

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Гуманитарный институт
Кафедра информационных технологий
в креативных и культурных индустриях

УТВЕРЖДАЮ

И. о. заведующего кафедрой

_____ М. А. Лаптева

« _____ » _____ 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

3D – Визуализация формальных композиций ИАиД.

Направление подготовки: 09.03.03 Прикладная информатика

Наименование программы: 09.03.03.30 Прикладная информатика

Руководитель проф., д-р. филос. наук Р. П. Мусат

Выпускник А. И. Сафронова

Нормоконтролер И. Р. Нигматуллин

Красноярск 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Глава 1. Формальная композиция в искусстве и архитектуре	5
1.1 Композиция и ее типы	5
1.2 Способы создания формальных композиций.....	7
1.3 Виды формальной композиции и способы визуализации	23
1.4 Концепция создания 3D визуализации формальной композиции	26
Глава 2. Технологии для 3D визуализации формальных композиций.....	28
2.1 Blender	28
2.2 Autodesk 3D max.....	30
2.3 Сравнительный анализ программ для 3D визуализации	34
Глава 3. Создание 3D визуализации.....	37
3.1 Процесс создания 3D визуализации.....	37
3.2 Практическое применение	41
Заключение	42
Список использованных источников	43
Приложение А	44

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время 3D – визуализация занимает все большее место в нашем мире. С ее помощью создаются трехмерные модели для решения разных задач, в различных сферах, таких как: архитектура, дизайн, маркетинг, промышленность, мультипликация, наука, медицина и т.д. Такой широкий спектр применения этот метод визуализации имеет благодаря обширному ряду преимуществ над другими методами. Ведь благодаря компьютерным технологиям стало возможно создание трехмерной модели максимально приближенной к реальности. Она позволяет вносить правки и изменения моментально, не переделывая макет заново раз за разом. Также увеличивается точность измерений, и риск просчитаться снижается, так как многие вычисления могут производиться автоматически. Трехмерная модель позволяет увидеть сразу все нюансы конструкции или изделия, рассмотреть каждую часть под любым углом и в любом масштабе.

В современном обучении 3D визуализация является необходимостью, так как дает возможность наглядно представлять учащимся модели объектов и архитектурных композиций. Ведь это очень важный аспект в обучении, насмотренность является необходимым пунктом в работе будущих дизайнеров и архитекторов. Так же с помощью трехмерных моделей легко увидеть результат вашего будущего готового проекта, представить его заказчику, чтобы он понимал, что и где будет находиться, какие будут пропорции, цвета, композиция. И что немало важно есть возможность самому сравнивать разные модели и находить для себя оптимальный вариант решения в соответствии с поставленной задачей. В своей работе мы с помощью трехмерного моделирования, создадим 3D визуализацию формальной композиции для Института Архитектуры и Дизайна.

Целью работы является создание 3D визуализации формальной композиции для Института Архитектуры и Дизайна.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

— Рассмотреть виды формальной композиции в современном искусстве и разработать концепцию создания 3D визуализации;

— Изучить технологии для 3D визуализации формальных композиций;

— Создать 3D модель для представления макета формальной композиции ИАиД и произвести рендеринг изображений;

Объектом работы являются макеты формальных композиций Института Архитектуры и Дизайна.

Предметом выступает специфика создания 3D визуализации формальных композиций.

Практическое применение – данная работа может быть использована в Институте Архитектуры и Дизайна для наглядного демонстрирования макетов формальной композиции студентам во время обучения.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников и приложения.

Введение включает в себя актуальность темы, цель, задачи, объект и предмет исследования, практическую значимость выпускной квалификационной работы.

В первой главе представлена теоретическая информация для погружения в тему формальной композиции.

Во второй главе рассматривается технология для создания 3D визуализации формальной композиции.

В третьей главе представлен процесс создания 3D визуализации формальной композиции.

В заключении изложены основные выводы и результаты выпускной квалификационной работы.

Список использованных источников состоит из восьми электронных источников и двух источников литературы.

Глава 1. Формальная композиция в искусстве и архитектуре

1.1 Композиция и ее типы

Композиция – это художественная дисциплина, которая определяет закономерности и раскрывает особые приёмы и средства, применяемые в процессе работы над художественным образом. [1, с.8]

В общем понимании композиция – это типов художественной структуры, наиболее сложный и совершенный, чем, например, конструкция, элементы которой могут заменяться другими, более совершенными, без ущерба для целого. [1, с.8]

В композиционной целостности невозможно заменить ни один элемент, поскольку каждый имеет уникальный смысл только в одном единственном, сочетании с остальными элементами. В искусстве слово «композиция» используется с разными смыслами. [1, с.8]

Существуют следующие типы композиций, отличающиеся набором образных средств.

- Сюжетно-изобразительная;
- Декоративно-тематическая;
- Композиция предметных форм;
- Формальная композиция;

1.1.1 Сюжетно-изобразительная композиция

Сюжетно-изобразительная (повествовательная) композиция лежит в истоке художественных произведений (живописных, скульптурных и т. д.). В ней участвуют «реальные» персонажи. У каждого персонажа своя роль. Столкновение объектов композиции служит пониманию их сущности, качественных характеристик. Эти отношения выделены из более общего содержания. Произведение требует особого внимания при рассмотрении, и, как правило, вызывает обобщение от частного к общему. [2, с. 213]

1.1.2 Декоративно-тематическая композиция

Когда необходимо создать декоративную композицию, сюжет начинает подчиняться декоративным смыслам, что выделяет и усиливает смысл произведения. Использовать такие композиции можно в архитектуре, оформлении обложек, украшении интерьера, обложки журналов.[2, с. 214]

При необходимости создания произведения такого рода необходимо начать с создания обобщенного образа. Для этого, в первую очередь, нужно понять сущность темы и определить главное, суть композиции, отказаться от излишних деталей. Каждый сам определяет, что в предмете нужно выделить для точного развития темы. Главная цель создать изображение, которое соответствует декоративным представлениям. [2, с. 214]

1.1.3 Композиция предметных форм

Композиция предметных форм – одна из самых востребованных в классическом искусстве. Натюрморт можно встретить в Европейских произведениях XVII–XVIII веков. В настоящее время новые направления развития появляются в первую очередь в натюрмортах. Композиции из избитых образов могут представлять сильное впечатление. Разнообразие форм, обилие материалов, вызывают знакомые образы. Каждый предмет в образе, дополняет другой, усиливает его место, создает структуру так необходимую автору. Изменяются и сами предметы, влияние соседних вещей может кардинально изменить отношение зрителя казалось бы к привычной ему вещи. Композиция создает новые смысловые грани, позволяет видеть между строк. [2, с. 217]

1.4 Формальная композиция

Формальная композиция – это композиция, созданная при помощи сочетания абстрактных деталей и исключая предметное содержание.

Такая композиция из простых фигур создает логику композиционного построения. Эти композиции можно отнести к неизобразительным. Пространство образов, оторвано от реальности и не может нести практической ценности. Важность сюжета отходит на второй план, правила построения и движение форм выходят на первый план. Содержимое только условно. [2, с. 220]

Вывод: Существует четыре типа композиций, отличающихся набором образных средств. Это формальная, сюжетно-изобразительная, декоративно-тематическая композиции и композиция предметных форм. Где формальная композиция может использоваться для создания других типов композиций.

1.2 Способы создания формальных композиций

1. Средства композиции

Средства композиции появились и развивались на протяжении всей творческой деятельности человека. Они изменяли, усовершенствовались, обновлялись и улучшались всю свою историю существования. [1, с. 24]

Наука о композиции направлена на изучение форм, их структуры и места в дизайне. Каждое средство композиции имеет определение, цель и может воздействовать на общую картину представления предмета проектирования. Наличие множества композиционных средств дает, как возможность разнообразить подход дизайнера к работе, так и создает правила и принципы их использования, которые необходимо изучит перед применением различных средств искусства. Для успешной работы средства композиции лучше использовать комплексно. Поэтому в ходе изучения рационально изучать их по-отдельности. [1, с. 24]

Ритм, метр

Ритм создает повторяемую упорядоченную структуру из элементов форм и расстояний между ними. Ритм можно наблюдать не только в искусстве, но и в природе, трудовых буднях, предметах человеческого бытия. Ритм создает правила чередования, деления, элементов и их граней, используя это для создания не только отдельных предметов, но и целых комплексов. Ритмические повторы могут быть статическими и динамическими, примеры динамического ритма представлены на рисунке 1. [1, с. 24]

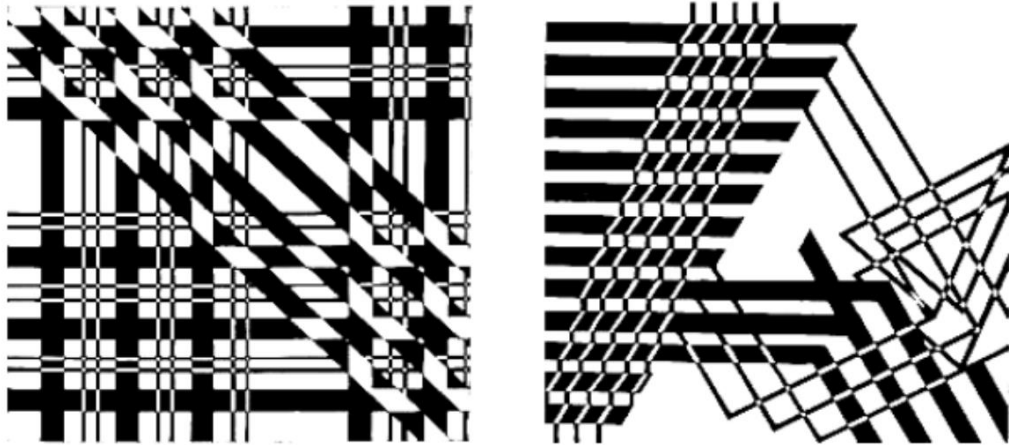


Рисунок 1 – Примеры динамического ритма

Метр – представляет равномерность, равно удалённость и повторяемость в расположении элементов, примеры использования приведены на рисунке 2. [1, с. 24]

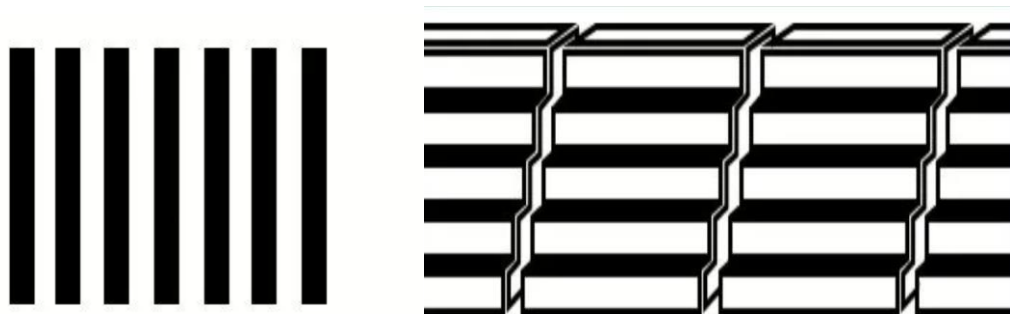


Рисунок 2 – Пример использования средства композиции – метр

Симметрия и асимметрия

Симметрия – это элемент композиции который одинаково размещает объекты относительно оси или плоскости, при этом при вращении объекты должны точно заменять друг друга. Различают следующие виды симметрии:

- зеркальная,
- осевая,
- винтовая,
- орнамент.

Симметрия один из немногих способов создания целостности в композиции, примеры видов симметрии приведены на рисунках 3, 4. [1, с. 26]



Рисунок 3 – Зеркальная симметрия

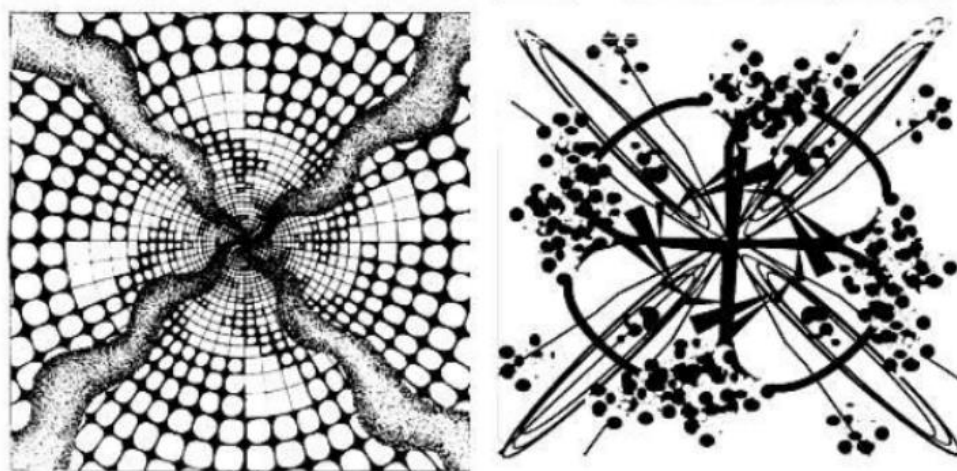


Рисунок 4 – Центровая симметрия

Асимметрия – разрушает целостность симметрии. Для создания композиции помощью асимметрии необходимо помнить , что у элементов нет связующей их детали. Работая с асимметрией важно не нарушить баланс форм, пример приведен на рисунке 5. [1, с. 26]

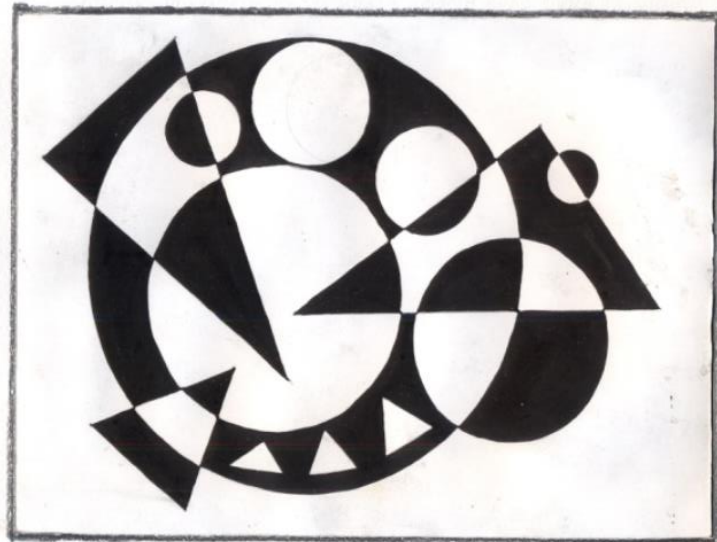


Рисунок 5 – Пример использования асимметрии

Контраст и нюанс

Контраст – резкое различие, противоположность. Необходим для выделения элементов, отделения их друг от друга, тем самым заостряет внимание на главном. К основным видам контраста можно отнести: линии, габариты, тональность. С помощью контраста можно улучшить качество форм. Примерами использования контраста являются рисунки 6 (а, б). [1, с. 27]

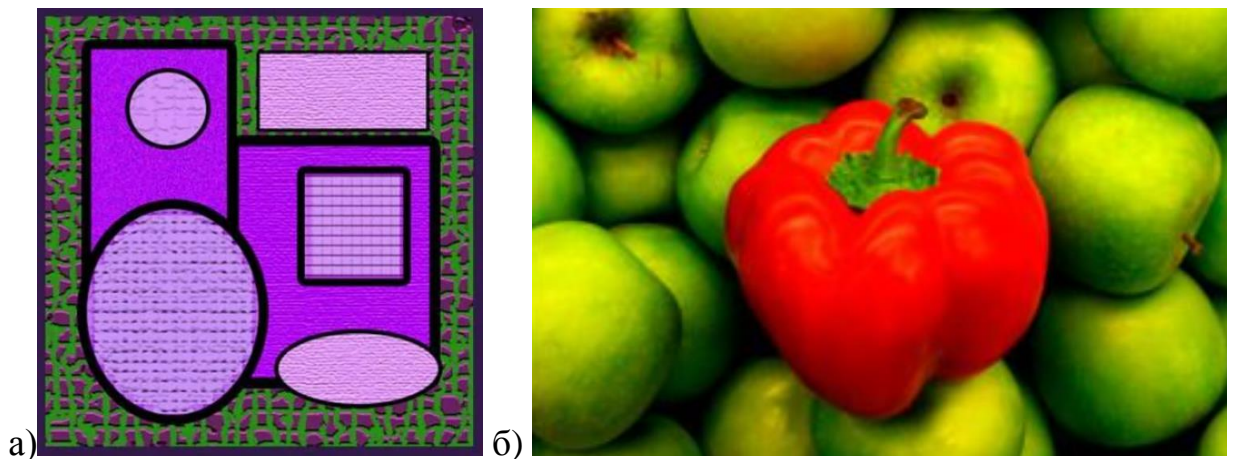


Рисунок 6 – Контраст фактур (а) и контраст цветов (б)

Нюанс и контраст - два понятия, которые используются в изобразительном искусстве. Если контраст представляет собой наибольшее

изменение в качестве изображения, то нюанс, наоборот, - это наименьшее изменение. Другими словами, нюанс - это слабый контраст. Когда мы говорим о композиции на нюанс, мы обращаем внимание на близость форм, размеров, цветов и отношений, которые приближаются к повторению равных величин. Также важно учитывать сопоставление близких состояний свойств элементов формы. Эти детали помогают создать более гармоничное и сбалансированное изображение. Например, если вы рисуете натюрморт, то можете использовать композицию на нюанс, чтобы создать более естественный вид. Вы можете выбрать несколько объектов, которые имеют схожие размеры и цвета, и расположить их вместе. Это поможет создать более гармоничное изображение, которое не будет слишком ярким или громоздким. Таким образом, понимание нюансов и контрастов в изобразительном искусстве поможет вам создавать более красивые и гармоничные композиции. Будьте внимательны к деталям и экспериментируйте с различными комбинациями, чтобы найти идеальный баланс. [1, с. 28]

Нюансировка - это тонкий переход от одного состояния к другому, например, от темного к светлому или от тяжелого к легкому. Если усилить нюанс, он может превратиться в контраст, а если ослабить - стать неразличимым. Использование нюансировки - это сложная задача, требующая от дизайнера высокой квалификации, так как она связана с художественным осмыслением формы, материала и цвета, а также зависит от индивидуальности дизайнера. Нюансировка играет важную роль при создании бытовых изделий, композиций малых форм, крупных технических изделий и интерьеров, где необходимо связывать отдельные элементы. При выборе между контрастом и нюансами, следует учитывать эмоциональное и психологическое воздействие на зрителя. Если тема требует активного воздействия, то предпочтительнее использовать контраст, а если тема более лирическая и поэтическая, то лучше выбрать нюансное решение. Нюансировка является одним из наиболее тонких средств композиции и может быть использована для создания эффектных дизайнерских решений. Однако, ее использование требует от дизайнера не

только высокой квалификации, но и тонкого чувства вкуса и художественного восприятия. Важно учитывать, что нюансы могут быть восприняты по-разному в зависимости от культурных и социальных особенностей зрителя, поэтому необходимо учитывать контекст использования, пример нюансировки представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Нюансное сочетание цветов

Динамика и статика

Динамикой называют активность, направленную на то или иное направление. Это свойство связано со свойствами пропорций и отношения величин в композиции, а также с ритмическими изменениями. Для нее характерны статичность и динамизм. При контрасте между ними возникает движение в сторону большей величины зрительного восприятия. Активность и одностороннее движение являются необходимыми условиями для появления динамичного поведения. Например, прямоугольный куб производит впечатление статичного, а вертикальное параллелепипедическое – динамичного. Но если положить его на бок, то исчезает однонаправленная форма, и объем становится статичным. [1, с. 29]

Композицию по динамике можно условно поделить на несколько видов направления движения:

1. Динамика поступательного (зрительного) движения. Движение направлено в любую сторону плоскости листа (влево, вправо, вниз, вверх, по диагонали; катящееся, летящее, падающее и т.д.), рисунок 8.

2. Динамика движения внутрь плоскости листа, перспективное изображение, уходящее в одну или несколько точек от зрителя, рисунок 9.

3. Динамика вращения вовнутрь плоскости листа по спирали (эффект водоворота), рисунок 10.

4. Динамика зрительного движения наружу из плоскости листа (эффект выдавливания), рисунок 11. [1, с. 29]



Рисунок 8 – Динамика поступательного движения



Рисунок 9 – Динамика движения вовнутрь плоскости листа (перспектива)

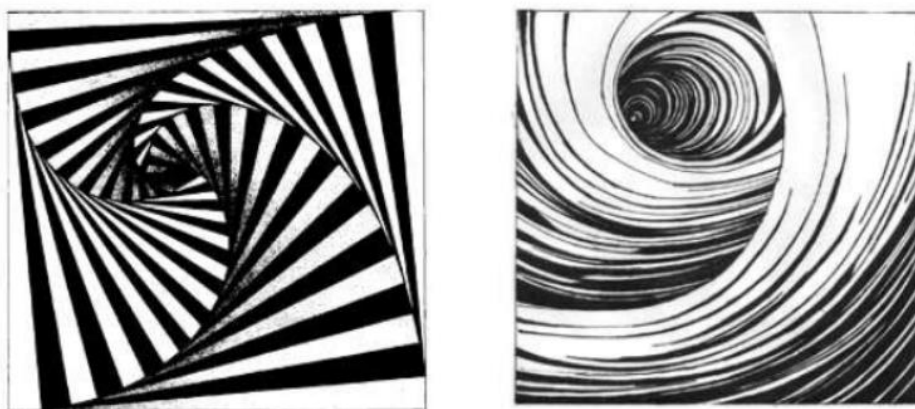


Рисунок 10 – Динамика вращения внутрь листа (эффект водоворота)

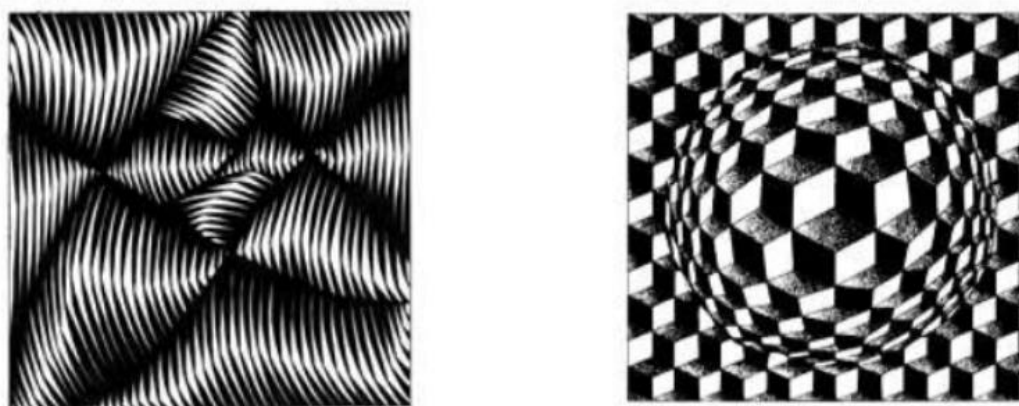


Рисунок 11 – Динамика движения наружу из плоскости листа (эффект выдавливания)

Статичность – это яркое выражение спокойствия, незыблемости и устойчивости формы. Статичны предметы, которые имеют равномерный ритм и очевидный центр, и ось симметрии. В виду этого, очевидно, что в средствах транспорта статичность исключается. Станки имеют как статичные, так и движущиеся элементы. Мебель имеет более статичные формы, но она также содержит асимметричные элементы, которые добавляют динамичности изделиям или интерьерам. Примеры статичности и динамичности фигур представлен на рисунке 12 (а, б). [1, с. 30]

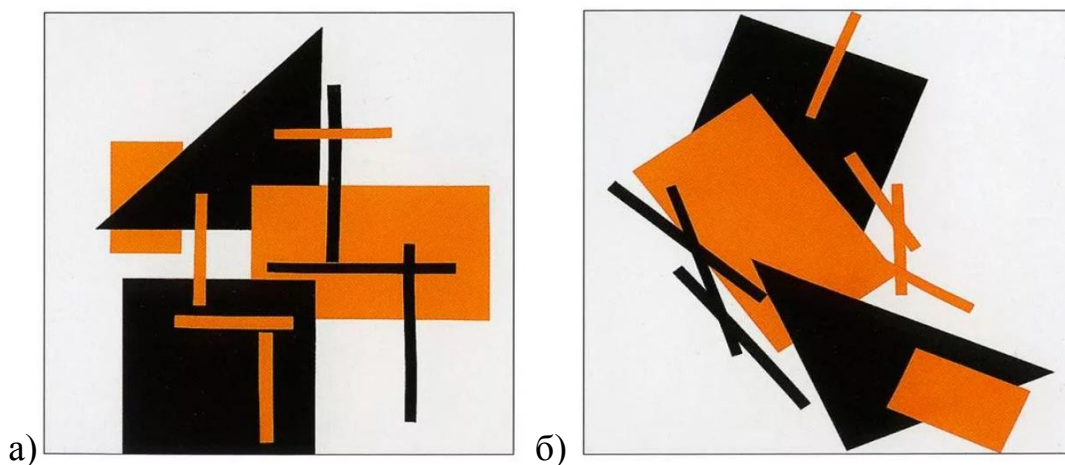


Рисунок 12 – Статика (а) и динамика (б)

Светотень

Светлость – это распределение светлого и темного с различной яркостью цветов, тонов и цветовых оттенков, которое позволяет воспринимать рельеф или объем формы и окружающую его свето-воздушную среду. Светлость помогает выразить эмоции и определить характер окружающей среды. Светотень в архитектуре, скульптуре и других декоративно-прикладных искусствах зависит от реального освещения, выпуклостей и вогнутостей пластики, создающих игру света и тени, а также от эффекта гладкой или шероховатой поверхности (фактуры). Примеры использования светотени на различных фигурах и фактурах приведены на рисунке 13. [1, с. 30]

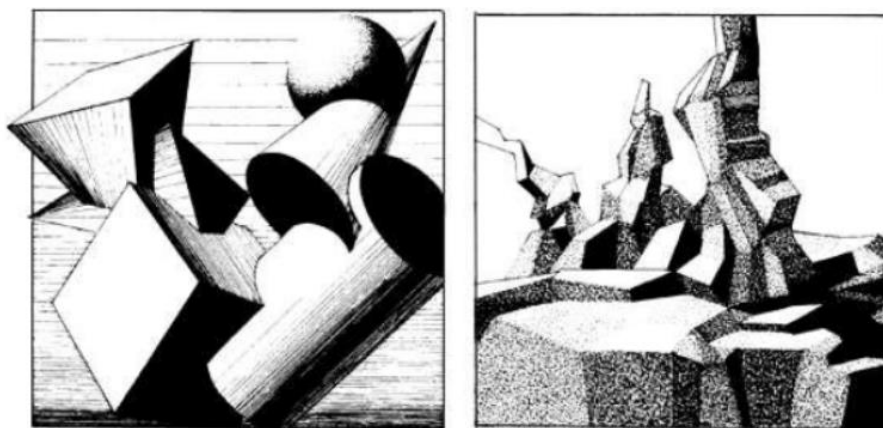


Рисунок 13 – Светотень

Фактура и рельеф

Одним из способов выражения художественного образа произведения является его фактура, которая, наряду с формой и цветом, помогает читателю ориентироваться в действительности. Фактура – это особенность поверхности предмета, которая определяется свойствами материала, из которого он состоит, а также методом его обработки. Таким образом, фактура камня или дерева может быть гладкой, блестящей или шероховатой или грубо обработанной, в зависимости от целей автора и образа.

Фактура и цвет имеют физические характеристики и выразительность. Физические характеристики фактуры включают гладкость, шероховатость, мягкость и другие. Это часто зависит от того, как материал обрабатывается (плетеный, прорезной, тисненый, формованный, граненый и т. д.). Архитектура, декоративно-прикладное искусство, промышленный и средовой дизайн – все это области, где эти характеристики фактуры успешно используются. Примеры фактур изображены на рисунке 14. [1, с. 31]

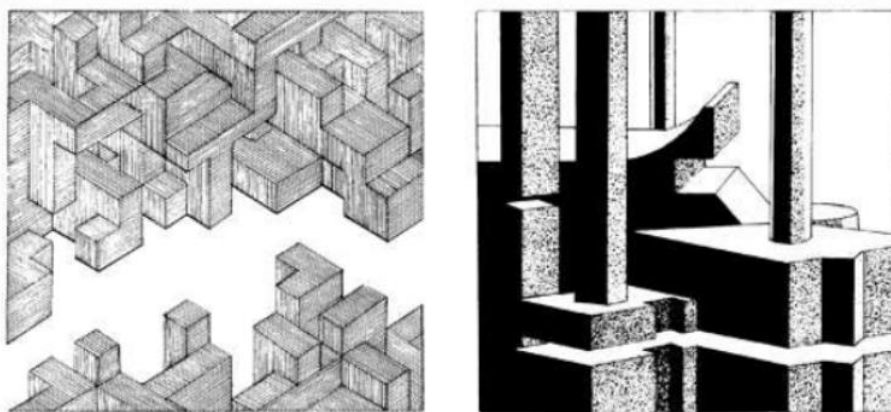


Рисунок 14 – Фактура

В рельефной композиции изображение выпукло или углублено по отношению к плоскости фона. Архитектура, скульптура, декоративно-прикладное искусство и дизайн используют рельеф. Рельеф – это тип фронтальной композиции, где изображение выпукло (или углублено) по отношению к плоскости фона, рисунок 15. Игра света и тени на выпуклых и

углубленных элементах композиции придает ей эмоциональную выразительность, обостренность восприятия. Архитектура, скульптура, декоративно-прикладное искусство и дизайн используют рельеф. Игра света и тени на выпуклых и углубленных элементах композиции рельефа придает ей эмоциональную выразительность и обостренность восприятия. [1, с. 38]

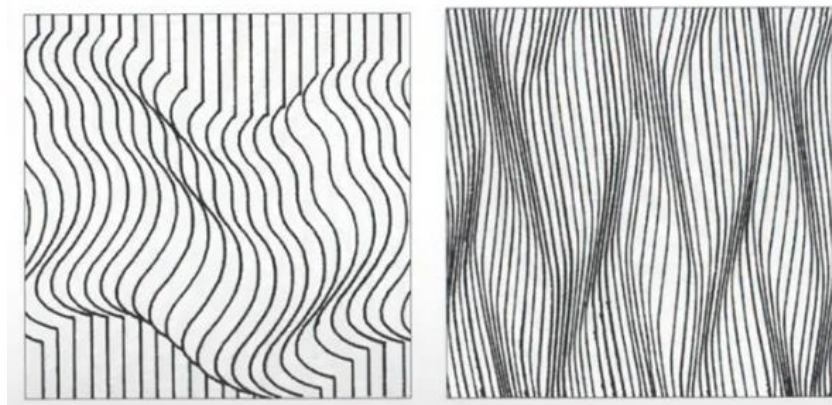


Рисунок 15 – Рельеф

Доминанта, акцент, аналог

Доминанта – это основной элемент композиции, которому следуют все остальные элементы. Кроме цвета и размера доминанта, его необычная форма может выделить его на рисунке. На рисунке 16 приведены примеры с использованием и отсутствием доминанты.[3]

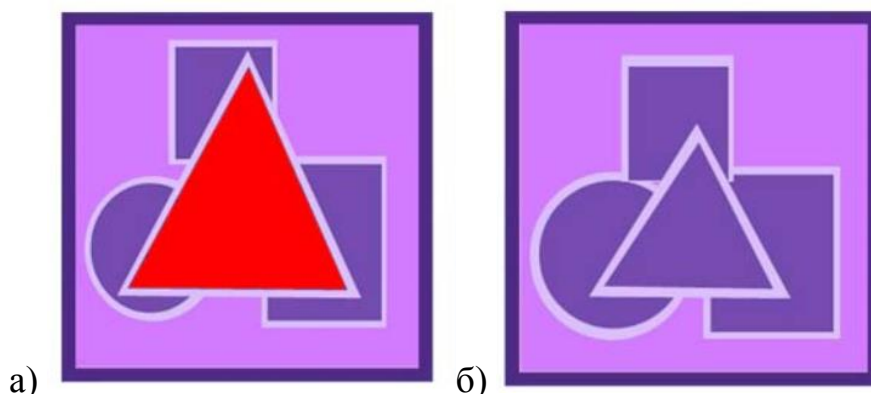


Рисунок 16 – Доминанта по размеру и цвету (а), отсутствие доминанты (б)

Акцент – выделение, подчеркивание элемента, служит для выражения большей выразительности композиции. Чаще всего акцент выделяют цветом, формой (обычно малой, иначе акцент превратится в доминанту). На рисунке 17 можно заметить, как различается восприятие элемента, когда на нем делают акцент, используя один или же несколько способов выделения.[3]

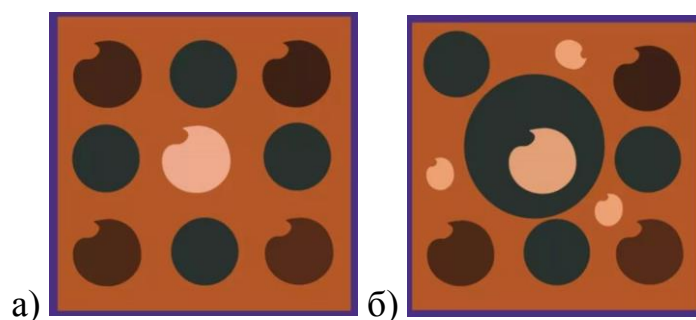


Рисунок 17 – Акцент цветом (а), акцент с помощью размера и цвета (б)

Аналог – уподобление (одинаковые или похожие друг на друга элементы в композиции), рисунок 18. Аналоги придают композиции единство. Чаще всего бывают по цвету, форме, фактуре.[3]



Рисунок 18 – Цветовые аналоги (слева бодрящее воздействие на человека, справа угнетающее)

2. Законы композиции [1]

Формальная композиция демонстрирует законы, по которым строится визуальное произведение и позволяет проследить логику его построения.

Существует три основных закона:

— Закон равновесия;

— Закон целостности, единства и соподчинения;

— Закон центра композиции;

Композиционное равновесие

Уравновешенное состояние формы называется композиционным равновесием, рисунок 19. Простое равенство значений зависит от распределения основной массы композиции относительно ее центра и связано с характером организации пространства, пропорциями и расположением главной и второстепенной осей. вес. Так как ось симметрии уже создает предпосылки для баланса, легче достичь композиционного баланса при проектировании симметричных форм. Дизайнер должен спроектировать форму таким образом, чтобы она была визуально устойчивой, потому что в технологии возможно создание физических креплений для баланса. Зрительная оценка количества вещества, заполняющего пространство внутри видимой геометрической формы, определяет «Визуальную массу» – свойство формы. В зависимости от различных условий можно задавать степень массивности, как и при анализе других свойств формы. Если все остальные их свойства и условия восприятия одинаковы, то большей массе визуально соответствует большая форма. В зависимости от вида формы меняется восприятие массы. Формы, приближающиеся к кубу и шару, имеют наибольшую зрительную массу. Минимальной массы могут достичь формы, приближающиеся к линейным. В зависимости от плотности наполнения и текстуры формы восприятие массы может быть разным. Массивность формы может не ощущаться, если структура поверхности визуально не различима.

Размер пространства, остающегося свободным от опоры в данной форме, влияет на восприятие массы. При отсутствии пустот предметы получают наибольшую массивность в пространстве.

Массу формы можно изменить за счет цвета, текстуры и размера объекта или элементов рядом с ним. Наблюдается увеличение массы по сравнению с более мелкими объектами. Масса объекта уменьшается с увеличением частей. Изменения массивности форм часто используются в дизайне изделий.



Рисунок 19 – Слева изображен пример композиционного равновесия, справа отсутствие равновесия

Целостность, единство и соподчинение

При проектировании того или иного предмета, той или иной вещи важно помнить, что они представляют собой связанные, единые, целостные организмы. Связь между элементами и отдельными частями должна быть конструктивной.

В любом промышленном продукте должно быть что-то главное, основное, ведущее, что-то второстепенное, и должно быть отношение подчинения частей друг другу, их взаимозависимость и обусловленность. Работа развалится, если это не так. Главное надо решать в большем масштабе, в абсолютных размерах и в масштабной системе. Если взять, например, упаковку, обложку книги, плакат и т. п., то главная, основная надпись всегда будет набрана крупным шрифтом, второстепенная надпись будет мельче, третичная надпись будет еще мельче и т. д. Пример соподчинения доминанте представлен на рисунке 21.

Второе условие – главное находится в центре композиции, все остальные части не безразличны к нему по расположению, смещению, затуханию ритма деталей или асимметричности формы.

Третье условие – достижение целостности, композиционного единства: согласованности в построении общей объемно-пространственной структуры предмета, общей формы и форм отдельных его частей.

Общее решение элементов и деталей композиции – четвертое условие достижения цельности. Форма предмета может быть решена более жестко, строго или более пластично с помощью «одного ключа», т. е. графического, пластического и цветового единства форм всех частей и деталей.

Все части и детали произведения должны быть затронуты одним персонажем. Если этого не будет, то в композиции не будет целостности, отдельные части и элементы объекта дизайна будут казаться чуждыми друг другу, это хорошо видно на рисунке 20.

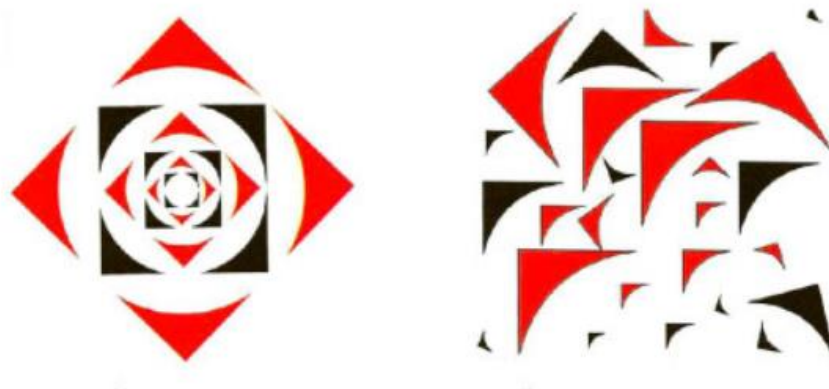


Рисунок 20 – Слева представлен пример целостности, справа отсутствие целостности

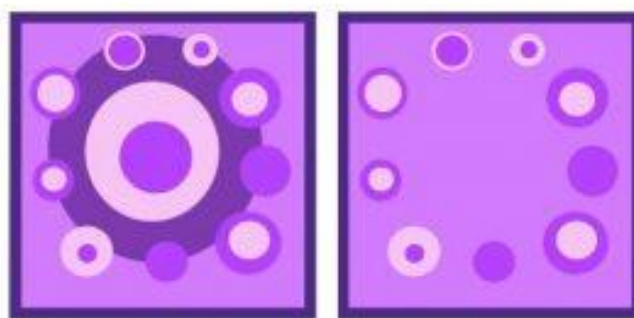


Рисунок 21 – Слева изображен пример подчинения доминанте, справа отсутствие подчинения

Центр композиции

В большинстве случаев понятие композиционного центра есть место сосредоточения основных, наиболее важных связей между всеми элементами формы. Сюжетно-визуальный центр объекта дизайна часто называют «смысловым» или «визуальным» центром объекта дизайна, и необходимо позаботиться о том, что будет в нем главным и как выделить главное, то есть сюжет и центр внимания должны быть обращены на него. светотень - один из способов выделения центра. Способность зрения воспринимать объекты, контрастирующие с фоном, и определяет композиционный центр. Дизайнер может выделить самое главное, если у него есть свет.

Центр композиции может быть смещен в любую сторону от геометрического центра в целом, пример на рисунке 22. Основная идея должна быть в центре внимания композиции. Каждая деталь должна что-то добавлять. Главный объект должен быть выделен, даже если второстепенный незначителен. Важно, чтобы все приемы выделения центра использовались наилучшим образом для более удачного раскрытия замысла дизайнеров и более глубокого содержания дизайна.



Рисунок 22 – Центр композиции, смещенный вверх

1.3 Виды формальной композиции и способы визуализации

Существует три основных вида композиции: фронтальную (плоскость), объёмную (макет) и объёмно-пространственную (архитектура). Эти виды разделены условно, так как часто используются все вместе. Таким образом, фронтальная и объёмная становятся частью пространственного. Также бывает, что сама объёмная композиция, складывается из нескольких замкнутых плоскостей и в то же время является неотъемлемой частью пространства, взаимодействуя с ней.

Данные виды композиций являются основополагающими в художественном проектировании. Фронтальную композицию используют дизайнеры для работы с коммуникативным дизайном, то есть логотипы, товарные знаки и другое. Объёмная композиция помогает в работе с промышленным дизайном, это создание готовых изделий народного потребления, машинного оборудования, транспорта. Объёмно-пространственная композиция тесно связана со средовым дизайном, сюда входят ландшафт, интерьеры жилых и общественных помещений. [1,с.19]

1.3.1 Фронтальная композиция (плоскость) [1]

Фронтальный макет – это простейшая поверхность, в которой распределение элементов формы относится к зрителю в двух направлениях: горизонтальные и вертикальные.

Развитие форм в глубину (зрителем) имеет второстепенное значение или вовсе отсутствует. Это композиция плоской или слегка расчлененной поверхности, расположенной перед основной точкой зрения. Фронтальная композиция сохраняется по мере того, как зритель движется к поверхности и вдоль нее.

Компоновка «выбивается из плоскости», т.е. имеет поплавок, который логично отнести к передним граням. Он непосредственно воспринимается публикой и не требует бокового или панорамного обзора. Рельефы

произведений позволяют раскрыть форму и структуру их композиции через свет и тень.

Фасадная планировка, помимо станковой живописи и графики, широко используется в декоративно-прикладном искусстве (гобелены, батик, витражи, мозаика и др.), а также в коммуникативном дизайне в качестве промышленной графики: фирменный стиль, полиграфическая продукция, товарные знаки и т.д.

1.3.2. Объемная композиция (объем) [1]

Объемная составляющая характеризуется распределением массы по трем пространственным координатам и образует объемную форму с относительно одинаковыми размерами по всем трем осям.

Объемы – это формы, в которых:

- а) три меры относительно эквивалентны;
- б) доминирующая высота;
- в) ширина и глубина превышают высоту.

Сложность и характер объемного макета зависит от количества его элементов (объемной формы). В работе с отдельными объемами может быть два типа подчиненных: доминирующие и не доминирующие. В первом случае группа малых множеств зависит от большого, большого множества, а во втором случае все множества имеют относительно одинаковую массу. Есть еще один аспект, играющий важную роль в определении характера объемной композиции. Вот проблема - запись громкости в окружающее пространство. Объем более реальный и осязаемый, чем официальная композиция. Он может стоять, висеть или стоять, он имеет вес.

К объемным произведениям относятся художественные работы с тремя измерениями (длиной, шириной, высотой), т.е. параметрами, характеризующими объем в целом и решающими художественные задачи. Это скульптура, мелкая пластика, малые архитектурные формы, произведения декоративно-прикладного характера, различные утилитарные объемы, будь то посуда, аудио-, видеотехника, а также средства транспорта, станки и оборудование – в общем, все то, что включает в себя промышленный дизайн.

Даже при этом простом перечислении чувствуется, какое широкое применение может иметь объемная композиция в нашей жизни для создания функциональных предметов, обеспечивающих жизнедеятельность человека.

Для промышленных объектов дизайна следует отметить три основных типа объемной композиции:

1 Композиции, имеющие целостный объем, без развитого внутреннего пространства (инструменты, сосуды или емкости, упаковки и т.д.).

2 Предметы, которые представляют собой ценный объем и имеют внутреннее пространство, не функционирующее непосредственно на человека. Например, приборы (кухонные комбайны, телефоны, аудио- и видеоаппаратура и т.д.). В таких изделиях с точки зрения компоновки в первую очередь интересно разрешение основного объема, хотя есть и внутреннее пространство. Но это пространство представляет интерес для дизайнеров лишь с точки зрения того, как оно влияет на определение общих характеристик и размеров внешней формы, разумеется, не забывая о функции изделия.

3 Изделие имеет трехмерную структуру, которая имеет развитый объем и внутреннее пространство, которое может быть использовано непосредственно человеком. Например, автомобили, самолеты, ваннные комнаты, телефонные будки и т. д.

1.3.3. Объемно-пространственная композиция (пространство) [1]

Объемно-пространственная составляющая – это отношение архитектурно-пространственных, поверхностных, объемных, сложных, пространственных форм друг к другу, расположенных по трем координатам и предназначенных для восприятия сознанием человека при движении по глубине объекта.

Объемная пространственная планировка – вершина творчества дизайнера. Оно воздействует на зрителя не только сочетанием плоскостей, объемов, но и промежутками между ними, т. е. пространством. Окружение может увеличивать или уменьшать выразительность одной и той же композиции. Влияние пространства бесспорно сильнее плана или объема. Здесь говорится не

о значимости или художественной ценности, а именно о степени возможного воздействия.

Для промышленных дизайн-объектов уместно отметить объемно-пространственные композиции, имеющие постоянные внутренние и изменяющиеся внешние объемы. Это, как правило, какие-либо механизмы, например: дорожные и строительные машины (экскаваторы, манипуляторы-роботы, строительные краны и т.п.), у которых внешний объем в процессе работы может меняться.

Решение интерьеров жилых, общественных и промышленных сооружений, организация выставок, музейных экспозиций, театральных зрелищных представлений, городской коммуникативный дизайн – все это является объемно-пространственной композицией.

Расширяя круг применения объемно-пространственной композиции, можно добавить ландшафтный дизайн (садово-парковые решения, мемориальные комплексы, городские остановки и т.д.). Это примеры открытых пространств, то есть снаружи.

1.4 Концепция создания 3D визуализации формальной композиции

Для создания 3D визуализации формальных композиций Института Архитектуры и Дизайна необходимы макеты формальных композиций. Используем макеты института, производим съемку.

Далее переходим к созданию 3D визуализации. Для этой цели используем Blender. Создаем трехмерную модель, добавляем материалы в виде цвета и текстуры. Производим рендеринг готовой композиции. Получаем итог, 3D визуализацию в виде изображений.

Выводы: Формальная композиция довольно часто используется в искусстве и архитектуре. Она может использоваться в качестве вспомогательного элемента, в качестве основы для какого-либо объекта, а

может использоваться самостоятельно. То есть с ее помощью можно сделать схему какого-то сложного объекта, чтобы не перегружать его мелкими элементами, а можно использовать для создания дизайна, где она будет самостоятельным продуктом.

Формальная композиция подчиняется всем тем же законам и средствам композиции по которым строятся все остальные композиции.

Глава 2. Технологии для 3D визуализации формальных композиций

2.1 Blender

Blender 3D – бесплатная программа для создания и редактирования 3D-графики. Программа распространяется на все популярные платформы, имеет открытый исходный код и совершенно бесплатна для всех, также есть русскоязычная версия. Эти функции сделали его чрезвычайно популярным среди начинающих пользователей и настоящих профессионалов моделирования. Программное обеспечение часто выбирают в качестве основного рабочего инструмента для серьезных и важных проектов. По функционалу, графическому редактору и количеству доступных инструментов это приложение практически не уступает платным сборщикам для работы с 3D графикой. [4]

Blender 3D познакомит вас с ключевыми функциями 3D-моделирования, а также даст вам четкий способ использования инструментов для создания или редактирования моделей. В нем собраны почти все опции, доступные пользователям про версии. [4]

Программа доступна на разных операционных системах без привязки к разрядности. Он будет доступен для пользователей Windows, GNU/Linux и Mac OS.

Приложение Blender часто позиционируется как многофункциональный инструмент для работы с трехмерной графикой, анимацией или даже создания компьютерных игр. С этими функциями пользователи явно ожидают серьезных требований к вычислительным ресурсам. Однако дозатор весит всего 70 МБ, что кажется совершенно невозможным при полном режиме работы всех инструментов. Но все элементы пакета действительно раскрывают весь свой потенциал с отличной производительностью. [4]

Основные функции Blender:

1. 3D моделирование. Пользователям доступно большое количество инструментов для создания и редактирования 3D-моделей разной степени

сложности. Кроме того, вы можете моделировать объекты, используя встроенные примитивы, многоугольники, кривые NURBS и кривые Безье. Кроме того, предоставляется функциональность для создания метасфер и элементов управления формами с использованием логических операций. Не забывайте о технологиях Subdivision Surface и самых простых для понимания инструментах для скульптинга. Как и в профессиональных сборщиках, здесь предусмотрены модификаторы для изменения формы моделей. [4]

2. Создание анимации. Хотя само программное обеспечение предназначено для моделирования, анимация также хорошо представлена. Вы можете использовать традиционную скелетную анимацию или оснастку, инверсную кинематику, различные ограничения и многое другое. Все коэффициенты и параметры настраиваются с помощью встроенных инструментов. Кроме того, показана динамика объектов разной жесткости и формирование анимации малых частиц. [4]

3. Текстуры. Вы можете применять несколько текстур к одному и тому же объекту одновременно. Существует множество инструментов виньетирования, включая UV-картографирование и частичные корректировки. Настройка шейдеров делает это намного проще. [4]

4. Рисование. Есть множество встроенных инструментов для создания набросков кистью прямо в окне программы. Теперь эта функция используется для обучения более реалистичной двухмерной анимации. [4]

5. Инструменты визуализации. Есть несколько предустановленных инструментов для одновременного просмотра результатов работы, а также предусмотрена совместимость со сторонними рендерерами от разных разработчиков.

6. Видеоредактор. Даже очень опытные пользователи могут не знать о наличии этой функции. Тем не менее, программа предлагает видеоредактор с хорошими инструментами.

7. Последние версии программы оснащены собственным игровым движком, с помощью которого можно создавать приложения с интерактивным

функционалом. Если у вас есть определенные навыки, не составит труда внести изменения в созданную игру через Python API. [4]

2.2 Autodesk 3D max

3Ds Max был одним из первых редакторов 3D-график. За время своего существования пакет сменил несколько названий. С 2005 года программа выпускается под привычным названием Autodesk 3D Max. Это приложение считается одним из самых полных пакетов 3D-моделирования, содержащее множество плагинов и надстроек для выполнения самых разных задач. [5]

Эта программа традиционно считается профессиональным инструментом архитекторов и дизайнеров интерьеров. Причиной этого является удобство 3D-моделирования твердотельных объектов, большая свобода в моделировании и качественные модули для фотореалистичного рендеринга. Однако современные версии Autodesk 3Ds Max позволяют выполнять большое количество функций и выходить за рамки архитектурных моделей. [5]

В результате в программе хорошо реализована система частиц, а также инструменты анимации. Благодаря продуманному механизму физических вычислений моделирование поведения твердых и мягких объектов не составляет труда. Пользователи управляют 3D-моделями на основе реальных законов физики, обеспечивая удивительную реалистичность. [5]

Основные функции 3Ds Max:

1. 3D моделирование

Основная функция программы – создание и редактирование 3D графики. Остальные опции предназначены для дополнения созданных объектов и доведения их до реалистичного внешнего вида. Программа оснащена огромным количеством разнообразных модификаторов, инструментов для работы с моделями. 3Ds Max предлагает такие типы проектирования трехмерных объектов:

— Полигональное моделирование. Самый распространенный вид 3D-моделирования, встречающийся во многих пакетах трехмерной графики. Может использоваться для разработки моделей различной сложности;

— Моделирование на основе примитивов. 3Ds Max содержит встроенную библиотеку стандартных объектов, так называемых примитивов. Во многих случаях создание моделей начинается именно с них, ведь к таким примитивам применимы разнообразные модификаторы;

— На основе сплайнов. Также один из базовых способов моделирования. Заключается в построении каркаса изделия из трехмерных кривых (сплайнов). На его основе генерируется сам 3D-объект;

— На основе NURBS-кривых. NURBS, или неоднородный рациональный B-сплайн представляет собой особую технологию разработки 3D-моделей. Идеальный вариант для моделирования органики и объектов, имеющих гладкую поверхность;

— На основе поверхностей Безье. Особый способ 3D моделирования на основе кривых Безье. Зачастую применяется к отдельным частям 3D модели, для которых создается сеть контрольных точек. С их помощью поверхность можно растягивать в любом направлении. [5]

2. 3D визуализация

Autodesk 3Ds Max – это действительно мощная программа для визуализации, совместимая со многими модулями моделирования света, используемых материалов и различных эффектов. Приложение предоставляет возможность гибкого управления настройками, включая экспозицию, глубину резкости, и многое другое. [5]

Окно Material Editor (редактор материалов) в 3Ds Max реализовано по нодовому принципу, т.е. каждая функция вынесена в отдельное диалоговое окно, за счет чего управлять материалами легко и удобно. [5]

3. Анимация

Примечательно, что функция создания анимации применима практически ко всем объектам на сцене. В остальном, она реализована очень качественно.

Анимации поддаются как целые объекты, так и отдельные их элементы. Присутствуют эффекты движения частиц (огонь, дым, брызги, снег), жидкостные эффекты. Также есть возможность детального моделирования траекторий движения объектов. Пользователь вплоть до малейших перемещений определяет путь передвижения моделей. [5]

Вдобавок ко всему, инструменты анимации можно самостоятельно создавать и редактировать, а с их помощью формировать новые контроллеры анимации в среде создания графов. Не забывайте о динамике твердых и мягких тел, ткани, и многом другом. Помимо прочего программа предлагает возможность видеомонтажа анимационных сцен и множество фильтров изображений. [5]

4. Интеграция с другими пакетами 3D и 2D графики

3Ds Max поддерживает «командную работу» и функционирует с файлами различных программ. Есть возможность экспорта и импорта проектов из других и в другие приложения. Также реализована функция совместной работы над одним проектом при помощи внешних ссылок. Для работы с плагинами, текстурами, изображениями, 3D-моделями, созданными в других приложениях пакет поддерживает огромное количество типов файлов. [5]

5. Огромное количество плагинов

Для представленной программы разработано немереное количество плагинов и дополнений. Каждый из них отвечает за конкретные задачи. В частности, существует много плагинов для моделирования фотореалистичных эффектов дыма, огня, взрывов, салютов, брызг и т.д. Разработаны также отдельные дополнения, помогающие моделировать ландшафты, звездное небо. Некоторые модули направлены на более удобное создание органики (растений и прочего). [5]

Здесь описаны многие, но не все функции программы. Также присутствуют функции облегчающие 3D моделирование.

— Модуль HairandFur. Предназначен для простого моделирования шерсти, волос, травы и прочих подобных элементов. Очень удобный и функциональный инструмент;

— Текстурирование и UV-маппинг. Накладывание текстур в последних версиях 3Ds Max значительно упрощено и обеспечивает высокую гибкость;

— Моделирование твердотельных объектов. Autodesk 3Ds Max — чрезвычайно удобная программа для этой цели. Пакет оснащен всеми необходимыми инструментами для 3D моделирования Hard Surfaces;

— Булевы операции (Booleans). Предназначены для простого и быстрого добавления/вычитания одного объекта из другого. Очень популярная опция в среде 3D моделирования;

— Система частиц. Благодаря этой системе, реализованной очень качественно, появляется возможность разработки абстрактных компонентов — дыма, капель дождя, брызг фонтана и т.д.

В зависимости от версии программы особенности могут варьироваться. Потому представлены базовые опции, доступных практически во всех современных модификациях 3Ds Max.

Из минусов данной программы можно выделить высокие системные требования. Это обратная сторона широкого функционала. Чем сложнее проект, тем больше ресурсов компьютера требует программа. [5]

2.3 Сравнительный анализ программ для 3D визуализации

В данном пункте мы разберем различия и сходства программ Blender и Autodesk 3Ds Max.

Первым и самым весомым критерием выступила цена. Blender является бесплатным программным продуктом. Доступ к программе Autodesk 3D max осуществляется по подписке и может варьироваться от 235\$ до 5,625\$ в зависимости от длительности подписки.

Вторым критерием мы рассматриваем уровень подготовки пользователя, для которого предназначен продукт. Blender подходит как новичкам, так и профессионалам, так как имеет более простой и интуитивно понятный для пользователя интерфейс, но в то же время включает в себя все основные функции профессионального продукта. Autodesk 3D max является в первую очередь профессиональным продуктом и требует набора определенных навыков и знаний, необходимых, для комфортной работы.

Третий и четвертый критерии связаны с предыдущим, поскольку от того, на кого рассчитан программный продукт, зависит его функционал и интерфейс. Так как Blender рассчитан для большего количества пользователей, он имеет более простой и удобный в использовании интерфейс, но уступает по функционалу, хотя и не в большой степени. А Autodesk 3D max, являясь профессиональным продуктом, имеет широкий спектр дополнительных функций и модулей, поэтому и более сложный интерфейс.

Пятый критерий это системные требования. Производитель указывает следующие системные требования для установки версии Autodesk 3Ds Max:

- Операционная система: 64-битная Microsoft Windows 10.
- Процессор: 64-битный процессор Intel или AMD многоядерный процессор с поддержкой инструкций SSE4.2.
- Видеокарта: любая из списка сертифицированного оборудования для соответствующей версии 3Ds Max.
- Оперативная память: минимум 4 Гб, но лучше 8 Гб и более.

— Место на жестком диске: 9 Гб свободного дискового пространства.

Для Blender минимальными требованиями являются:

— 64-разрядный четырехъядерный процессор с поддержкой SSE2

— 8 Гб оперативной памяти

— Дисплей Full HD

— Мышь, трекпад или ручка + планшет

— Видеокарта с 2 Гб оперативной памяти, OpenGL 4.3

— Младше 10 лет

Шестой и седьмой критерии схожи, это скорость работы самой программы, ее запуска и отдельно скорость рендеринга, так как мы будем использовать эту функцию в работе. На обычном ноутбуке быстрее будет работать Blender, так как для хорошей работы 3D max нужен мощный компьютер.

Вывод: Таким образом, сравнив все критерии, становится понятно, что для нашей цели лучше подойдет Blender. Его мы и будем использовать в нашей работе. Для удобства, краткие результаты сравнений приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение программ по критериям

Критерии	Blender	Autodesk 3D max
Цена	Бесплатно	235\$ ≈ 18 052руб./мес.
Уровень подготовки	Подходит для новичков	Профессиональный
Интерфейс	Прост в использовании, интуитивно понятен	Более сложный
Функционал	Меньше	Шире
Системные требования	Низкие	Высокие
Скорость работы программы	Быстро	Более медленный
Скорость рендеринга	Быстро	Медленно

Глава 3. Создание 3D визуализации

3.1 Процесс создания 3D визуализации

Для создания 3D визуализации формальной композиции Института Архитектуры и Дизайна требуется макет формальной композиции. Этот макет мы снимаем на фотоаппарат и получаем изображения в высоком качестве и с разных ракурсов, для того, чтобы был хорошо виден объект, его размеры и отношение деталей друг к другу. Пример фото изображен на рисунке 23.



Рисунок 23 – Фронтальное фото макета ИАИД

Теперь начинается этап моделирования 3D объекта в Blender.

Для начала создаем три плоскости, на первой будут располагаться два наших объемных объекта, а из двух других мы и будем создавать эти объекты.

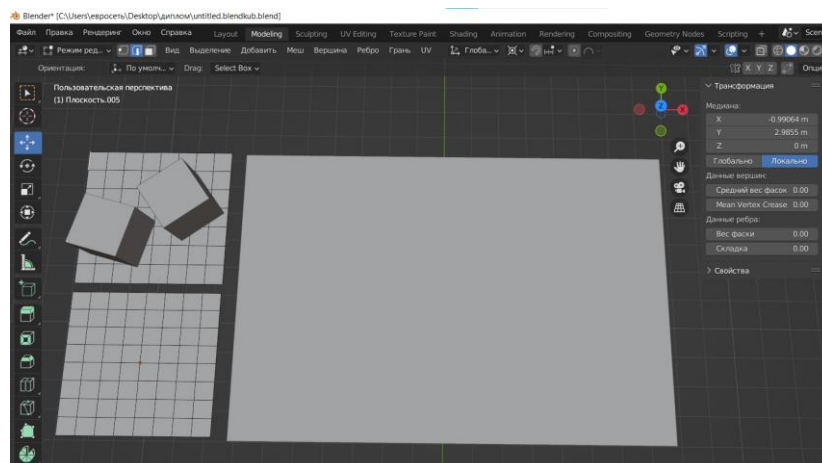


Рисунок 24 – Окно Blender с тремя плоскостями

Первым будем создавать макет с двумя кубами в цвете. Фотографии макета будем использовать как кальку и ориентир. Добавляем два куба на плоскость, точно также как они находятся на изображении. Разделяем плоскость и кубы на сеточку, по которой будет удобно расчерчивать рисунок, который изображен на фото. Далее разрезаем с помощью инструмента нож линии рисунка. Выделяя поэтапно каждую плоскость, добавляем ей материал, выбираем нужный цвет и присваиваем его, так поступаем со всем макетом, рисунок 25.

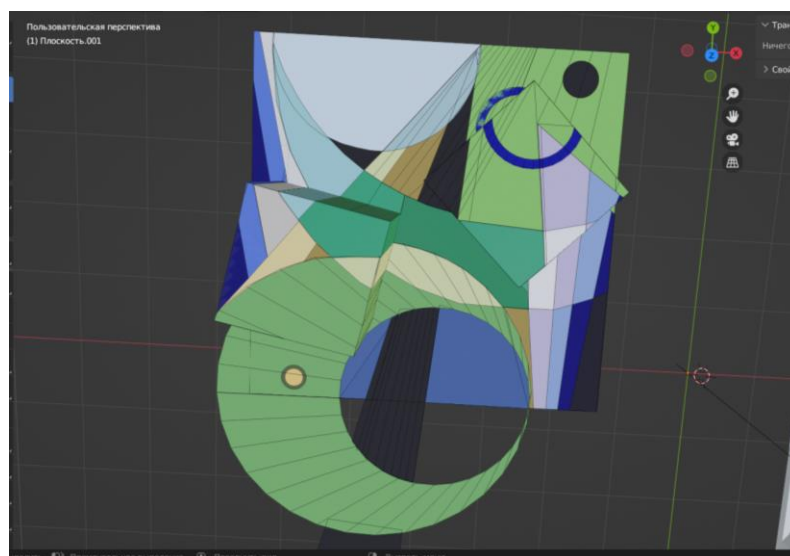


Рисунок 25 – Макет на первой плоскости

Теперь создадим макет однотонный, в котором рельеф, зависит от цветов на первом макете, насколько яркий или насыщенный цвет, а также теплота и высота расположения этого цвета. Так светлые тона возвышаются над темными, теплые над холодными и те цвета, что были выше на первом макете, станут выше на втором. Также как и в первом случае, разбиваем нашу плоскость на сетку, для удобства разметки и деления на нужные нам части. Только теперь используем наш первый макет как кальку, наложив его поверх, при необходимости скрываем ненужные нам объекты. Выбирая нужные плоскости выдавливаем их вверх, в зависимости от того какого они цвета и где располагаются на первом макете. Таким образом, получаем рельеф всей плоскости и возвращаем первый макет на прежнее место, рисунок 26.

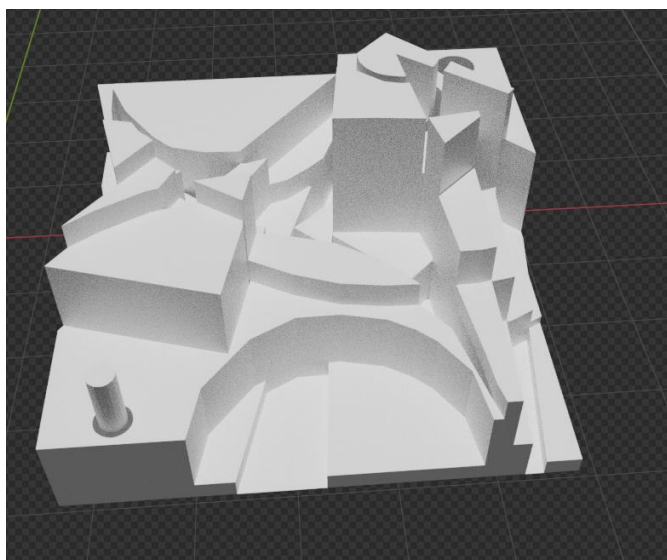


Рисунок 26 – Макет на второй плоскости

Затем собираем полную композицию. Добавляем на общую плоскость цвет, текст, изображения и выставляем свет и камеру, так как нужно нам, чтобы был хорошо виден макет, рисунок 27.

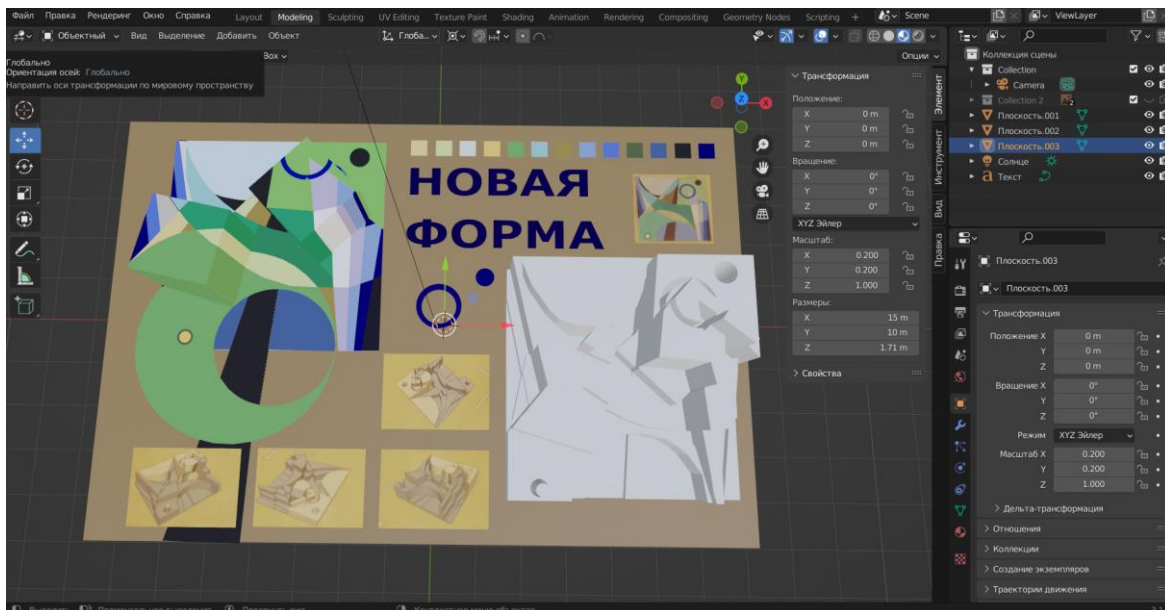


Рисунок 27 – Готовый макет формальной композиции

Производим рендеринг изображений, пример представлен на рисунке 28. Изображения, полученные при рендеринге, находятся в приложении А.

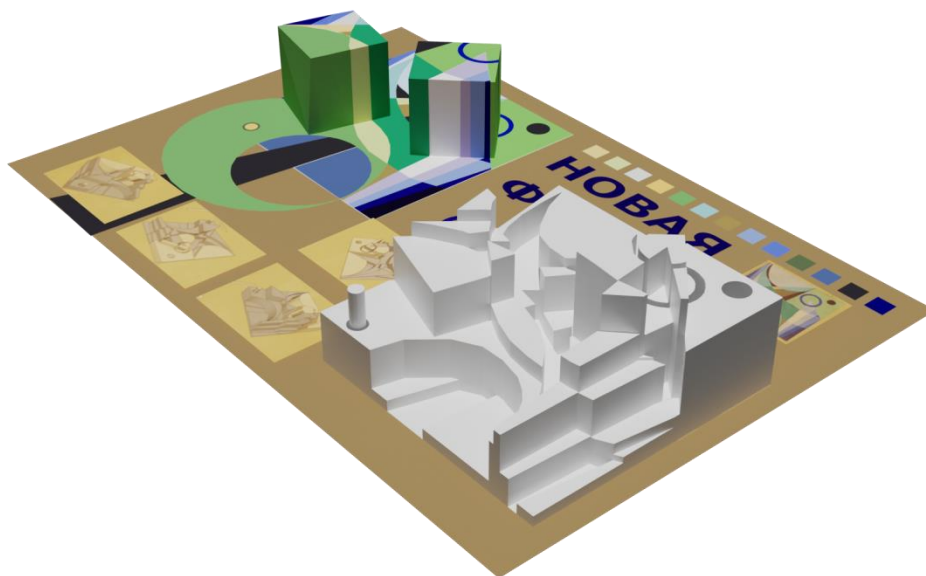


Рисунок 28 – Пример рендеринга изображения

3.2 Практическое применение

3D визуализация формальных композиций может быть использована в обучении. Она будет полезна как преподавателям, так и студентам. Обучающиеся будут наглядно видеть, о чем идет речь, тренируя свою насмотренность, а для преподавателей будет удобен формат использования, так как не нужен физический макет, который более трудозатратен в использовании.

Также 3D визуализации будут полезны в архитектурном проектировании. Она помогает архитекторам и инженерам точнее представлять себе будущий объект, его размеры и точное расположение элементов, рассчитывать общий объем строительных материалов и т.д.

В дизайне визуализация помогает точно определиться с будущей композицией. Особенно в дизайне интерьеров эта вещь действительно необходима, благодаря ей заказчик и дизайнер могут понять друг друга и найти оптимальное решение, которое будет и красивым и функциональным.

Реклама часто использует для своих целей 3D визуализацию, так как это помогает продвигать свой товар и привлекать большее количество клиентов, а также партнеров.

В промышленности ее используют для моделирования машин, механизмов и создания схем расположения оборудования.

Медицина использует 3D визуализацию для создания 3D моделей органов и костей для планирования операций и создании протезов.

Также 3D визуализация обширно используется в медиа, при создании игр фильмов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проделанной работы была создана 3D визуализация формальной композиции Института Архитектуры и Дизайна. Она была создана в программе Blender. Этот программный продукт был выбран исходя из нескольких причин. Во-первых, он обладает всеми необходимыми функциями для достижения поставленной цели. Во-вторых, является бесплатным и имеет простой, доступный любому пользователю интерфейс. В-третьих, имеет невысокие требования к техническому оборудованию.

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

— Рассмотрены виды формальных композиций в современном искусстве и разработана концепция по созданию 3D визуализации;

— Изучены технологии для создания 3D визуализации формальных композиций;

— Создана 3D модель для представления макета формальной композиции ИАиД и произведен рендеринг изображений;

Данная 3D визуализация позволит увидеть макет формальной композиции Института Архитектуры и Дизайна с разных ракурсов, что позволит учащимся подробно рассмотреть ее пропорции, цвета, композицию в целом и с большей вероятностью лучше усвоить материал занятия.

Формальная композиция довольно часто используется в искусстве и архитектуре. Она может использоваться в качестве вспомогательного элемента, в качестве основы для какого-либо объекта, а может использоваться самостоятельно. То есть с ее помощью можно сделать схему какого-то сложного объекта, чтобы не перегружать его мелкими элементами, а можно использовать для создания дизайна, где она будет самостоятельным продуктом.

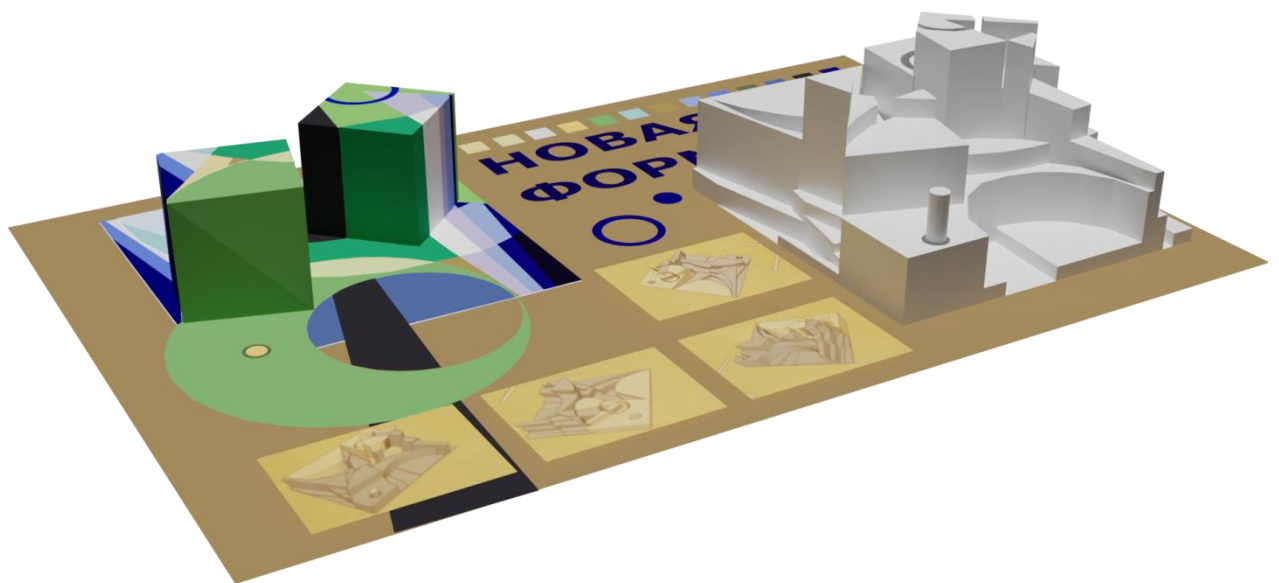
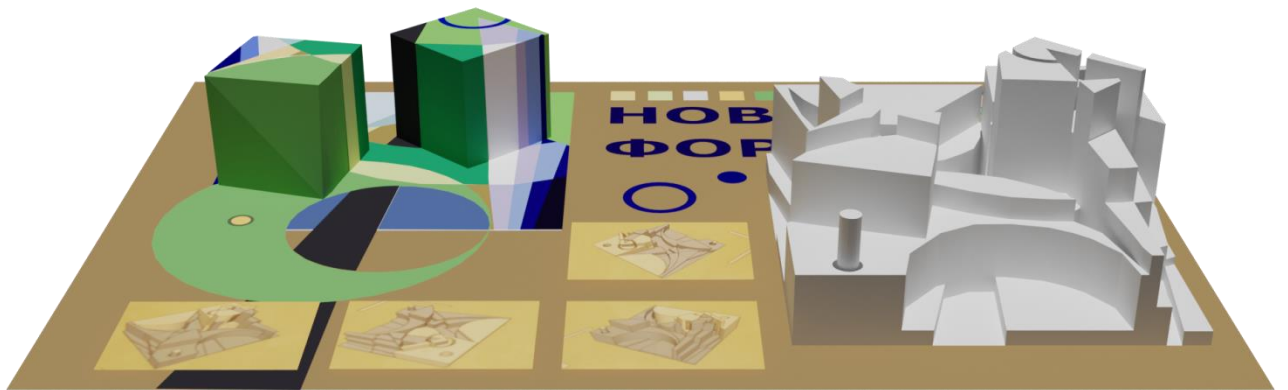
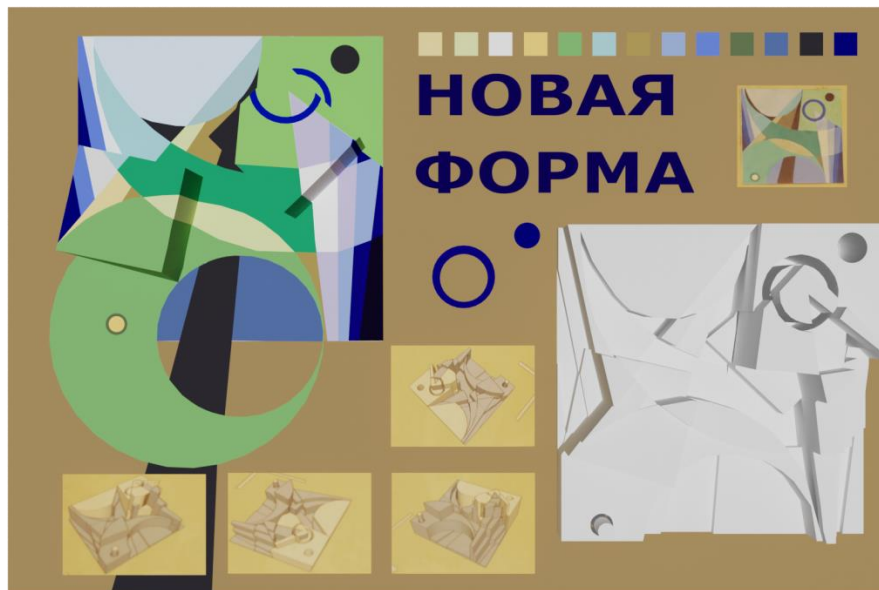
Формальная композиция подчиняется всем тем же законам и средствам композиции по которым строятся все остальные композиции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

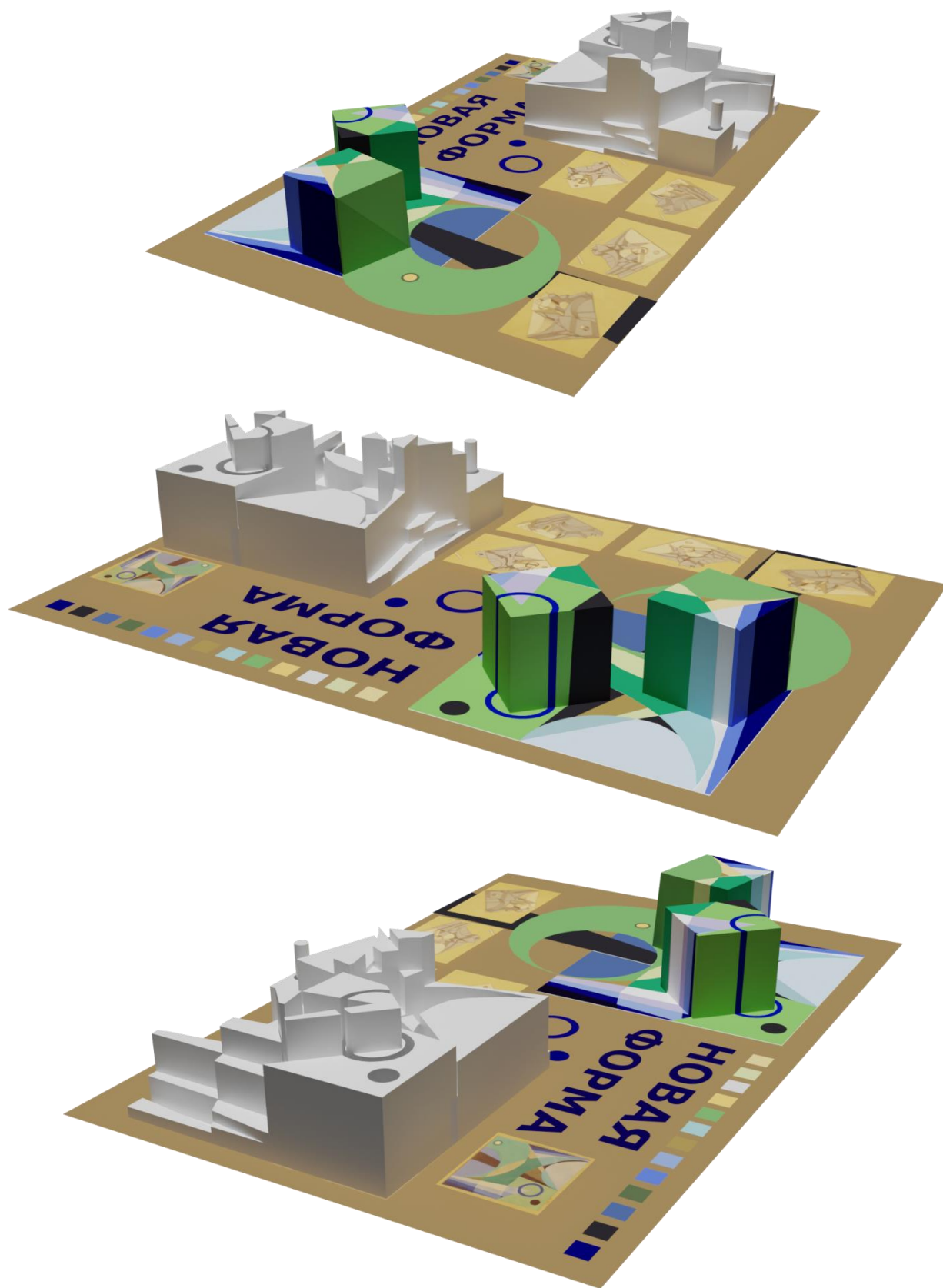
1. Библов А. П. Основы формальной композиции: Учебное пособие. Владимир: ВГПУ, 2006 — 81 с. – ISBN 5–87846–510–8.
2. Яцюк, О. А. Основы графического дизайна на базе компьютерных технологий: БХВ–Петербург; СПб.; 2004. – 350 с. – ISBN 5-94157-411-8.
3. Елена Лебедева Графический дизайн / Дизайн. Формальная композиция. Законы и приемы. – 2023 г. – URL: <https://solla.site/composition/>
4. JUNIOR : сайт / Статьи. Программа Blender 3D. – 2023 г. URL: <https://junior3d.ru/article/blender-3d.html>
5. 3DDevice. Created by ALEXEYGREK Studio. : сайт / Обзоры. Обзор 3ds max: кратко о главном. – 2021 г. URL: <https://3ddevice.com.ua/blog/3d-printer-obzory/obzor-3ds-max/>
6. АНО ДПО "Академия дополнительного профессионального образования". : официальный сайт / Учебный центр вычислительной техники. Области применения 3D-технологий в современном мире. 2023 г. URL: <https://ucvt.org/blog/oblasti-primeneniya-3d-tehnologij-v-sovremennom-mire>
7. Media contented. : сайт / Курсы. Курсы. 3Ds Max. – 2023 г. URL: <https://media.contented.ru/glossary/3ds-max/>
8. Vchemraznica.ru : сайт / Разницы и отличия. Какая программа лучше Blender или 3DS max? – 2023 г. URL: <https://vchemraznica.ru/kakaya-programma-luchshe-blender-ili-3ds-max/>
9. Education-WIKI.com : сайт / 3DS MAX против Blender - 12 удивительных отличий, о которых вы должны знать. – 2023 г. URL: <https://ru.education-wiki.com/6628350-3ds-max-vs-blender>
10. JUNIOR : сайт / Статьи. Все о программе 3Ds Max и 50 полезных советов и хитростей по работе в ней для начинающих – 2023 г. URL: <https://junior3d.ru/article/3Ds-Max.html>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

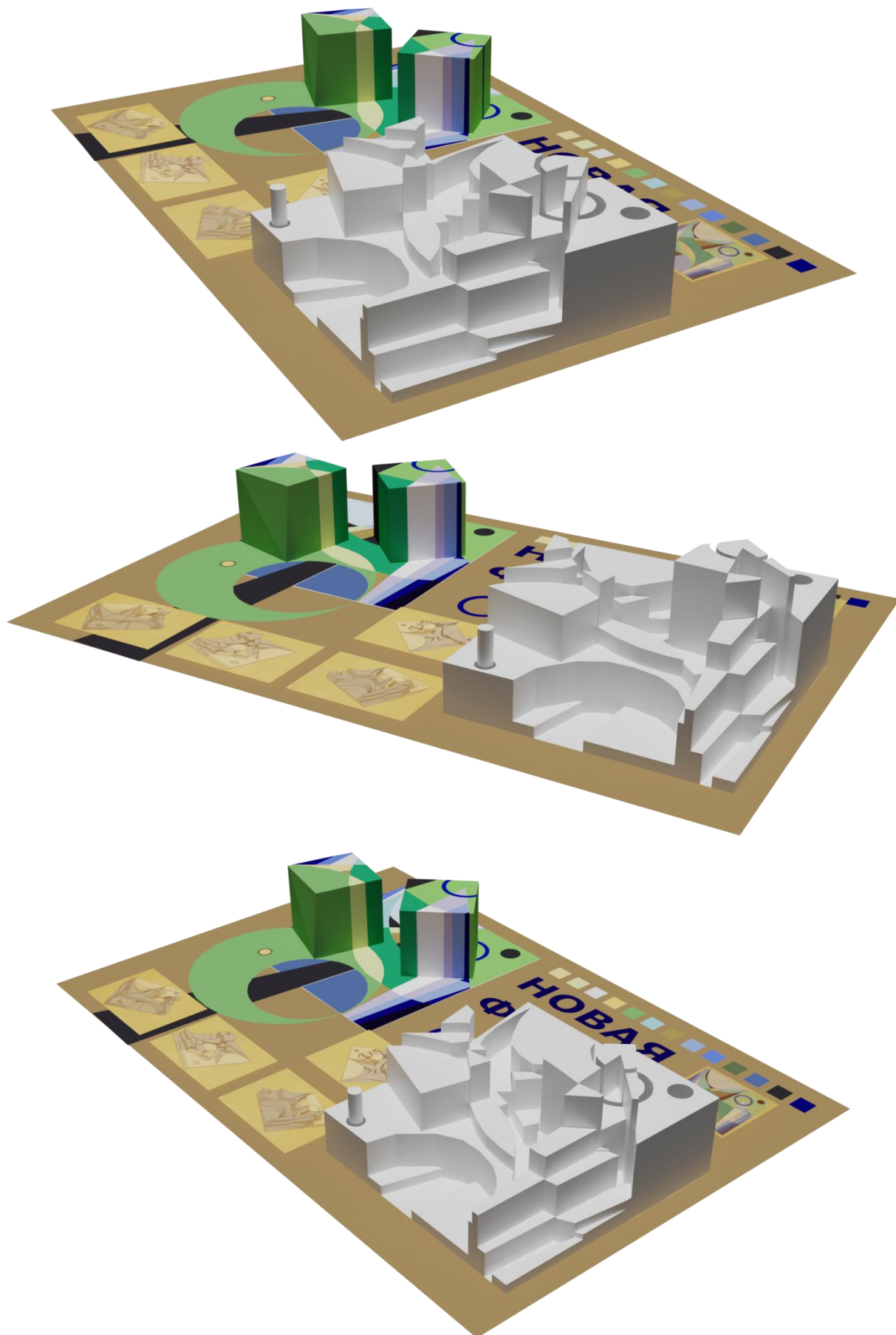
Изображения полученные при рендеринге



Продолжение приложения А



Окончание приложения А

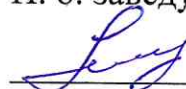


Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Гуманитарный институт
Кафедра информационных технологий
в креативных и культурных индустриях

УТВЕРЖДАЮ

И. о. заведующего кафедрой



М. А. Лаптева

« 27 » июня 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

3D – Визуализация формальных композиций ИАиД.

Направление подготовки: 09.03.03 Прикладная информатика

Наименование программы: 09.03.03.30 Прикладная информатика

Руководитель



проф., док. филос. наук Р. П. Мусат

Выпускник



А. И. Сафронова

Нормоконтролер



И. Р. Нигматуллин

Красноярск 2023