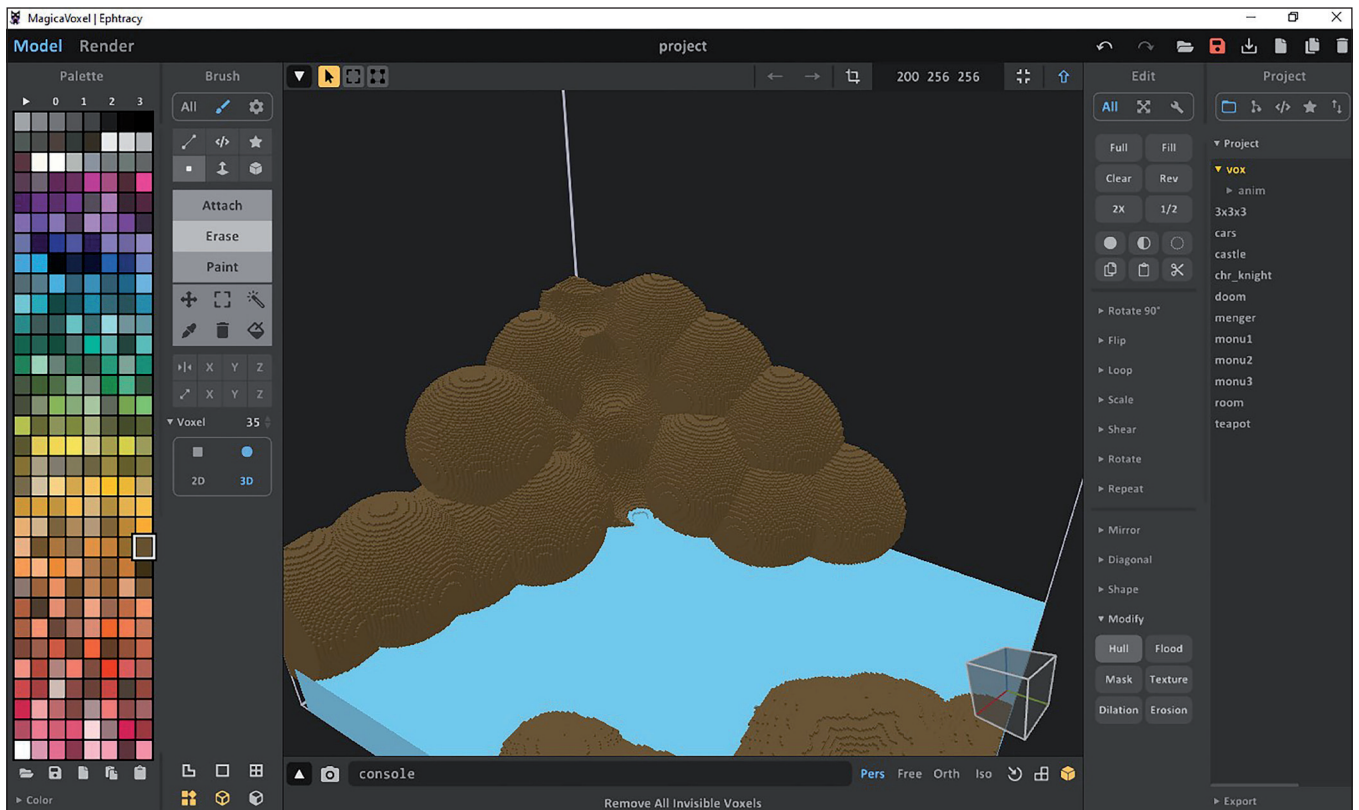


Рис. 20. Решение задачи 3.2. Создание пути воды для водопада.
Применение воксельного режима с опциями и кисти удаления вокселей

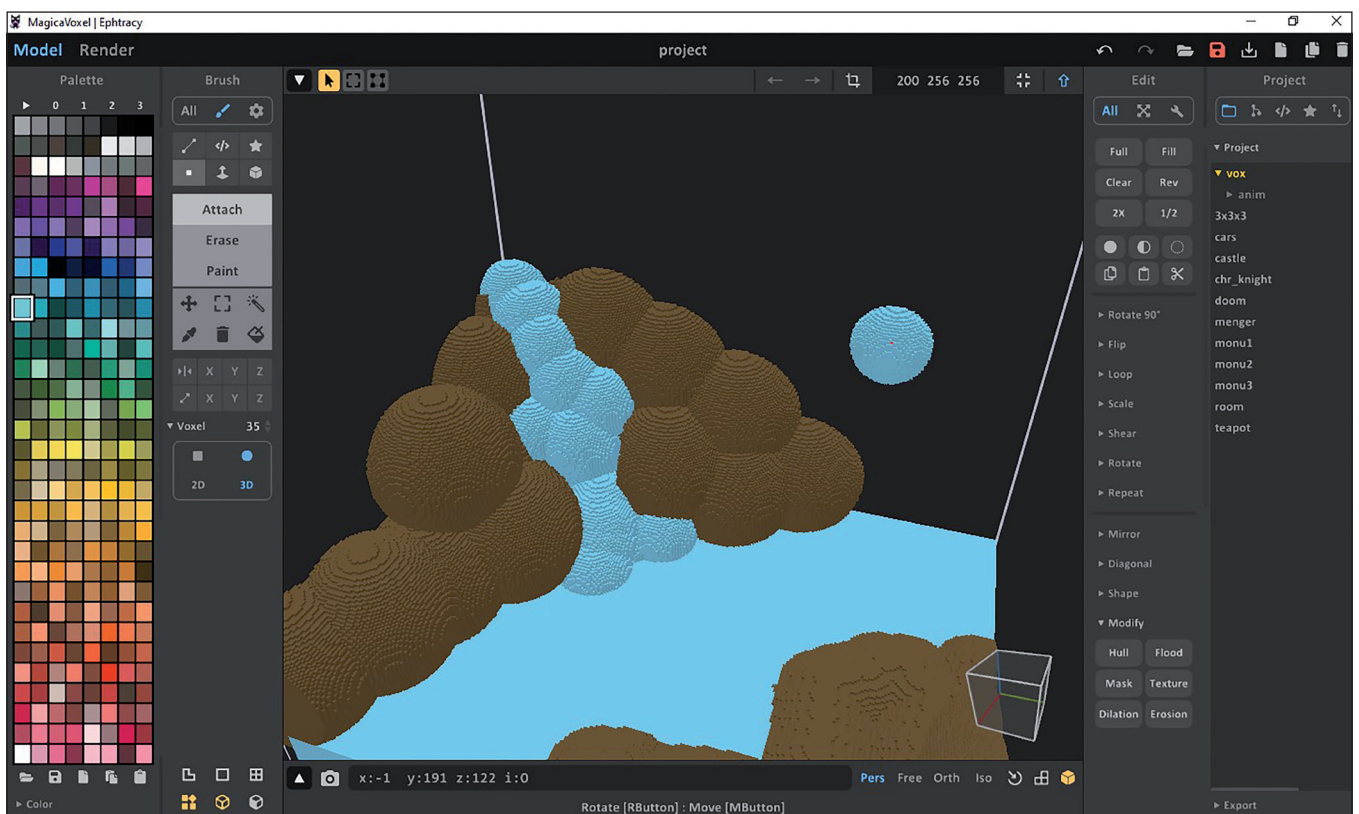


Рис. 21. Решение задачи 3.2. Создание потоков воды для водопада.
Применение воксельного режима с опциями и кисти «Присоединение»

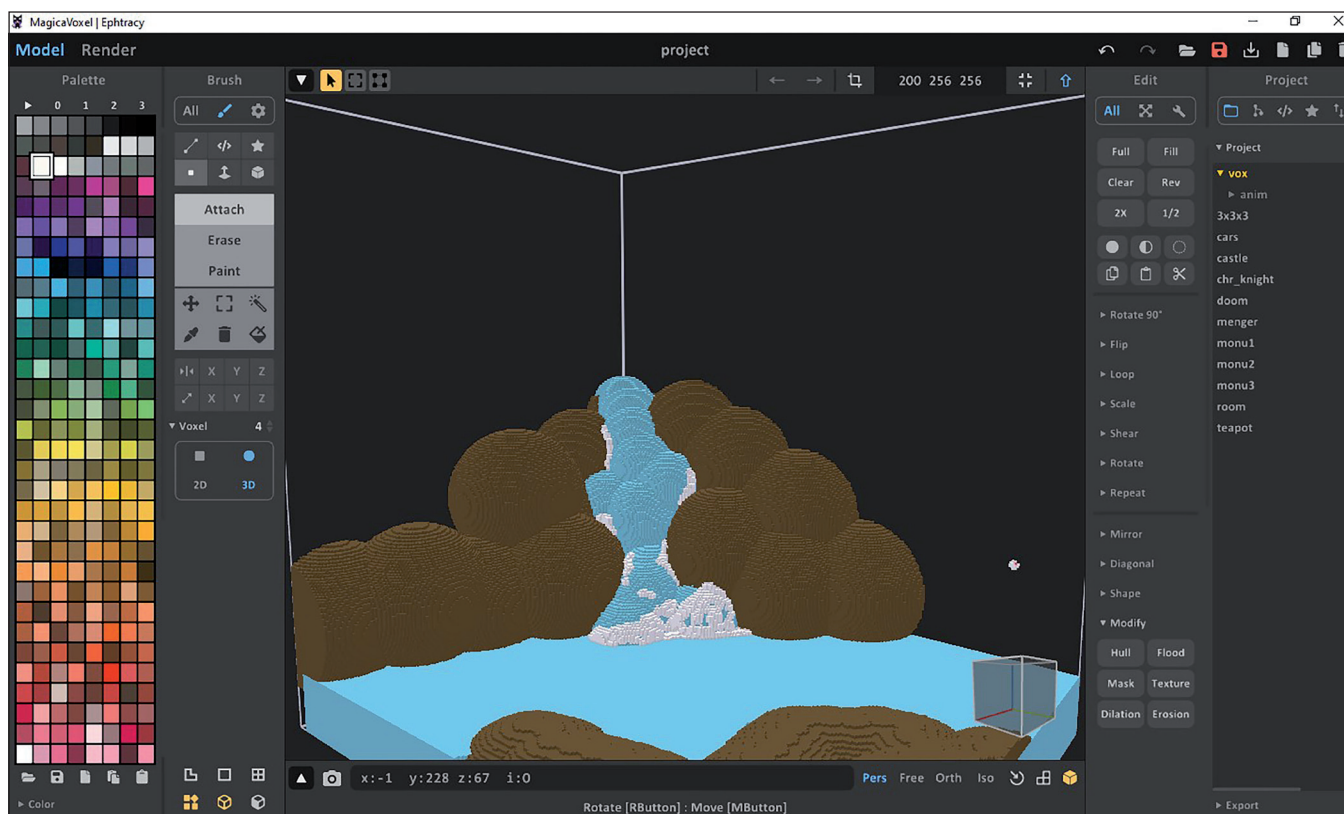


Рис. 22. Решение задачи 3.2. Создание пены белого цвета.
Применение воксельного режима с опциями и кисти «Присоединение»

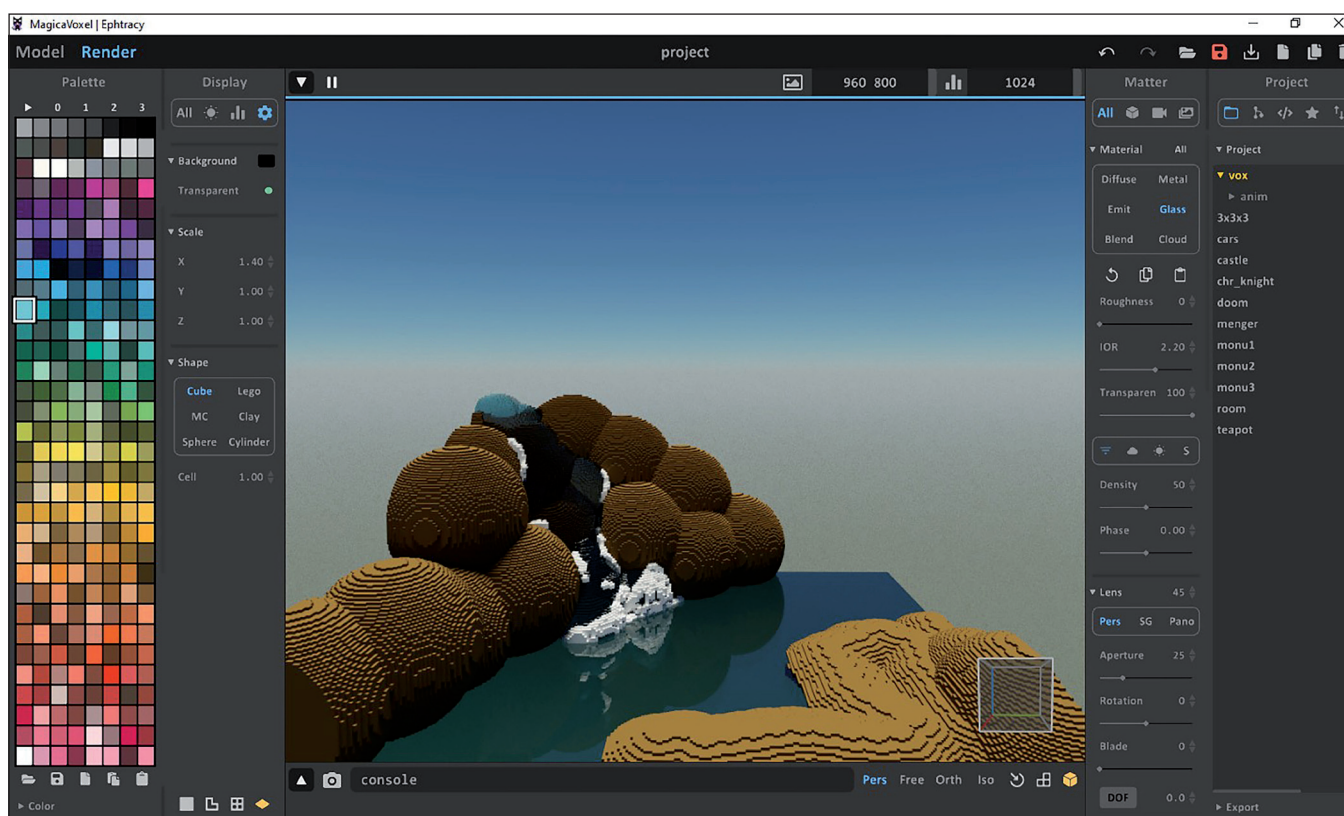


Рис. 23. Решение задачи 3.2. Применение свойств материала Glass в режиме Render

2. С помощью инструмента экструдирования поднимем уровень воды на произвольную высоту (рис. 18).
3. С помощью воксельного режима, опций *Voxel* 64, круг *3D* и кисти «Присоединение» создадим горную поверхность (рис. 19).
4. С помощью воксельного режима, опций *Voxel* 35, круг *3D* и кисти удаления вокселей создадим путь воды для водопада (рис. 20).
5. С помощью воксельного режима, опций *Voxel* 35, круг *3D* и кисти «Присоединение» создадим потоки воды для водопада (рис. 21).
6. Создадим пену белого цвета с помощью воксельного режима, опций *Voxel* 4, круг *3D* и кисти «Присоединение» (рис. 22).
7. Выделим *Волшебной палочкой* воксели воды. В режиме рендеринга в панели *Matter* выберем материал *Glass* и настроим свойства *IOR* и *Transparen* (рис. 23).

Другие варианты упражнений можно скачать на сайте ИНФО:

http://infojournal.ru/journals/school/school_01-2025/

4. Заключение

Трехмерное воксельное моделирование представляет собой творческий процесс создания моделей, которые могут использоваться в играх, в быту, в мультипликации и в других сферах деятельности. Создание воксельных моделей не просто увлекательно для школьников, но и развивает творческое и дизайнерское мышление, пространственное мышление, способствует развитию внимания и формированию навыков конструирования. С помощью среды воксельного моделирования MagicaVoxel создавать трехмерные модели сможет школьник любого возраста. Изучение воксельного моделирования на занятиях внеурочной деятельности или на занятиях технопарков «Кванториум» также будет способствовать профориентации школьников [1, 9].

Список источников

1. Болбаков Р. Г., Цветков В. Я., Мордвинов В. А., Матчин В. Т. Применение иммерсивных технологий в обучении // Информатизация образования и науки. 2023. № 1 (57). С. 19–26. EDN: JGTUZZQ.
2. Витиска Н. И., Гуляев Н. А. Метод визуализации трехмерных сцен и объектов воксельной графики для систем имитационного моделирования // Известия ЮФУ. Технические науки. 2015. № 4 (165). С. 77–87. EDN: TYMOBT.
3. Воксельные проекторы: как работают трехмерные дисплеи // КОД. Журнал Яндекс Практикума. <https://thecode.media/vokselynye-proektory-kak-rabotayut-tryohmernye-displei/>

4. Григорьев С. Н., Локтев М. А., Толок А. В. Построение воксельных моделей геометрических объектов // Прикладная информатика. 2013. № 4 (46). С. 50–55. EDN: SAZUMJ.
5. Желнов А. С. Применение воксельной графики для распознавания 3D объектов методами искусственного интеллекта // Моделирование нелинейных процессов и систем. Материалы седьмой международной конференции (Москва, 20–23 декабря 2023 года). М.: Янус-К, 2024. С. 79–82. EDN: LQSKVI.
6. Кудж С. А., Цветков В. Я. Моделирование динамических поверхностей // Информация и космос. 2023. № 3. С. 80–85. EDN: PZYHRJ.
7. Лебедева А. В. Реализация методов построения трехмерных моделей человеческого тела и их применение для решения задач радиационной терапии: магистерская диссертация: 016917. СПб., 2017. 41 с. <http://hdl.handle.net/11701/11667>
8. Лоторевич Е. А., Толок А. В. Воксельное графическое 3D-моделирование // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM — 2013). Труды 13-й международной конференции (Москва, 15–17 октября 2013 года) / под ред. Е. И. Артамонова. М.: ООО «Аналитик», 2013. С. 205–209. EDN: TABCUR.
9. Мареев Г. О., Алайцев И. К., Ермаков И. Ю., Данилова Т. В., Мантуров А. О. Разработка базовых принципов взаимодействия с воксельной моделью в трехмерном пространстве в хирургическом симуляторе // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2015. Т. 5. № 12. С. 1727–1729. EDN: VKBPIT.
10. Перспективное будущее воксельной графики. <https://lizzia.go.tilda.ws/>
11. Толок А. В. Функционально-воксельный метод в компьютерном моделировании. М.: ООО Издательская фирма «Физико-математическая литература», 2016. 112 с. EDN: WIGUOI.
12. Тулунов С. В. Применение воксельной графики в 3D моделировании // Информационные и графические технологии в профессиональной и научной деятельности. Сборник статей II Международной научно-практической конференции (Тюмень, 30 ноября 2018 года) / отв. ред. Н. И. Красовская. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2018. С. 150–152. EDN: YVYNEL.
13. Цветков В. Я., Мордвинов В. А., Матчин В. Т. Технология генерации виртуальных ландшафтов с применением метода вокселизации и волюметрических данных // Образовательные ресурсы и технологии. 2023. № 1 (42). С. 91–99. EDN: XCAFSQ. DOI: 10.21777/2500-2112-2023-1-91-99.
14. Что такое воксели — и в каких программах вы можете создать воксель-арт // RENDER.RU. <https://render.ru/ru/SmirnovSchool/post/22665>
15. Шакаев В. Д., Кравец А. Г. Способы представления воксельного ландшафта при проектировании систем виртуальной реальности // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 1 (24). С. 309–327. EDN: ZFBWPZ. DOI: 10.26102/2310-6018/2019.24.1.019.
16. Шедько И. И. Видеоигровые изобразительные стили // Художественная культура. 2021. № 4 (39). С. 382–395. EDN: EGQBOU. DOI: 10.51678/2226-0072-2021-4-382-395.
17. Atomontage. <https://www.atomontage.com/make>
18. MagicaVoxel // ephtracy. <https://ephtracy.github.io/>
19. Voxel (воксельная графика) // CG ITEMS. <https://cgitems.ru/articles/voxel-vokselnaya-grafika/>