Муниципальное автономное учреждение дополнительного образования
«Дворец пионеров и школьников им. Н.К. Крупской г. Челябинска»,
филиал (МАУДО «ДПШ»)

Проект: «Сравнительный анализ трёх способов создания массивов в 3D-редакторе Blender»

Проект (исследовательский)
на Всероссийский творческий конкурс
«ПЕДАГОГ-ЭКСПЕРТ»
(Номинация «Детские исследовательские работы и проекты»)

Автор:
Павленко Милена Михайловна,
МАУДО «Дворец пионеров и школьников
им. Н. К. Крупской г. Челябинска» (филиал),
класс 6

Научный руководитель:
Николаева Елена Александровна,
педагог дополнительного образования,
МАУДО «Дворец пионеров и школьников
им. Н. К. Крупской г. Челябинска» (филиал)

Челябинск – 2025

Аннотация

Blender — популярный бесплатный инструмент для 3D-моделирования, где часто требуется создание повторяющихся объектов (массивов). *Актуальность работы* обусловлена необходимостью помочь начинающим пользователям разобраться в многообразии инструментов создания массивов и выбрать наиболее эффективные из них.

Цель работы — сравнить три способа создания массивов (модификатор Array, аддон Array Tools, Geometry Nodes) и определить оптимальный для новичков.

В задачи входило: практическое освоение методов, разработка критериев сравнения (время создания, простота освоения, гибкость настройки), выполнение идентичного задания всеми способами и анализ результатов.

Гипотеза исследования подтвердилась: модификатор Array признан наиболее удобным и эффективным способом для начинающих.

В практической части работы представлены примеры того, как можно использовать данные способы создания массивов. Примеры способствуют наглядности, чтобы показать демонстрацию работы способов создания массивов.

Практическая значимость работы заключается в создании наглядного пособия для кружков 3D-моделирования, экономии времени при обучении и демонстрации эволюции инструментов — от ручного труда к автоматизации.

Оглавление

Введение 4
1. Теоретическая часть 6
1.1. Blender как система трёхмерного моделирования 6
1.2. Модификаторы и их виды 6
1.3. Дополнительные модули – аддоны и геометрические ноды 7
1.4. Создание массивов в трехмерной графике 7
2. Практическая часть 9
2.1. Ручное копирование объектов и критерии сравнения способов создания массивов 9
2.2. Модификатор Array 10
2.3. Аддон Array Tools 10
2.4. Геометрические ноды 11
Заключение 12
Список литературы 13
Приложения

Введение

Blender — это мощный и бесплатный инструмент для создания трехмерной графики, который используют как профессионалы, так и новички, включая школьников. Одной из самых частых задач при моделировании является создание повторяющихся объектов (заборов, ступенек, окон в небоскребе). Операции, которые позволяют создавать копии уже существующих 3D-объектов - массив. Инженеры создают 3D модели массивов, например, лесные массивы, многоэтажные дома, рельсы и так далее.

Если копировать каждый объект вручную, процесс становится очень долгим и неудобным для внесения изменений. В Blender есть несколько встроенных инструментов для автоматизации, но они работают по-разному. Кроме того, существуют дополнительные аддоны, такие как Array Tools, которые упрощают эту задачу. Поэтому *актуальность данной работы* заключается в том, чтобы помочь начинающим 3D-художникам не запутаться в разнообразии инструментов и понять, какие способы будут освоены ими гораздо быстрее, при этом останутся эффективными в использовании.

Цель работы: сравнить три способа создания массивов в Blender (модификатор Array, аддон Array Tools, Geometry Nodes) и определить, какой способ создания массивов в 3D редакторе Blender в большей мере подходит для новичков.

Задачи работы:

1) продемонстрировать ручное копирование объектов и убедиться в эффективности данного способа создания повторяющихся объектов,
2) освоить на практике три способа создания массивов: модификатор Array, аддон Array Tools, система Geometry Nodes,
3) определить критерии для сравнения: время, затраченное на создание массива; простота освоения для новичка; удобство внесения изменений; гибкость настройки,
4) выполнить одно и то же практическое задание всеми четырьмя способами,
5) заполнить оценочную таблицу по результатам сравнения,
6) проанализировать полученные данные и сформулировать выводы.

Объект исследования - способы создания массивов.

Гипотеза: существует наиболее удобный, доступный для понимания и эффективный по времени способ создания массивов, оптимальный для новичков в Blender. Таким способом является модификатор Array.

Практическая значимость: экономия времени и сил для тех, кто только начинает изучение 3D-моделирования. Сравнительная таблица станет наглядным пособием для различных кружков по 3D-моделированию. Научная работа создаст основу для дальнейшего

обучения, так как покажет эволюцию инструментов: от простого ручного добавления объектов к автоматизации через модификаторы.

1. Теоретическая часть

1.1. Blender как система трёхмерного моделирования

Что такое Blender? Blender - это профессиональная программа для создания трёхмерных моделей. Она работает с объектами в трёх измерениях: длина, ширина и высота. Каждый объект в Blender строится на основе математических расчётов и может быть точно позиционирован в виртуальном пространстве [1]. У программы есть ряд возможностей, рассмотрим некоторые из них.

Моделирование сложных объектов. Программа позволяет создавать объекты любой формы, комбинируя простые геометрические примитивы (кубы, сферы, цилиндры) с использованием специальных инструментов преобразования. Например, можно создать модель здания, начав с простого куба и постепенно добавляя детали.

Точное параметрическое управление. Все операции в Blender могут выполняться с числовой точностью. Пользователь может вводить точные значения размеров, углов поворота и координат расположения объектов, что особенно важно при создании технических моделей.

Система модификаторов. Особый интерес представляет модульная система преобразования объектов. Модификаторы позволяют применять к объектам сложные преобразования, которые можно в любой момент изменить или отменить, не разрушая исходную геометрию.

Именно в рамках этих возможностей и будет строиться наше исследование.

Программа постоянно развивается благодаря открытому исходному коду, что позволяет разработчикам со всего мира участвовать в её совершенствовании и создавать дополнительные модули для расширения функциональности.

1.2. Модификаторы и их виды

Модификаторы в Blender — это специальные инструменты, которые автоматически меняют форму и структуру объектов. Каждый модификатор выполняет определённые действия с моделью, например, создаёт копии, добавляет объём или сглаживает поверхность. Это позволяет создавать сложные объекты без необходимости вручную редактировать каждую деталь [2].

Как работают модификаторы? Они применяются последовательно, один за другим. Результат работы первого модификатора передаётся второму, затем третьему и так далее. Такая цепочка позволяет комбинировать разные эффекты и достигать сложных результатов, экономя время и усилия.

Практическая польза модификаторов заключается в том, что они ускоряют работу и повышают точность моделирования. Используя комбинации модификаторов, можно создавать геометрические формы, которые было бы сложно или невозможно сделать вручную.

1.3. Дополнительные модули – аддоны и геометрические ноды

Аддоны в Blender — это дополнительные инструменты, которые расширяют возможности программы. Если сравнить Blender с базовым набором конструктора, то аддоны — это специальные детали, которые позволяют собирать более сложные и интересные модели.

Как работают аддоны? Программисты создают аддоны, используя специальные возможности Blender. После установки они становятся частью программы и появляются в её меню. Перед использованием каждый аддон проверяется на совместимость с версией Blender.

Какие бывают аддоны? Специальные инструменты решают конкретные задачи. Например, существуют аддоны для создания архитектурных объектов: окон и дверей. Аддоны используются для лепки сложных форм или для генерации природных объектов. Инструменты автоматизации упрощают повторяющиеся действия. Допустим, необходимо быстро скопировать и разместить огромное количество объектов или одновременно работать с несколькими файлами. Аддоны существенно расширяют функциональные возможности Blender, делая работу над специализированными проектами более целенаправленной и продуктивной.

Геометрические ноды — это современный инструмент в Blender для автоматического создания сложных моделей и массивов. Работу с нодами можно сравнить со сборкой схемы из разных блоков, где каждый блок отвечает за определенное действие [3]. Геометрические ноды - это тот же самый модификатор, а значит он служит для упрощения 3D-моделирования. Преимущества данного инструмента в том, что он способен работать со сложными массивами (леса, микрорайоны).

1.4. Создание массивов в трехмерной графике

Массивы в 3D-моделировании — это технология, позволяющая создавать множественные копии объекта, расположенные в определённом порядке. Если представить, что вам нужно построить забор из 100 одинаковых досок, массив сделает это автоматически, вместо того чтобы копировать каждую доску вручную [4].

В основе работы массивов лежат математические правила расположения объектов:

- линейный массив — объекты выстраиваются в линию с заданным расстоянием,
- круговой массив — копии распределяются по окружности,

- массив по кривой — объекты следуют вдоль заданной изогнутой линии.

Массивы настраиваются по таким параметрам, как количество копий (сколько раз будет продублирован объект); смещение (расстояние между копиями по осям X, Y, Z); поворот (угол поворота каждой следующей копии); масштаб (изменение размера последующих копий).

Чаще всего массивы используются при создании архитектурных объектов (многоэтажные здания, ограждения, колонны), но могут быть задействованы и для генерации природных ландшафтов (расстановка деревьев в лесу, создание полей цветов).

Для моделирования технических объектов массивы также служат незаменимыми помощниками, допустим при проектировании шестеренок в механизмах, создании цепей и конвейерных лент.

Преимущества использования массивов:

1. экономия времени — вместо создания 100 одинаковых объектов создаётся один и настраивается массив,
2. лёгкость изменений — достаточно изменить исходный объект, и все копии автоматически обновятся,
3. точность — расстояние и расположение копий вычисляется программой без погрешностей,
4. гибкость — в любой момент можно изменить параметры массива.

Массивы — это мощный инструмент, который делает работу в 3D эффективнее, позволяя сосредоточиться на творческих аспектах, а не на рутинном копировании.

2. Практическая часть

2.1. Ручное копирование объектов и критерии сравнения способов создания массивов

Для практической части был создан элемент забора, для которого необходимо создания массива (Приложение А, рис. 1).

Сначала проверим эффективность ручного копирования.

Принцип работы. Shift + D — для создания Duplicate. Создаёт новый объект с независимой геометрией, изменения в одном не повлияют на другой. Копия создаётся в той же позиции, что и исходный объект, и автоматически перемещается. Alt + D — для создания Linked Duplicate. Создаёт копию, но с общей геометрией, изменения в одном будут видны в другом. Это удобно для внесения изменений всех объектов одного массива [4].

В процессе работы сталкиваемся с одной стороны с тем, что каждый объект подконтролен нам, но с другой стороны, с невозможностью расположить скопированные объекты на одинаково равном расстоянии. Времени затрачено много. Рекомендуется данным способом создавать от двух до трех объектов (Приложение А, рис. 2).

Исходя из данной практики, были сформулированы критерии для сравнения способов создания массивов:

1) Простота освоения - критерий показывает, насколько быстро и легко новичок сможет разобраться с инструментом и получить первый результат.
   - Высокая: интуитивно понятно сразу, можно работать без обучения;
   - Средняя: нужно посмотреть инструкцию или видеоурок;
   - Низкая: требуется серьезное изучение перед началом работы.
2) Скорость выполнения - критерий оценивает, насколько быстро можно создать и настроить массив от начала и до конца.
   - Высокая: получается за несколько кликов, изменения происходят мгновенно;
   - Средняя: требует нескольких этапов, возможны небольшие задержки;
   - Низкая: нужно много ручной работы, каждое изменение отнимает время.
3) Гибкость настройки - критерий определяет, насколько инструмент позволяет создавать сложные, нестандартные и вариативные массивы.
   - Высокая: много настроек, можно решать различные задачи;
   - Средняя: базовые настройки, подходит для простых массивов;
   - Низкая: минимум настроек, возможности ограничены.

4) Стабильность (производительность) - критерий показывает, насколько инструмент "тяжелый" для компьютера и как он ведет себя при работе с большим количеством объектов.
    - Высокая: даже тысячи объектов не замедляют работу;
    - Средняя: при большом количестве объектов возможны небольшие задержки;
    - Низкая: даже с малым количеством объектов возникают проблемы с производительностью.

2.2. Модификатор Array

Как открыть и настроить модификатор? Чтобы открыть модификатор, нужно выбрать объект, к которому нужно создать массив, затем перейти на вкладку «Modifiers», нажать на кнопку «+Add Modifiers» в панели свойств и выбрать «Array» в столбце «Generate». Выставляем значение для данного массива (Приложение Б, рис. 3).

В результате:

- *Простота освоения:* высокая,
- *Скорость выполнения:* высокая,
- *Гибкость настройки:* средняя,
- *Стабильность работы:* высокая.

Комментарий: самый простой в освоении инструмент. Для создания массива достаточно выбрать объект и добавить модификатор. Настройки интуитивно понятны новичку. Отлично подходит для базовых задач - создания линейных массивов. Работает стабильно даже с большим количеством объектов. Тем не менее не позволяет редактировать объекты по отдельности, только если применить модификатор, что отменит возможность редактировать массив целиком (Приложение Б, рис. 4).

2.3. Аддон Array Tools

Аддон можно скачать на сайте blender-addons.org [5].

Чтобы загрузить аддон в Blender нам необходимо перейти в настройки Properties, открыть вкладку Add-ons, выбрать загрузку архивного документа Install from Disk (Приложение В, рис. 5). После чего аддон отобразится на рабочей области. Выбираем наш объект и создаем массив.

В результате:

- *Простота освоения:* средняя,

- *Скорость выполнения:* высокая,
- *Гибкость настройки:* высокая,
- *Стабильность работы:* высокая.

Комментарий: требует установки дополнительного аддона (нужен доступ в интернет). Интерфейс более сложный, чем у стандартного модификатора, но предлагает расширенные возможности: многорядные массивы, случайные преобразования, работа с метаобъектами (Приложение В, рис. 6). Сочетает хорошую скорость с богатыми настройками (Приложение В, рис. 7).

2.4. Геометрические ноды

Как создать массив объектов на одной оси:

1) создать новую систему нод для объекта и заменить базовую геометрию на узел mesh line,
2) добавить узел instance on points и подключить mesh line к входу points,
3) определить геометрию для массива: можно использовать узел mesh primitive (куб, цилиндр) или другой объект в сцене с узлом object info,
4) подключить узел объекта к входу instance — в каждой точке линии mesh будет экземпляр выбранного объекта или примитивной сетки,
5) изменить значение count в узле mesh line, чтобы контролировать общее количество экземпляров массива,
6) изменить значение offset, чтобы создать нужное расстояние для массива.

Для создания массива был использован примитив Grid (Приложение Г, рис. 8).

В результате:

- *Простота освоения:* низкая,
- *Скорость выполнения***:** средняя,
- *Гибкость настройки:* высокая,
- *Стабильность работы:* средняя.

Комментарий: без изучения работы с геометрическими нодами ничего не выйдет. Процесс создания массива сложнее - нужно строить нодовую цепочку. Однако способ предлагает максимальную гибкость: можно создавать сложные распределения, добавлять случайные преобразования, управлять каждым экземпляром отдельно. При сложных настройках возможны замедления (Приложение Г, рис. 9).

Заключение

В ходе проведения данного исследования была достигнута поставленная цель – проведен сравнительный анализ трех способов создания массивов в программе Blender и определен наиболее подходящий метод для начинающих пользователей. Для наглядности была составлена сравнительная таблица (Приложение Д, таблица 1).

Теоретическая значимость работы состоит в изучении и структурировании информации о разных подходах к созданию массивов - от простого ручного копирования до сложных методов. Были детально изучены:

- принципы работы системы модификаторов;
- возможности геометрических нод;
- функции дополнительных аддонов;
- основы построения массивов.

На практике мы протестировали каждый способ по одинаковым критериям и получили объективные результаты:

Модификатор Array оказался самым удобным для начинающих - он сочетает простоту в освоении с хорошими возможностями.

Геометрические ноды позволяют создавать самые сложные массивы, но требуют много времени для изучения.

Аддон Array Tools занял среднее положение - он предлагает дополнительные возможности, но при этом достаточно прост в освоении.

Выдвинутая гипотеза полностью подтвердилась – модификатор Array является наиболее удобным, доступным и эффективным способом создания массивов для начинающих пользователей Blender.

Практическая ценность работы заключается в создании четких рекомендаций для начинающих 3D-художников. Это позволит сократить время на освоение программы и избежать типичных ошибок. Материалы исследования могут быть использованы в образовательных целях на занятиях по 3D-моделированию.

В дальнейшем можно продолжить изучение специальных аддонов для массивов и более глубоко исследовать возможности геометрических нод для сложных задач моделирования.

Список литературы

1. Иванов, А.С. Основы трехмерного моделирования в Blender / А.С. Иванов. – Москва: Цифровые технологии, 2022. – 256 с.
2. Петров, В.К. Компьютерная графика и трехмерное моделирование / В.К. Петров. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2020. – 384 с.
3. Geometry Nodes: Creating Arrays [Электронный ресурс] // Blender Studio. – 2023. – Режим доступа: https://studio.blender.org/training/geometry-nodes-creating-arrays/ (дата обращения: 15.09.2025).
4. Blender 3.5 Reference Manual [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.blender.org/manual/ (дата обращения: 10.09.2025).
5. Array Tools Addon Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://blender-addons.org/array-tools-addon/ (дата обращения: 10.09.2025).

Приложение А

Ручное копирование объекта

Рис.1. Элемент забора.

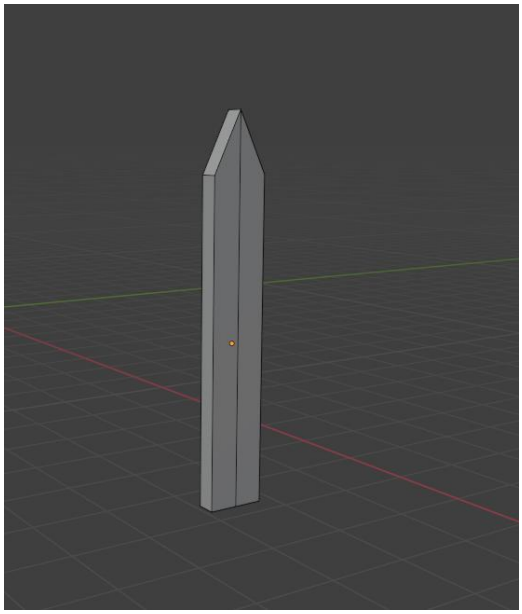
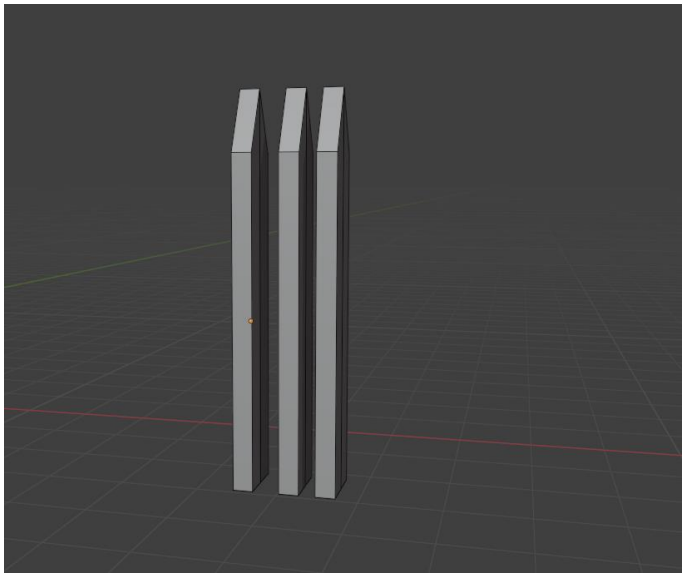


Рис.2. Элементы забора, созданные вручную.



Приложение Б

Модификатор Array

Рис. 3. Выставление значения для массива.

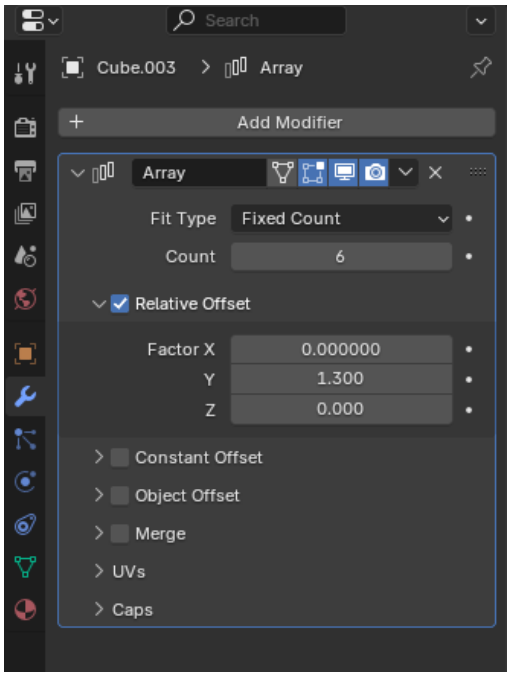
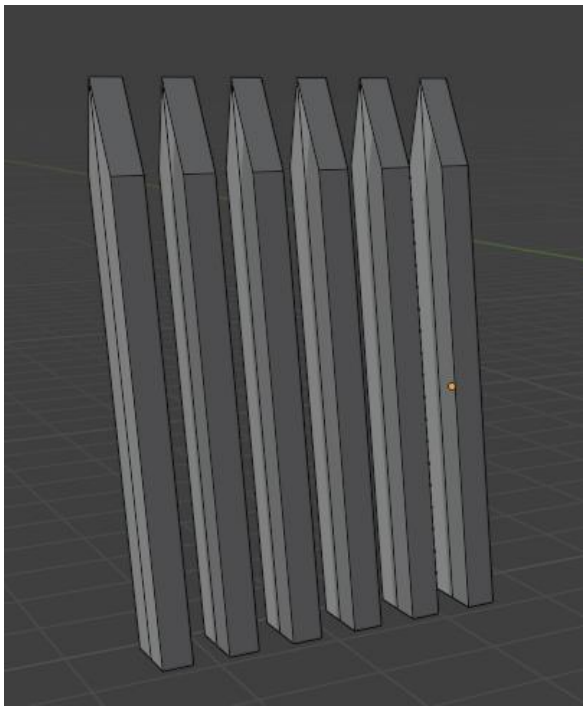


Рис. 4. Массив, созданный модификатором.



Приложение В

Аддон Array Tools

Рис. 5. Загрузка в Blender.

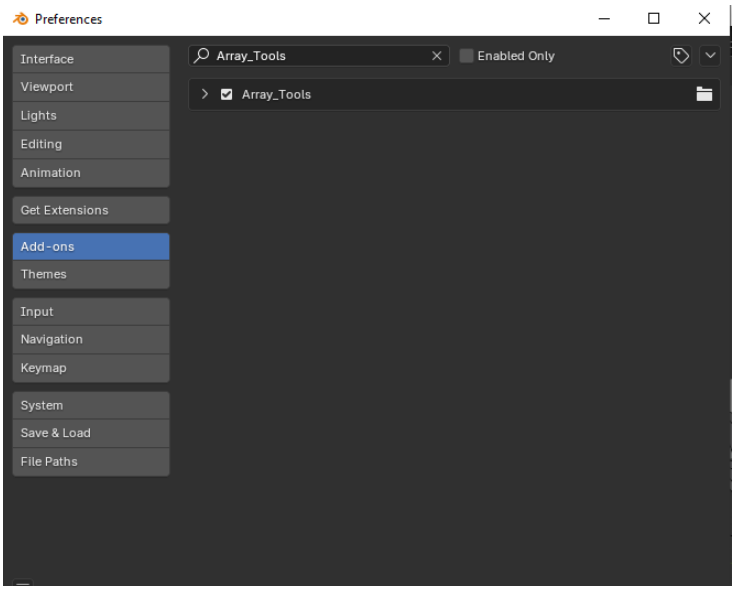
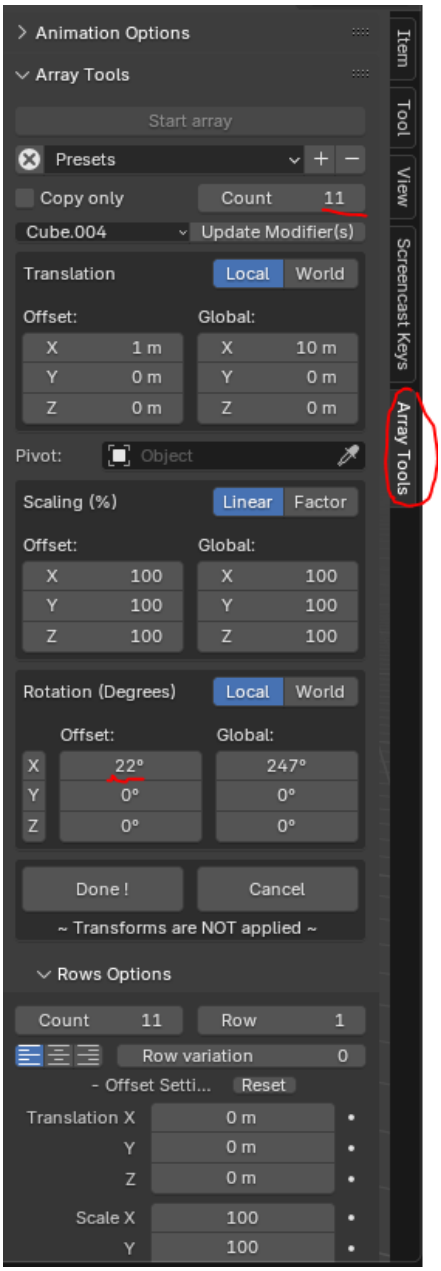


Рис. 6. Интерфейс.



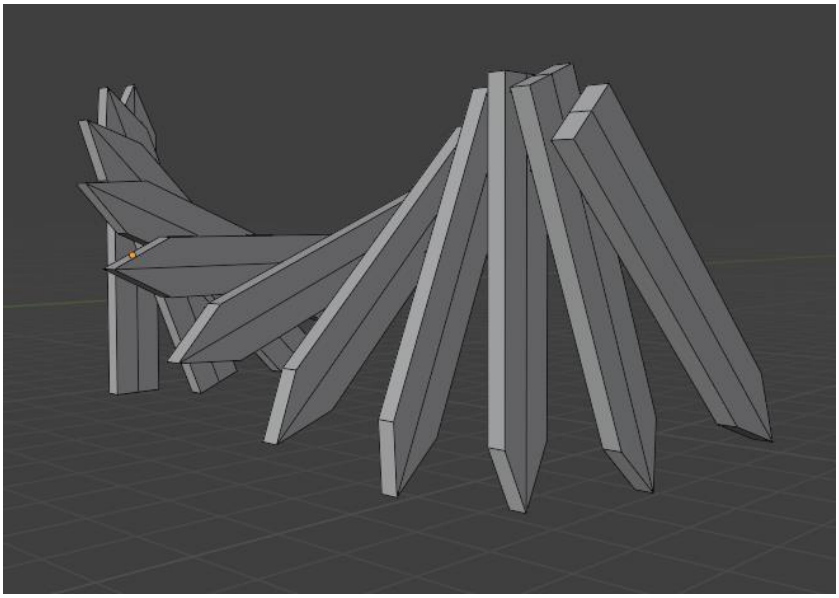


Рис. 7. Различные настройки.

Приложение Г

Геометрические ноды

Рис. 8. Примитив Grid.

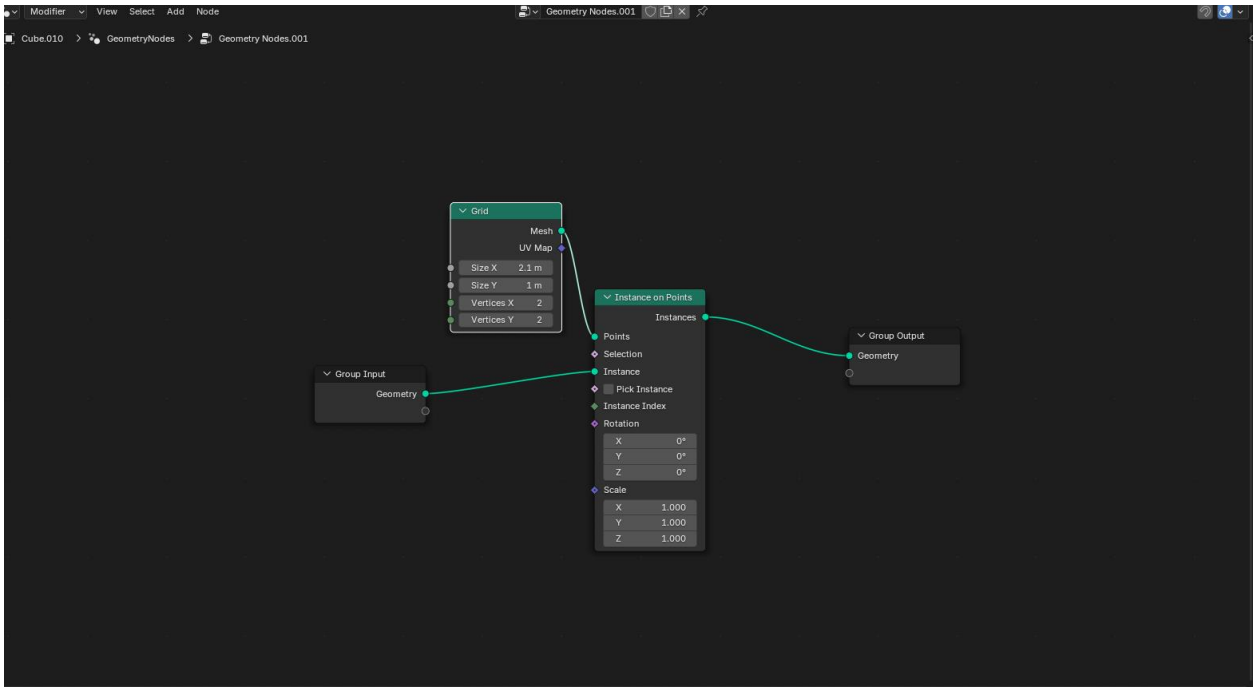
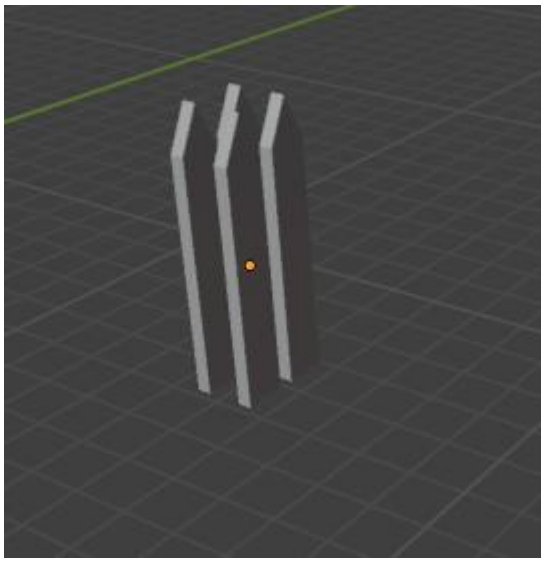


Рис. 9. Различные настройки.



Приложение Д

Таблица 1. Сравнительная таблица трех способов создания массивов.

Критерий/Способ	**Простота освоения**	**Скорость выполнения**	**Гибкость настройки**	**Стабильность работы**
Модификатор Array	высокая	высокая	средняя	высокая
Аддон Array Tools	средняя	высокая	высокая	высокая
Геометрические ноды	низкая	средняя	высокая	средняя