



ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
ДЕПАРТАМЕНТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ГОРОДА МОСКВЫ

КОМИТЕТ ПО АРХИТЕКТУРЕ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВУ
ГОРОДА МОСКВЫ

РАСПОРЯЖЕНИЕ

19 апреля 2023.

№ 64-16-192/23/969

Об утверждении технических требований к трехмерным моделям объектов, размещаемым в электронной форме в информационных системах города Москвы

В целях внедрения унифицированного подхода и обеспечения технической совместимости данных при формировании единого геоинформационного пространства города Москвы, а также обеспечения доступа органов исполнительной власти города Москвы к пространственным данным и метаданным об объектах, расположенных на территории города Москвы:

1. Утвердить технические требования к трехмерным моделям объектов, размещаемым в электронной форме в информационных системах города Москвы, согласно приложениям 1, 2, 3 к настоящему распоряжению.

2. Контроль за выполнением настоящего распоряжения оставляем за собой.

Министр Правительства Москвы,
руководитель Департамента
информационных технологий
города Москвы

Э.А.Лысенко

Председатель
Комитета по архитектуре
и градостроительству
города Москвы

Ю.В.Княжевская

Приложение 1
к распоряжению Департамента
информационных
технологий города Москвы
и Комитета по архитектуре
и градостроительству
города Москвы
от 19 апреля 2023 г.
№ 64-16-192/23/769

**Требования к параметрам низкополигональных трехмерных моделей объектов,
размещаемых в электронной форме в информационных системах
города Москвы**

1. Общие положения

Настоящие требования к параметрам низкополигональных трехмерных моделей объектов, размещаемым в электронной форме в информационных системах города Москвы (далее – Требования к низкополигональным моделям), определяют требования к низкополигональным трехмерным моделям, формируемым в электронном виде для последующего размещения в информационных системах города Москвы, за исключением случаев, когда такие требования установлены нормативными правовыми актами Российской Федерации.

2. Термины и определения

В настоящих Требованиях к низкополигональным моделям используются следующие термины с соответствующими определениями:

Термин	Определение
Полигон	В трехмерной графике это поверхность, образованная тремя точками в пространстве.
Полигональная сеть	Совокупность вершин, ребер, граней, полигонов, поверхностей, описывающих форму трёхмерного объекта
Нормаль поверхности	Вектор, перпендикулярный поверхности в данной точке. Для полигональной сети (состоящей из плоских треугольников) принято, что каждый треугольник виден с той стороны, в которую его нормаль направлена.
Текстура	Цифровое изображение, воспроизводящее совокупность визуальных свойств поверхности объекта.
Текстурный атлас	Набор отдельных текстур, размещённых на единой текстурной развёртке.
Общемосковский классификатор территориальных единиц Москвы	Перечень доступен по ссылке: https://data.mos.ru/classifier/2039?pageNumber=1&countPerPage=10
Местная система координат города Москвы (МСК Москвы)	Плоская местная система координат, в которой ведётся государственный кадастр недвижимости, инженерно-геодезические изыскания на территории города Москвы.

3. Сокращения и обозначения

В настоящих Технических требованиях используются следующие сокращения и обозначения:

- *.fbx – Формат файлов, содержащий данные двумерной или трехмерной графики в формате Autodesk FBX.
- *.png – *.PNG (Portable Network Graphics) — формат файлов изображения, поддерживающий сжатие без потерь и используемый для реализации веб-графики.
- *.jpeg – Растворный графический формат, применяемый для хранения фотографий и подобных им изображений.

4. Порядок подготовки трёхмерных моделей

В целях обеспечения корректной загрузки и отображения низкополигональных трехмерных моделей при публикации в информационных системах города Москвы, при подготовке низкополигональных трехмерных моделей учитываются следующие правила: модели должны быть подготовлены в масштабе 1:1, модели должны быть очищены от лишних элементов, не используемых для демонстрации (должны быть убраны источники света, туман).

5. Требования к трёхмерным моделям

Низкополигональные трехмерные модели предоставляются в формате *.fbx версии «2014-2015».

Низкополигональная трехмерная модель должна быть выполнена в соответствии с материалами архитектурно-градостроительного решения.

Таблица 1 «Технические требования к данным цифровых трёхмерных моделей архитектурно-градостроительных решений объектов капитального строительства»

№ п/п	Наименование требования	Описание требования
1.	Требования к наименованиям файлов, объектов, текстур и материалов	Наименования файлов, объектов, текстур и материалов моделей должны задаваться исключительно латиницей (английский алфавит), допускается использовать только буквы, цифры и знак нижнего подчёркивания («_»); Длина наименования не должна превышать значения в 254 символа; Не допускается использование пробелов (для замены использовать знак нижнего подчёркивания), тире и специальных символов («@» «\$», «&» и пр.); Файл модели рекомендуется именовать согласно адресу объекта с использованием транслитерации; Наименования файлов моделей должны содержать описание принадлежности объекта моделирования к территории муниципального образования города Москвы. Код добавляется в начале наименования и отделяется от него нижним подчёркиванием. Коды муниципального образования (четырёхзначный код района) определяются по Общемосковскому

№ п/п	Наименование требования	Описание требования
		классификатору территориальных единиц Москвы. Пример именования файла модели: 0301_Staroalekseevskaya_ul_20.fbx, где «0301» - код, соответствующий Алексеевскому району Москвы.
2.	Требования к форматам представления моделей	Трехмерные цифровые модели должны представляться заявителем в универсальном обменном формате FBX; Представляемые модели не должны содержать вредоносных программ или частей кода; Представляемые модели должны создаваться с применением лицензионных версий программного обеспечения.
3.	Требования к координатному описанию и единицам измерения	Трехмерные цифровые модели должны иметь координатную привязку (располагаться) в Местной системе координат города Москвы (МСК Москвы) и быть на своих абсолютных высотах. Положение моделей в плане и по высоте должно соответствовать проектной документации; Система отображения координат должна быть метрическая со следующими единицами измерения: одна единица соответствует одному метру; Не допускается использование произвольной (условной) системы координат или неполного координатного описания (отсутствие значений высот); Не допускается использование произвольного масштаба модели.
4.	Требования к геометрии модели	Использовать минимально возможное количество полигонов, описывающих силуэт (форму) объекта. Придерживаться рационального использования геометрии (low poly). Пример на рисунке 1; Модель должна состоять из одного объекта (объединена в один объект), то есть не разделена на группы и слои; Рекомендуется не выходить за рамки 15 000 полигонов на модель, чтобы не ухудшать производительность системы; Предельно допустимое количество полигонов в модели - 50 000; Предельно допустимый размер модели – 20 МБ. Обеспечить отсутствие избыточных вершин и граней в модели, а также - отсутствие дубликатов вершин и полигонов в геометрии. Геометрия должна не содержать отрезков нулевой длины, самопересечений полигонов, изолированных точек и линий; Нормали объекта (вектор, перпендикулярный к плоскости лицевой стороны полигона) должны быть направлены в сторону наблюдателя; Модель не должна содержать внутренние конструкции, подземные и внутренние коммуникации, элементы окружения (растительности, благоустройства, объектов движения, транспорта и прочих элементов), не имеющих прямого отношения к моделируемому объекту;

№ п/п	Наименование требования	Описание требования
		Модель не должна содержать элементы рельефа; Для уменьшения количества используемых полигонов незначительные конструктивные или декоративные элементы, не влияющие на общий облик объекта моделирования, отображаются с помощью изображения на текстурном атласе.
5.	Требования к текстурам	<p>Текстуры должны быть включены в FBX файл;</p> <p>Текстуры (растровые изображения) должны представляться в составе текстурного атласа в формате PNG или JPEG. Пример на рисунке 2;</p> <p>При текстирировании модели необходимо использовать единый текстурный атлас. В случае присутствия в архитектурно – градостроительном решении нескольких объектов капитального строительства допускается использование для каждого объекта капитального строительства отдельного текстурного атласа;</p> <p>Обязательно использовать квадратные текстуры с размерами кратными степеням двойки (128×128, 512×512, 1024×1024 пикселей и т.д.);</p> <p>Максимальный размер текстуры - 2048×2048 пикселей включительно;</p> <p>Альфа-канал не используется.</p>

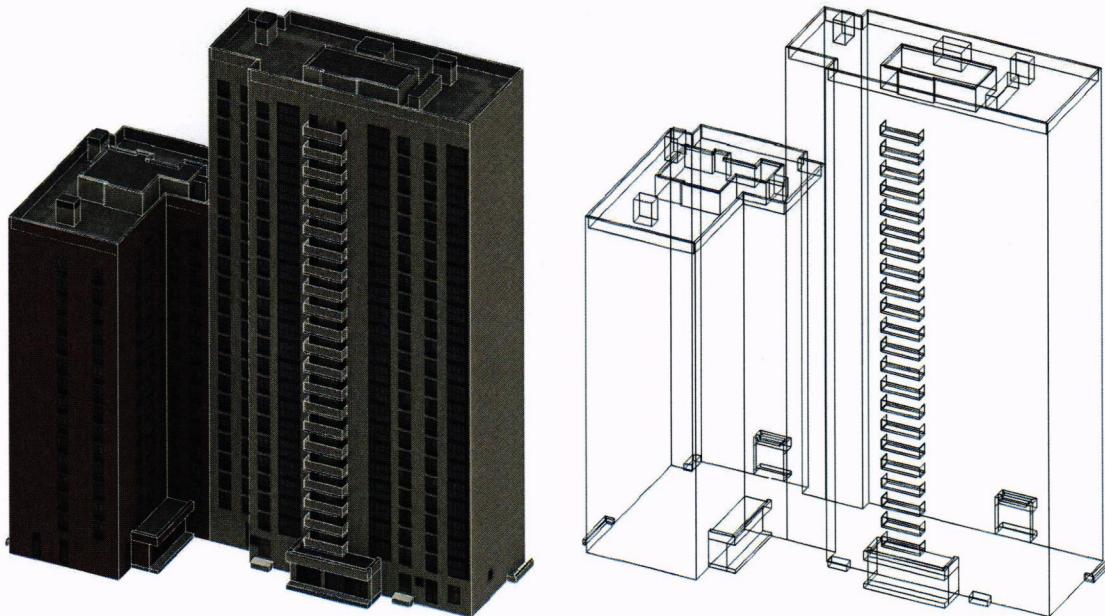


Рисунок 1. Пример проработки модели

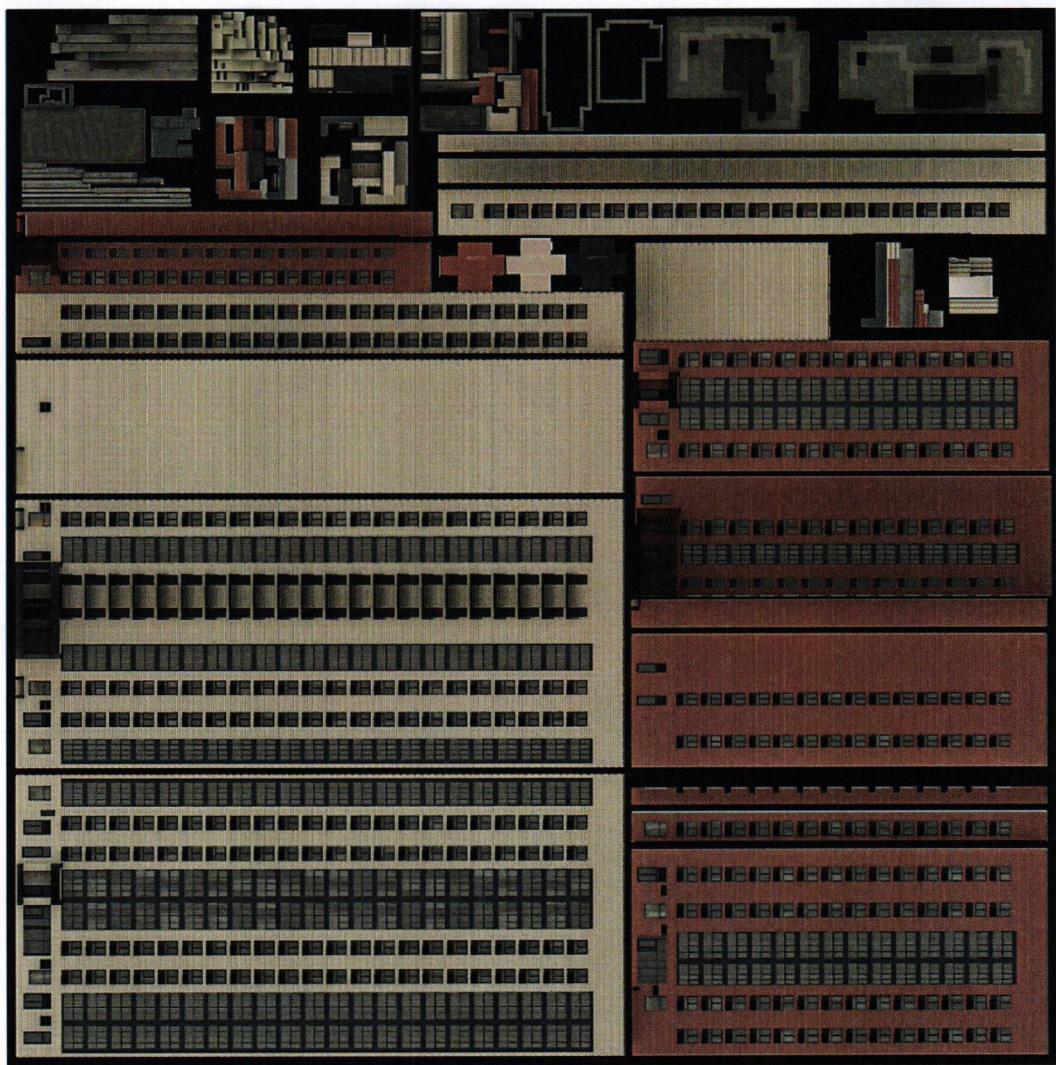


Рисунок 2. Пример текстурного атласа

Приложение 2
к распоряжению Департамента
информационных технологий
города Москвы
и Комитета по архитектуре
и градостроительству
города Москвы
от 19 апреля 2023 г.
№ 64-16-192/23/769

**Требования к параметрам высокополигональных трехмерных моделей
объектов, размещаемых в электронной форме в информационных системах
города Москвы**

1. Общие положения

Настоящие требования к параметрам высокополигональных трехмерных моделей объектов, размещаемых в электронной форме в информационных системах города Москвы (далее – Требования к высокополигональным моделям), определяют требования к высокополигональным трехмерным моделям, формируемым в электронном виде для последующего размещения в информационных системах города Москвы, за исключением случаев, когда такие требования установлены нормативными правовыми актами Российской Федерации.

2. Термины и определения

В настоящих Требованиях к высокополигональным моделям используются следующие термины с соответствующими определениями:

Термин	Определение
Autodesk FBX	Формат для обмена данными между приложениями для трехмерной анимации или визуализации. Он позволяет разным приложениям сотрудничать между собой и передавать данные между ними. FBX поддерживает множество аспектов трехмерной анимации, включая движение, материалы и другие атрибуты. Он поддерживает также текстурирование, цвета, звуки и другие медиа-данные.
Diffuse/Albedo/Bas eColor текстура	Текстура объекта, содержащая в себе RGBA изображение, отвечающее за основной цвет объекта и alpha канал. RGB канал карты - цветное изображение, содержащее основной цвет материала.
ERM текстура	Текстура объекта, состоящая из RGB изображения, в которой каждый канал цвета отвечает за отдельную карту. E - Emissive карта отвечает за светимость отдельных элементов объекта. R - Roughness - карта, отвечающая за создание иллюзии шероховатостей поверхностей. M - Metallic - карта, отвечающая за определение металлических частей объекта.
Normal текстура	Текстура объекта, содержащая в себе имитацию рельефа объекта.
Opacity Mask текстура	Текстура объекта, содержащая информацию о прозрачности (отверстия). Текстура черно-белая строго без градаций серого, где черный цвет отвечает за прозрачности, а белый за непрозрачность,

Термин	Определение
	промежуточных вариантов нет!
RGBA	Red, Green, Blue, Alpha Цветовое пространство, используемым в трехмерной графике, для определения цвета и прозрачности объектов. Компоненты Red, Green и Blue используются для определения оттенка цвета, а компонент Alpha используется для определения прозрачности объектов.
Real time	Визуализация в реальном времени. То есть компьютер просчитывает за одну секунду, заданное количество раз (обычно от 24 – 240. В среднем 30-60) двухмерную проекцию трехмерного пространства через виртуальную камеру
Full time	Визуализация без ограничения во времени, через виртуальную камеру
Texel Density	Соотношение плотности пикселей текстурных карт, пропорционально виртуальной единице измерения (согласно настоящим требованиям - 1 м ²)
UDIM	Unique Digital Identification Method Система автоматических оффсетов для UV развертки. Позволяет накладывать множество разверток и текстур используя одну UV развертку.
UV остров	Часть геометрии трехмерного объекта, проектируемая на плоскость текстурных координат для дальнейшего наложения на геометрию.
UV развертка	Соответствие между координатами на поверхности трехмерного объекта (X, Y, Z) и координатами на текстуре (U, V). Перенос трехмерного объекта на двумерную плоскость для последующего наложения текстур.
A (Alpha) канал	Черно-белое изображение, строго без градаций серого. Она показывает полностью прозрачные участки, такие как отверстия в рабице (вид сетчатой решетки для ограждений) или в различных решетках.
Вектор нормали	Тип вектора, используемый в трехмерной графике для описания направления поверхности. Используются в расчетах освещения и используются для определения того, как свет отражается от объекта. Вектор нормали перпендикулярен поверхности в любой заданной точке и обычно является единичным вектором (вектор с величиной 1). Векторы нормалей можно вычислить, взяв перекрестное произведение двух сторон треугольника.
Виртуальная камера	Объект, как часть любого программного обеспечения для работы в трехмерном пространстве, выполняющий функции окна визуализации
Двумерное пространство	Пространство, в котором любые объекты изображаются в двух измерениях: длина и ширина.
Декоративные элементы	Все элементы здания, которые выходят за рамки основной геометрии.
Декоративные элементы освещения (ДЭО)	Элементы фасада или окружения (прилегающей территории), имеющие постоянную (круглосуточную) светимость. Примерами таких элементов могут быть билборды, рекламные щиты, информационные табло, элементы пожарной безопасности.
Запекание геометрии	Процесс преобразования данных геометрии, таких как вершины меша, в специальную текстуру, который позволяет избежать пересчета вершин меша при отображении и обеспечивает правильное позиционирование соседних вершин меша, чтобы правильно отображать изображение.
Материал	Параметр отрисовки меша указывающий: выбор текстуры, выбор шейдера, дополнительных настроек.

Термин	Определение
Меш	Составная часть трехмерного объекта, представляющая собой совокупность треугольников образующих форму модели.
Меш коллизии	Это меш, который повторяет очертания геометрии всех мешей, входящих внутрь объема этого меша. Меш коллизии выполняется с самой низкой детализацией и добавляется для предотвращения прохода виртуальной камеры сквозь поверхности геометрии оригинальных мешей
Номер слота	Условное обозначение, добавленное в целях унификации всех меток имен материалов и текстур, в рамках одного UDIM материала из сета всех UDIM материалов одного меша и несвязанное с нумерацией слотов в редакторах или движке.
Нормаль поверхности	Вектор, перпендикулярный поверхности в данной точке. Для полигональной сети (состоящей из плоских треугольников) принято, что каждый треугольник виден с той стороны, в которую его нормаль направлена.
Офсет	Техника обработки текстурных данных, позволяющая использовать более легкий и эффективный метод хранения и представления текстурных данных.
Окно визуализации	Бывает двух типов «Real time» и «Full time». Отображает двумерную проекцию трехмерного пространства в объеме охвата области обзора (виртуальной камеры)
Область обзора виртуальной камеры	Пирамида, ориентированная вершиной к камере и основанием от нее так, чтобы охватывать заданную область трехмерного пространства. Угол обзора и дальность охватываемой области можно регулировать перемещением и масштабированием основания этой пирамиды. Сама пирамида обычно не видна.
Опорная точка	Некоторая точка в пространстве, которая является неотъемлемой частью любого меша и относительно которой можно производить трансформацию этого меша
Полигональная сеть	Совокупность вершин, ребер, граней, полигонов, поверхностей, описывающих форму трёхмерного объекта.
Полигон	В трехмерной графике это поверхность, образованная тремя точками в пространстве.
Поликаунт	Количество трехмерных треугольников, образующих форму модели.
Растровая графика	Вид графики, представляющий собой изображение, состоящее из пикселей или отдельных точек. Значения цвета для пикселей кодируются цифрами и используются для построения изображения.
Слот UDIM материалов	Аналог слотов материалов, только с применением технологии UDIM.
Слот материалов	Один из набора материалов, примененных к модели/полигональной сети.
Текстура	Цифровое изображение, воспроизводящее совокупность визуальных свойств поверхности объекта.
Текстурная заглушка	Текстурная карта, в формате *.png, с малым разрешением (256*256 px.), содержащая в себе информацию о цвете в диапазоне RGB.
Текстурные карты	Изображения, которые наносятся на поверхность трехмерной модели для придания ей реалистичного вида. Текстурные карты могут использоваться для увеличения цветовой гаммы или для добавления деталей и текстур.
Текстурные	Набор координат текстуры в двумерном пространстве.

Термин	Определение
координаты	
Трехмерная модель	Объемное цифровое изображение объекта, как реального, так и вымышленного. В рамках реализации технологического процесса публикации, трехмерная модель должна содержать: <ul style="list-style-type: none"> ● Полигональную сеть ● UV развертку ● Вектор нормалей ● Материалы
Трансформация меша	Перемещение, вращение и масштабирование меша
Шейдер	Программа, описывающая процесс применения материала и освещения к поверхности в трехмерной графике. Шейдер определяет, как пиксели отображаются на экране, и использует вектор нормали, вычисленный из перпендикуляра к поверхности, для расчета освещения. Шейдеры могут быть использованы для достижения различных эффектов, таких как текстурирование, отражения, преломление и другие визуальные эффекты.
Эффект «отсутствия» полигона.	Нормаль поверхности, вектор которой направлен одинаково, по отношению к вектору направления взгляда наблюдателя.

3. Сокращения и обозначения

В настоящих Требованиях к высокополигональным моделям используются следующие сокращения и обозначения:

- | | |
|-----------|--|
| *.fbx | — Формат файлов, содержащий данные двумерной или трехмерной графики в формате Autodesk FBX. |
| *.geojson | — GeoJSON — открытый формат, предназначенный для хранения географических структур данных, основан на JSON. |
| *.png | — *.PNG (Portable Network Graphics) — формат файлов изображения, поддерживающий сжатие без потерь и используемый для реализации веб-графики. |
| *.zip | — Формат архивирования файлов, который используется для сжатия одного или нескольких файлов. |

4. Порядок подготовки трехмерных моделей

В целях обеспечения корректной загрузки и отображения высокополигональных трехмерных моделей при публикации в информационных системах города Москвы, при подготовке высокополигональных трехмерных моделей учитываются следующие правила: модели должны быть подготовлены в масштабе 1:1, модели должны быть очищены от лишних элементов, не используемых для демонстрации (должны быть убраны источники света, туман).

5. Требования к трехмерным моделям

Трехмерные модели предоставляются в формате *.fbx версии «2014-2015».

Для моделей обязательна подготовка UDIM разверток.

Все файлы должны быть заархивированы в файл формата *.zip. Моделью могут

быть следующие объекты: прилегающая территория, здание, в том числе отдельные корпусы комплекса зданий. Каждая модель передается отдельным архивом. Архив данных

по трехмерным моделям передается в виде набора текстур для объектов сцены в формате *.png, файла *.fbx и описательной части в формате *.geojson.

Трехмерная модель должна быть выполнена в соответствии с материалами архитектурно-градостроительного решения.

Наличие модели прилегающей территории в проекте не является обязательной, и подготавливается на усмотрение заявителя.

Таблица 1 «Технические требования к архиву данных по трехмерным моделям»

№ п/п	Наименование требования	Описание требования
1	Архив данных по трехмерной модели	<p>Все файлы блока данных по трехмерной модели должны быть заархивированы в файл формата *.ZIP. Имя файла архива задается латинским алфавитом. Имя файла должно соответствовать примеру ниже: <i>SM_NazvanieUlici_NomerDoma_Korpus_Stroenie</i></p> <p>Примечание: если объект не имеет адреса, то в его названии, указывается кадастровый номер (символ «:» заменить на «_») и при наличии номер владения. <i>SM_KadastroviNomer_Vladenia</i></p> <p>Если АГР содержит более одного адреса, но модель объединена общим элементом, например, стилобатом, то она разделяется по адресам на отдельные *.fbx модели.</p> <p>Если несколько моделей имеют одинаковый строительный адрес и кадастровый номер, то необходимо после наименования адреса добавить уникальный индекс, который выбирается на усмотрение исполнителя, в формате _number, где number — это трехзначное число.</p>
2	Структура файлов в архиве	<p>Структура группы файлов, из которого формируется *.ZIP, имеет строго следующий вид:</p> <ul style="list-style-type: none"> - файл *.fbx; - набор файлов *.png - файл *.geojson. <p>Файл *.fbx содержит трехмерную модель. Файл *.png содержит текстурные карты модели. См. пример Приложение 1</p>
3	Наименование файлов *.fbx, *.png	<p>Задается латинским алфавитом, допускается использовать буквы и цифры, без пробелов, тире и спец. символов (кроме нижнего подчеркивания). Каждое новое слово в суффиксах начинается с заглавной буквы. Каждый суффикс разделяется от пред/последующего нижним подчеркиванием.</p> <p>Имя файла *.png должно соответствовать: <i>T_NazvanieUlici_NomerDoma_Korpus_Stroenie</i> <i>_TypeTexture_SlotNumber.NomerUDIM</i> (см. Приложение 3)</p> <p>Имя файла *.fbx должно соответствовать: <i>SM_NazvanieUlici_NomerDoma_Korpus_Stroenie</i></p>
4	Требования к суффиксам	<p>1. <i>SM_</i> - static mesh, применяется к мешам и файлу *.fbx. Обозначает принадлежность объекта к геометрии или модели</p>

№ п/п	Наименование требования	Описание требования
		<p>2. <u>T</u> - texture, применяется к файлам текстурных карт, обозначает принадлежность объекта к текстурам</p> <p>3. <u>M</u> - material, применяется к материалам, обозначает принадлежность объекта к материалам</p> <p>4. <u>NazvanieUlici</u> - название улицы, пишется в латинской literации, каждое слово начинается с прописного символа. Элементы улично-дорожной сети, которые присутствуют в названии улицы, кроме элемента «улица» прописываются в названии.</p> <p>5. <u>NomerDoma</u> - имеет численный и/или буквенный вид и показывает информацию о номере дома</p> <p>6. <u>Korpus</u> - имеет числовой и/или буквенный вид и показывает информацию о номере корпуса</p> <p>7. <u>Stroenie</u> - имеет числовой и/или буквенный вид и показывает информацию о номере строения</p> <p>8. <u>SlotNumber</u> - имеет числовой вид и показывает информацию о номере слота материала. Применяется к материалам и текстурам</p> <p>9. <u>TypeTexture</u> - имеет вид специальных слов, написанных в латинице, каждое слово в этом суффиксе начинается с прописного символа и продолжается строчными, кроме аббревиатур. Применяет только к текстурам, показывает информацию о типе текстуры. Допустимые суффиксы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Albedo или Diffuse или BaseColor - цветовая карта - ERM – E -карта светимости, R-карта шероховатости, M-карта металличности - Normal - карта нормалей <p>10. <u>Main</u> - пишется так как представлен, обозначает принадлежность объекта к элементам здания, кроме стекла. Применяется к мешам, материалам.</p> <p>11. <u>Glass</u> - пишется так как представлен, обозначает принадлежность объекта к полупрозрачным элементам здания. Применяется к мешам, материалам.</p> <p>12. <u>Ground</u> - пишется так как представлен, обозначает принадлежность объекта к элементам подложки здания. применяется к мешам, материалам.</p> <p>13. <u>NumberUDIM</u> - имеет численный вид и показывает информацию о номере UDIM ID текстуры. Применяется к текстурам</p> <p>14. <u>UCX</u> - коллизия. Обозначает принадлежность объекта к геометрии коллизии.</p>
5	Типы текстур	Diffuse, ERM (Emissive, Roughness, Metallic), Normal, Opacity Mask (кодируется в Альфа-канал текстуры Diffuse)
6	Требования к декоративным элементам освещения	<ol style="list-style-type: none"> 1) Добавление светящихся элементов или их исключение устанавливаются исполнителем; 2) Карта Emission задает только силу свечения, так как она добавляется в R канал карты ORM и хранить информацию в градациях серого. 3) Цвет ДЕО задается в тех же текстурных координатах, но в карте Diffuse, или Albedo, или BaseColor.

№ п/п	Наименование требования	Описание требования
7	Требования к текстурам	1) Допустимое разрешение 256*256 (применительно к текстурным заглушкам), 2048*2048, 4096*4096 2) Текстуры не интегрируются в файл *.fbx, а передаются отдельно в едином архиве с остальными файлами модели.
8	Текстурные заглушки	Разрешение такой текстуры должно быть равно 256*256 px. Используется применительно к случаям, когда необходимо передать только цвет, без фактуры и дополнительных свойств. Примечание: Плотность текстуры не имеет значения. Требования Texel Density к ним не относятся.
9	Элементы содержащие сквозные отверстия или сложные вырезы	1) "Отверстия или вырезы необходимо реализовать текстурной картой "Masked" в целочисленном диапазоне 0..1(без градаций серого), где 0 - пустота, а 1 - заполненное пространство. Этую текстурную карту необходимо запекать в альфа канал карты "Diffuse/Albedo/BaseColor". 2) Полигоны, на которые назначена текстура с прозрачностью, должны быть продублированы с поворотом нормали в противоположную сторону "
10	Texel Density	Нижняя и верхняя граница плотности пикселя на метр 512-1706 px/m и высчитывается по формуле: $\text{Texel Density} = \text{разрешение текстуры (4096 или 2048)} / \text{размер геометрии (ед. изм. метр (не квадратный))}$ Для текстур с прозрачностью рекомендуется большая плотность Например: $4096\text{px} / 9\text{m} = 455,1111$ - некорректно $4096\text{px} / 2\text{m} = 2048$ - некорректно $4096\text{px} / 2,8\text{m} = 1462,857$ - корректно $2048\text{px} / 1,8\text{m} = 1137,778$ - корректно Размер геометрии подразумевает двухмерную проекцию области поверхности 3D меша.
11	Система масштабирования	Масштаб любого меша должен быть 1:1, то есть соответствовать единице по всем декартовым координатам (X,Y,Z), в метрической системе. Эталон единицы измерения длины - метр. Внутренние единицы подсистемы "Мета" - эквивалентны единицам измерения Unreal 5.1
12	Требования к геометрии модели	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие избыточных вершин и граней в составе геометрии, в том числе: <ol style="list-style-type: none"> a. отсутствие дубликатов вершин, за исключением дубликатов у элементов со сквозными отверстиями, созданными картой с альфа-каналом; b. максимальное количество вершин на одной прямой, строго, не более двух вершин. За исключением ситуаций, где их наличие обусловлено необходимостью делать разрезы на прямой грани в рамках работы с UDIM . 2. отсутствие дубликатов геометрии в одном файле; 3. нормаль поверхностей зданий должна быть выровнена, чтобы избежать эффекта «отсутствия» полигона; 4. к объектам всех подобных стекол применен один материал. Например, если на сцене есть прозрачные стекла, то к ним ко всем применен один и тот же материал с соответствующим названием;

№ п/п	Наименование требования	Описание требования
		<p>5. не допускается наложение полигонов с вершинами, имеющими одинаковые координаты, за исключением полигонов с разнонаправленными нормалями, на которые наложена текстура с альфа-каналом;</p> <p>6. Все полигоны связаны с собой по вершинам. Недопустимо наличие независимых от меша треугольников</p> <p>7. Рекомендуется единая полигональная сеть для окон и фасадов.</p> <p>8. Именование мешей в модели строго по маске:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Для меша подложки <i>SM_NazvanieUlici_NomerDoma_Korpus_Stroenie_Ground</i> b. Для меша строения <i>SM_NazvanieUlici_NomerDoma_Korpus_Stroenie_Main</i> c. Для меша стекла, если таковое имеется <i>SM_NazvanieUlici_NomerDoma_Korpus_Stroenie_Glass</i>. d. Для меша коллизии <i>UCX_SM_NazvanieUlici_NomerDoma_Korpus_Stroenie_Main</i>. <p>9. Меши Glass и Main не должны иметь иерархического отношения, то есть они должны находиться на одном уровне и не зависеть друг от друга.</p> <p>10. Проектные интерьеры должны быть удалены. Их необходимо заменить сплошными стенами и перекрытиями так, чтобы, взглянувшись в окна, создавалось впечатление полноты внутренних стен, но сложные внутренние стены должны быть удалены. Важно, в угловых окнах, интерьерные стены должны быть сохранены.</p> <p>11. Модель необходимо триангулировать перед конвертацией в формат *.fbx</p> <p>12. Группы сглаживания определяет проектировщик согласно проекту.</p> <p>Если материал не имеет прозрачности, накладывающиеся поверхности необходимо раздвигать на расстояние 5-10 мм., или провести слияние таких поверхностей.</p> <p>См. Приложение 2</p>
13	Требования к опорной точке и плановому положению	<p>Модель должна соответствовать плановому положению</p> <p>Каждая отдельная FBX-модель имеет свою опорную точку и собственное описание в отдельном файле *.geojson</p> <p>Относительно мировых координат редактора опорная точка расположена в нуле по всем осям.</p> <p>Относительно геометрии опорная точка расположена в её геометрическом центре по осям «X» и «Y», а по оси «Z» соответствует нулевой отметке чертежа.</p> <p>Опорная точка (<i>pivot</i>), обоих мешей (<i>Main</i> и <i>Glass</i>) должны иметь одинаковые координаты.</p> <p>В случае разделения строения по корпусам опорная точка по оси «Z» соответствует нулевой отметке чертежа, если часть строения пересекается с нулевой отметкой проекта, или точки пересечения разделенных частей строения.</p>

№ п/п	Наименование требования	Описание требования
14	Требования к материалам	<p>1. Все материалы должны быть именованы согласно примеру ниже, SlotNumber определяется целочисленным значением, например 1,2,3...7.</p> <p>Примечание: если к мешу Main потребовалось применить более 100 UDIM-карт, то такой материал можно разделить на 2 и более. При этом каждый материал будет иметь свой SlotNumber (по правилам, описанным выше в данном пункте).</p> <p>Образец наименования материалов:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Для непрозрачных материалов подложек M_NazvanieUlici_NomerDoma_Korpus_Stroenie_Ground_SlotNumber b. Для строений материалов M_NazvanieUlici_NomerDoma_Korpus_Stroenie_Main_Slot Number c. Для полупрозрачных материалов M_NazvanieUlici_NomerDoma_Korpus_Stroenie_Glass_Slot Number <p>2. Материалы не должны быть созданы при помощи сторонних движков рендера (VRay, Octane, Corona, Arnold, Cycles и прочее профессиональное программное обеспечение для визуализации изображений высокого качества).</p>
15	Требования к UV-развертки	<p>1) UV развертка выполняется по технологии UDIM. Большие плоскости необходимо разделять так, чтобы соответствовать требованию о плотности пикселей, а повторяющиеся и/или соразмерные острова развертки необходимо размещать методом наложения.</p> <p>2) UDIM тайлы заполняются, начиная с 1001. Не допускаются пробелы (незаполненные тайлы)</p> <p>3) UV развертка на меш выполняется в единственном экземпляре и только на один канал.</p> <p>Примечание: рекомендуется UDIM Развертку выполнять так, чтобы на визуализации здания не было текстурных сдвигов. Например, если здание выполнено из кирпича, то все швы на углах здания и откосах должны совпадать.</p>
16	Условие запекания геометрии текстуру в	<p>Декоративные элементы, выступающие за основную геометрию здания до 10 см, запекаются в текстуру.</p> <p>Исключение: скульптуры и другие оригинальные украшения рельефного типа.</p>
17	Комплексы объектов	<p>Каждое строение - отдельная модель.</p> <p>Подложка (Ground) - отдельный объект в *.fbx модели главного здания.</p>
18	Стеклянные элементы	<p>Стеклянные элементы должны быть объединены в единый меш и иметь материал.</p> <p>Если у объекта стеклянные элементы не только в окнах, но и как элемент фасада, их также нужно объединять в единый меш. В этом случае, меш должен содержать на каждую группу элементов свой материал со своим уникальным цветом, если это требуется, но не более 7 шт.</p>

№ п/п	Наименование требования	Описание требования
		Элементы, относящиеся к окнам, должны иметь UV развертку в рамках текстурных координат без деформации UV островов. Необходимо сохранять масштаб UV островов и стараться оставлять их как можно большего размера, в связи с чем разрешается наложение островов друг на друга.
19	UDIM	Подготовка UDIM обязательна для моделей в формате *.fbx
20	*.geojson файл	Модели должны иметь привязку к координатам, и указаны в *.geojson файле. Полная структура *.geojson файла указана в приложении 3 к настоящему распоряжению. Имя файла должно соответствовать наименованию архива .ZIP
21	Меш коллизии	<p>a. Для мешей каждой модели необходимо создавать свой меш коллизии</p> <p>b. Наименование меша коллизии приведено в п. 12.8.d данной таблицы</p> <p>c. Опорная точка меша коллизии, должна быть идентична опорной точке меша, очертания которого он повторяет</p> <p>d. Меш коллизии должен повторять очертания всех мешей, входящих в объем этого меша (коллизии). Допускается погрешность 10 см. См. Приложение 4</p> <p>e. Меш коллизии не должен содержать ни одного слота материалов</p> <p>f. Меш коллизии не должен повторять очертания деталей оригинального меша, на тех участках, на которых декоративные и иные выступы не превышают 50 см. См. Приложение 5</p> <p>g. Антенны, столбы диаметром менее 30 см, решетки ограждения и иные тонкие детали фасада, стекла или прилегающей территории (если таковая имеется), не должны быть включены в объем меша коллизии. То есть, добавлять дополнительные полигоны в состав геометрии меша коллизии для предотвращения прохождения сквозь такие декоративные элементы нет необходимости.</p> <p>h. Арки, внутренние дворы (колодцы), большие выступы на фасаде, объемные элементы прилегающей территории (если таковая имеется), должны быть учтены и также входить в объем меша коллизии.</p> <p>i. Лестницы у входных групп должны иметь форму усеченной пирамиды</p> <p>j. Границы модели, расположенные в её основании по периметру модели должны быть опущены вниз методом выдавливания на расстояние не менее метра, относительно поверхности. Если имеется прилегающая территория, то по периметру меша прилегающей территории, необходимо повторить вышеописанную операцию.</p> <p>k. Количество треугольников, входящих в состав меша коллизии, рассчитывается по формуле: «Количество треугольников модели * 0,05 = Допустимое максимальное число треугольников меша коллизии».</p> <p>Пример: Количество треугольников модели, очертания которой повторяет меш коллизии равно 1 243 374. То есть $1\ 243\ 374 * 0,05$</p>

№ п/п	Наименование требования	Описание требования
		= 62 168,7, допустимое максимальное число треугольников для меша коллизии 62 169 (любую дробную часть можно округлить до целых единиц в пользу увеличения числа). Ограничение количества треугольников на модель не распространяется на меш коллизии. То есть, если поликаунт модели составляет максимальные 2 млн треугольников, то поликаунт меша коллизии может дополнительно составлять до 100 000 треугольников. Масштабирование меша коллизии должно быть идентично масштабированию модели, очертания которой он повторяет.

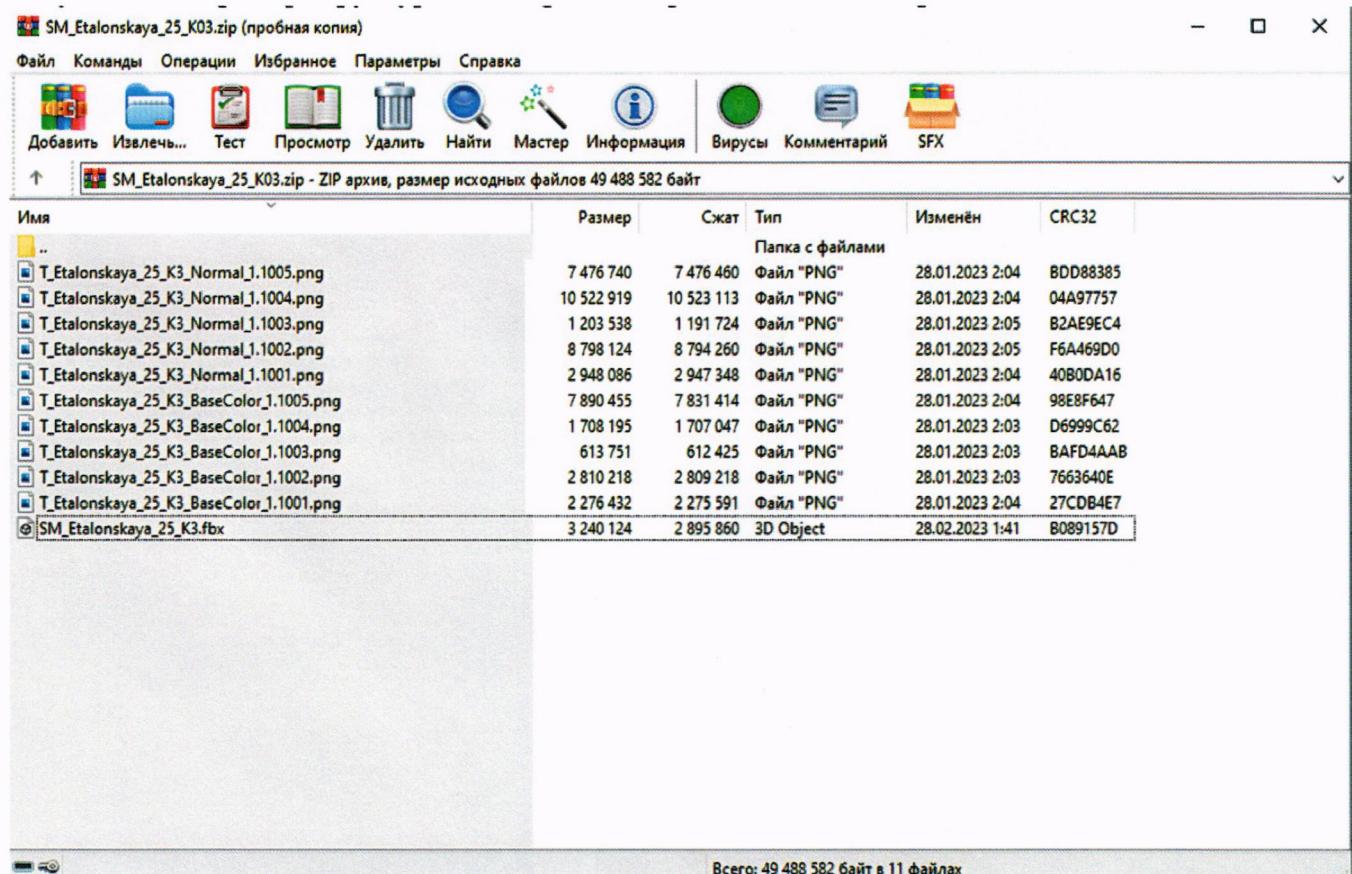
Таблица 2 «Основные допущения и ограничения к трехмерным моделям»

№ п/п	Наименование ограничения	Описание требования
1.	Размер модели	Требования по размеру модели одного здания/корпуса/прилегающей территории (Ground) с невстроеннымными текстурами 500 МБ Примечание: В состав указанных 500 МБ входит суммарных объем памяти, требуемый для хранения модели одного здания/корпуса/прилегающей территории (Меш строения + меш стекла + меш коллизии), а также всех текстурных карт.
2.	Количество полигонов (поликаунт)	Требование к количеству полигонов на одну модель – до 2 млн. треугольников.
3.	Количество материалов	Требование к количеству материалов на одну модель здания – не более 7 шт.
4.	Детализация моделей	Скрытые объекты должны быть удалены из проекта (коммуникации, инженерные слои, внутрикомнатные двери и тп.) Объекты, которые не относятся к зданию или подложке, так же должны быть удалены из проекта (МАФ, растительность и т.д.)
5.	Стены объектов	Толщина стен зданий минимум 10 см.

**Приложение 1
к Требованиям
к высокополигональным
моделям**

Структура группы файлов для предоставления трехмерных моделей

Рисунок 1.1 - Пример структуры и содержания предоставляемого архива



**Приложение 2
к Требованиям
к высокополигональным
моделям**

Некорректная/корректная связь вершин меша

Рисунок 2.1. Некорректная связь вершин меша

Некорректная связь вершин меша в трехмерном пространстве означает неверное расположение соседних вершин меша, что может привести к неверно отображеному изображению.

Желтая стрелка показывает движение полигонов.

Красная стрелка показывает отсутствие связей движимого полигона с остальной полигональной сетью.

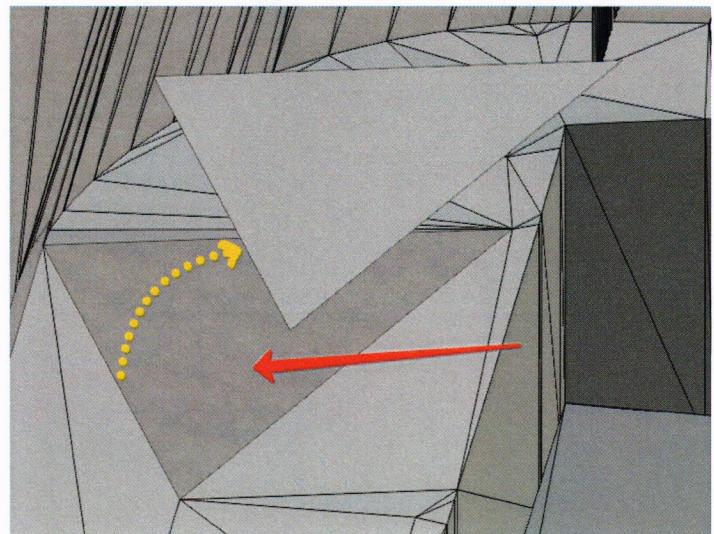
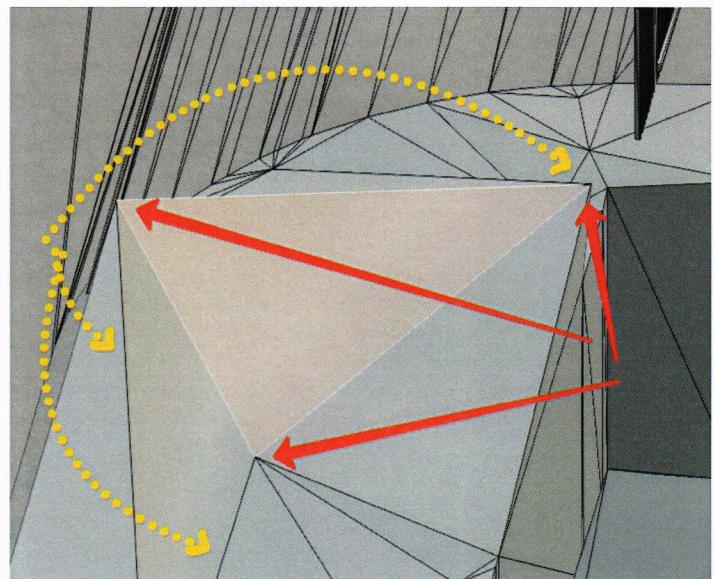


Рисунок 2.2. Корректная связь вершин меша

Для реализации корректной связи вершин меша необходимо правильно позиционировать соседние вершины меша, что позволит правильно отображать изображение.

Желтая стрелка показывает движение полигонов.

Красные стрелки показывают наличие связей движимого полигона с остальной полигональной сетью.



**Приложение 3
к Требованиям
к высокополигональным
моделям**

Наименования текстурных карт

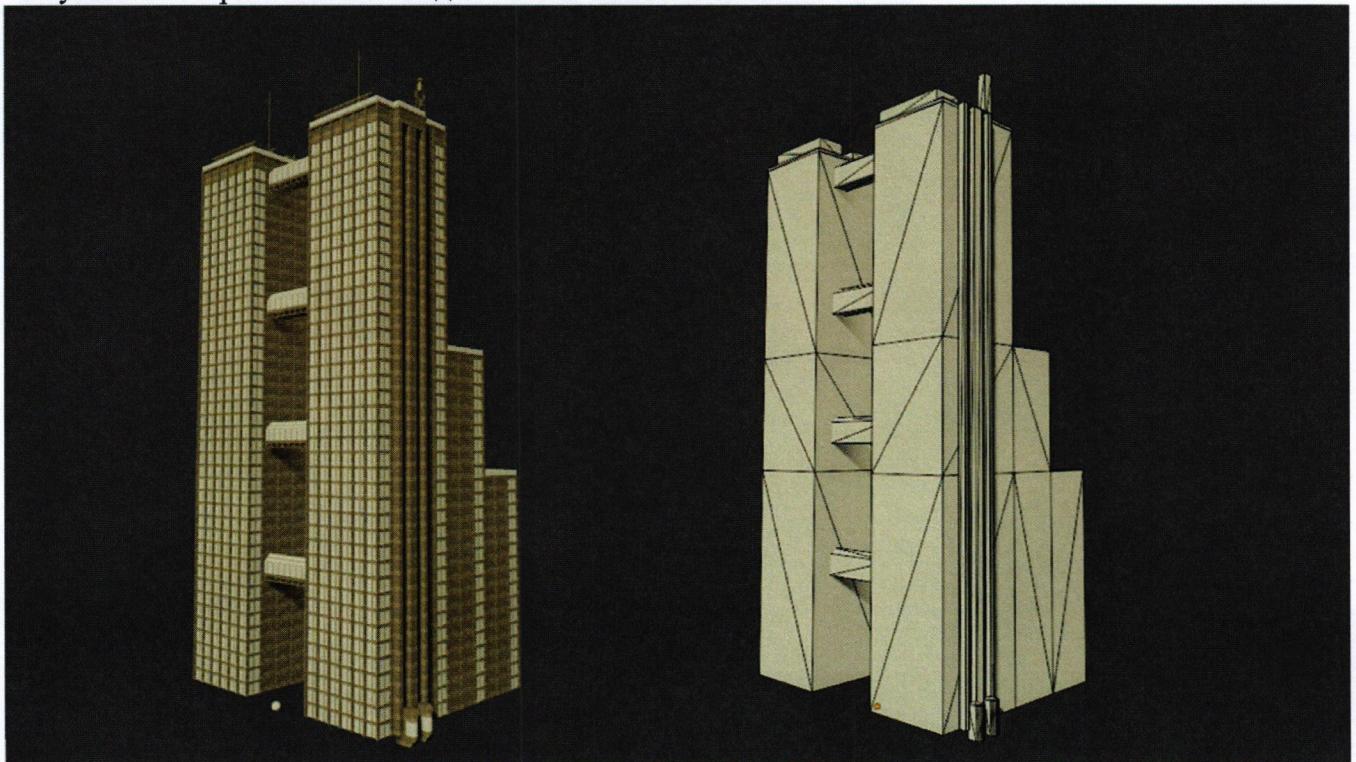
Рисунок 3.1 - Пример наименования текстурных карт

	T_Etalonskaya_25_K3_BaseColor_1.1001.png	26.01.2023 6:52	Файл "PNG" 2 022 КБ
	T_Etalonskaya_25_K3_BaseColor_1.1002.png	26.01.2023 6:52	Файл "PNG" 2 613 КБ
	T_Etalonskaya_25_K3_BaseColor_1.1003.png	26.01.2023 6:52	Файл "PNG" 1 036 КБ
	T_Etalonskaya_25_K3_BaseColor_1.1004.png	23.01.2023 14:22	Файл "PNG" 6 КБ
	T_Etalonskaya_25_K3_BaseColor_1.1005.png	23.01.2023 14:09	Файл "PNG" 556 КБ
	T_Etalonskaya_25_K3_ERM_1.1001.png	23.01.2023 14:09	Файл "PNG" 6 КБ
	T_Etalonskaya_25_K3_ERM_1.1002.png	24.01.2023 13:20	Файл "PNG" 98 КБ
	T_Etalonskaya_25_K3_ERM_1.1003.png	24.01.2023 13:25	Файл "PNG" 341 КБ
	T_Etalonskaya_25_K3_ERM_1.1004.png	24.01.2023 13:27	Файл "PNG" 351 КБ
	T_Etalonskaya_25_K3_ERM_1.1005.png	24.01.2023 10:58	Файл "PNG" 5 КБ
	T_Etalonskaya_25_K3_Normal_1.1001.png	23.01.2023 14:09	Файл "PNG" 556 КБ
	T_Etalonskaya_25_K3_Normal_1.1002.png	23.01.2023 14:09	Файл "PNG" 6 КБ
	T_Etalonskaya_25_K3_Normal_1.1003.png	25.01.2023 12:28	Файл "PNG" 248 КБ
	T_Etalonskaya_25_K3_Normal_1.1004.png	25.01.2023 12:31	Файл "PNG" 790 КБ
	T_Etalonskaya_25_K3_Normal_1.1005.png	25.01.2023 12:34	Файл "PNG" 554 КБ

**Приложение 4
к Требованиям
к высокополигональным
моделям**

Меш коллизии

Рисунок 4.1 - Оригинальная модель и ее меш коллизии.



**Приложение 5
к Требованиям
к высокополигональным
моделям**

Детализации меша коллизии

Рисунок 5.1 – Детализация меша коллизии. Пример 1.

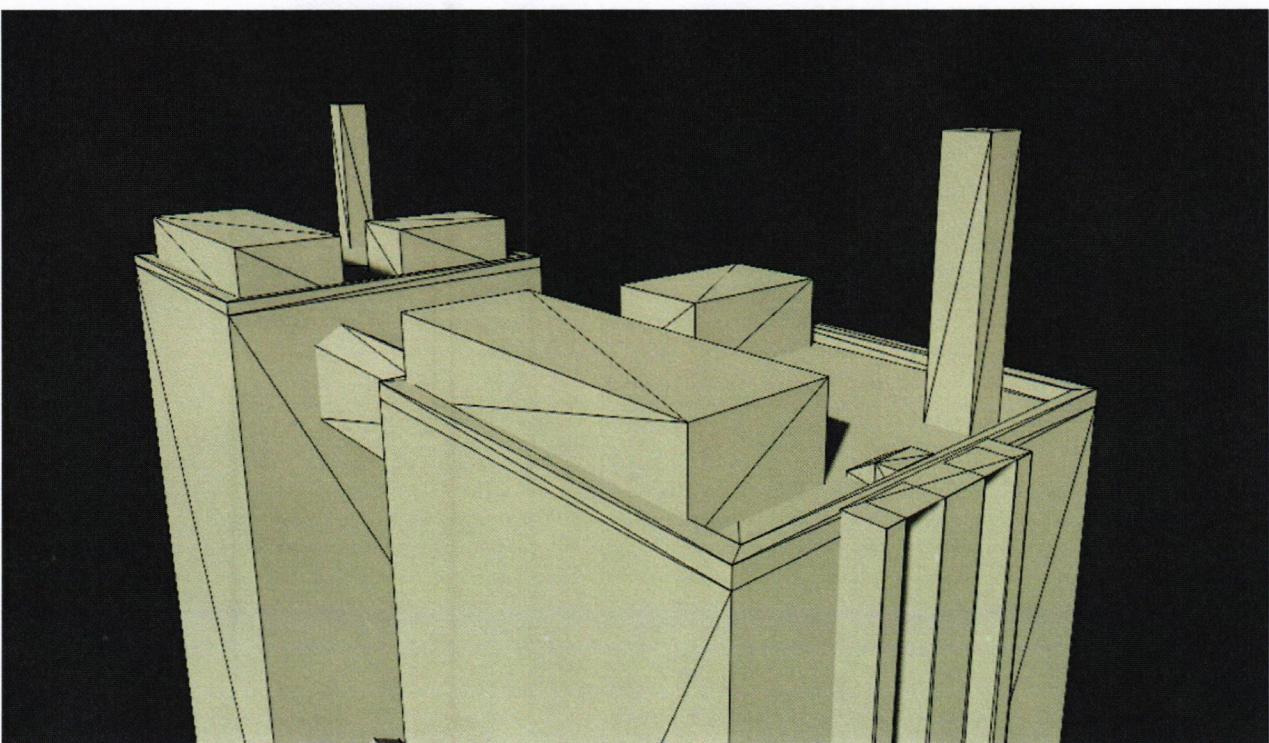
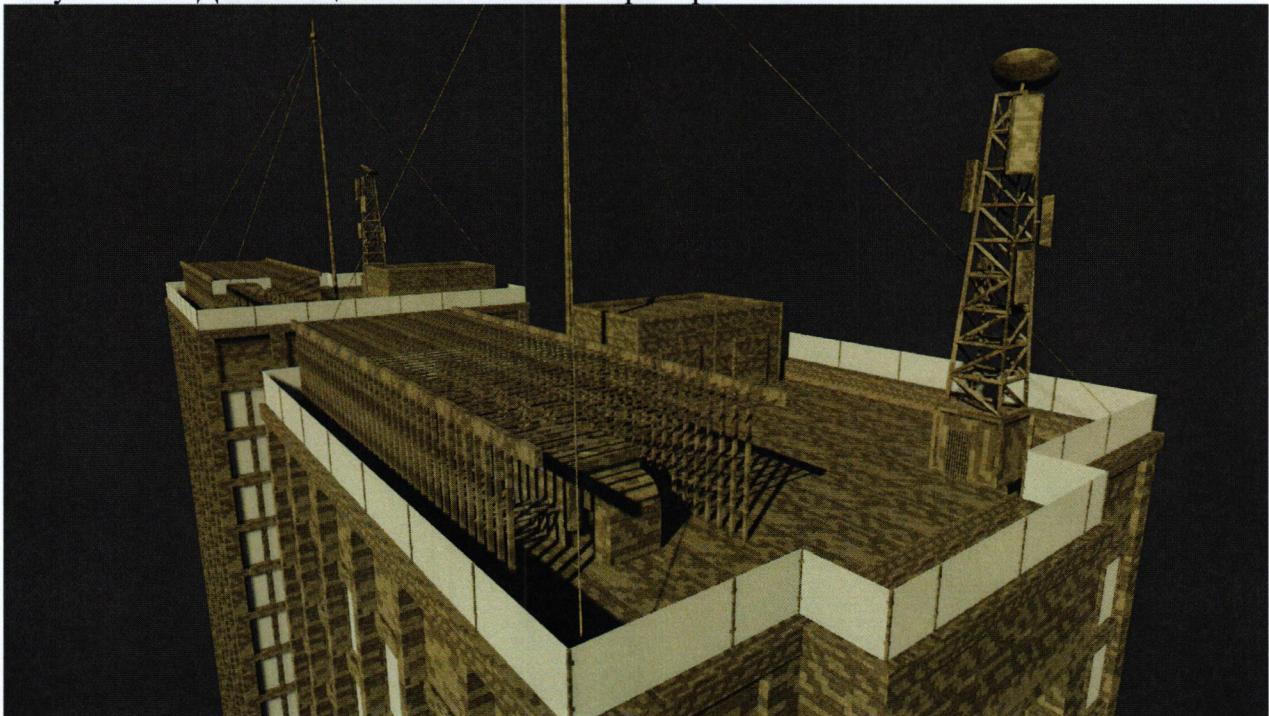
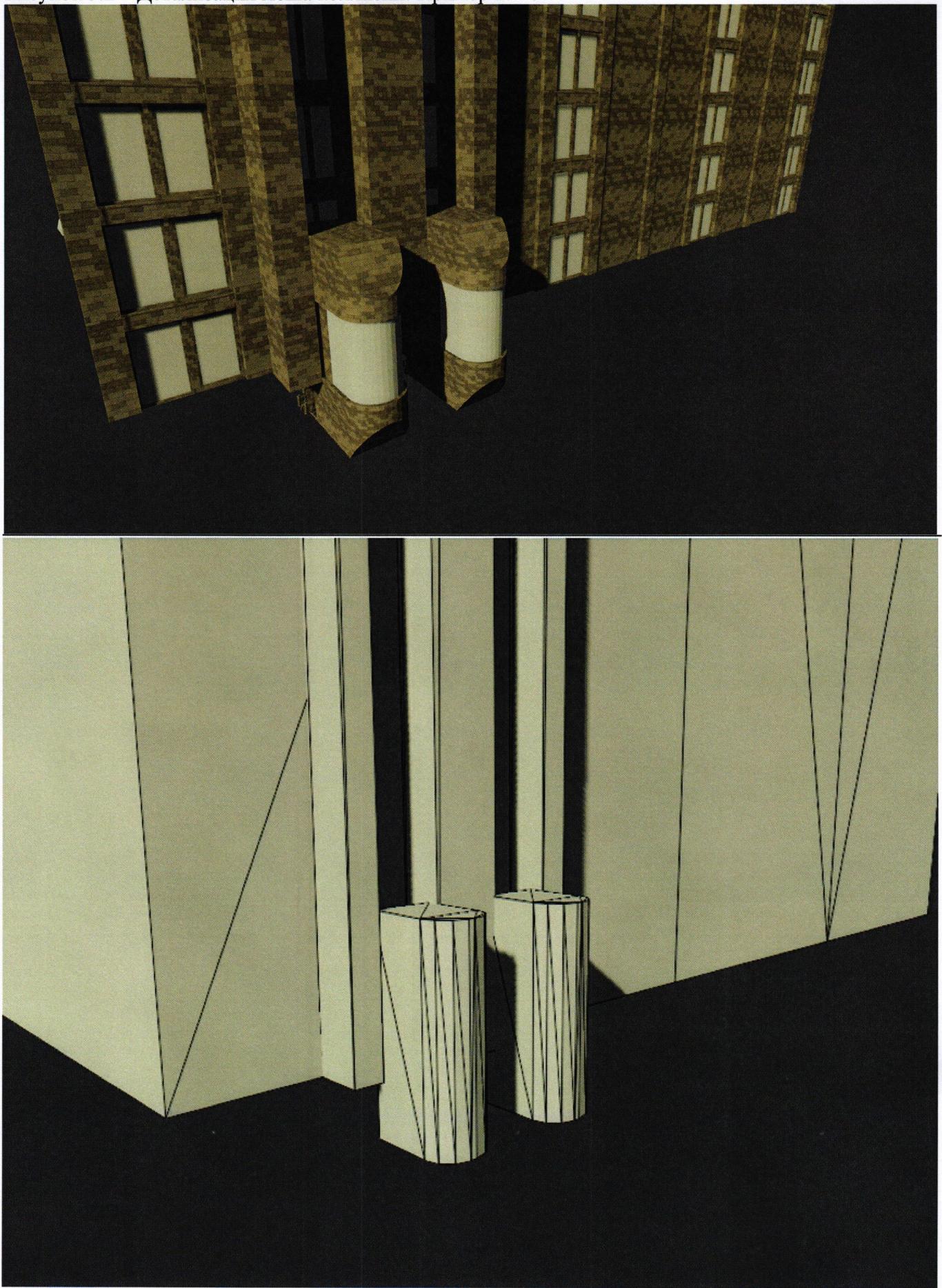


Рисунок 5.2 – Детализация меша коллизии. Пример 2.



Приложение 3
к распоряжению Департамента
информационных
технологий города Москвы
и Комитета по архитектуре
и градостроительству
города Москвы
от 19 апреля 2023 г.
№ 64-16-192/23/769

**Схема метаданных в файле открытого формата, предназначенного для хранения
географических структур данных, основанного на JSON (*.geojson)**

```
{  
    "type": "FeatureCollection",  
    "features": [  
        {  
            "type": "ObjectFeature",  
            "properties": {  
                "address": "Полярная ул., вл.4",  
                "okrug": "CBAO",  
                "rajon": "Южное Медведково",  
                "name": "Учебный корпус на 550 мест (в т.ч. дошкольное отделение  
на 150 мест)",  
                "developer": "Фонд реновации",  
                "designer": "АО 'МСУ-1'",  
                "cadNum": "77:02:0006003:95",  
                "FNO_code": "010 001 001",  
                "FNO_name": "Многоэтажный многоквартирный дом",  
                "ZU_area": "0,5191",  
                "h_relief": "147,90",  
                "h_otn": "46,92",  
                "h_abs": "194,82",  
                "s_obsh": "17088,71",  
                "s_naz": "13983,62",  
                "s_podz": "3105,13",  
                "spp_gns": "16454,34",  
                "act_AGR": "811-2-21",  
                "imageBase64": "1as564fd1a...",  
                "other": ""  
            },  
            "geometry": {  
                "type": "Point",  
                "coordinates": [  
                    1000.374,  
                    324.817  
                ]  
            }  
        }  
    ]  
}
```

```

},
"Glasses": [
{
  "M_NazvanieUlici_NomerDoma_Glass_1": {
    "color_RGB": {
      "Red": "120",
      "Green": "41",
      "Blue": "234"
    },
    "transparency": "0,4",
    "refraction": "1,42",
    "roughness": "0,3",
    "metallicity": "0"
  },
  "M_NazvanieUlici_NomerDoma_Glass_2": {
    "color_RGB": {
      "Red": "20",
      "Green": "35",
      "Blue": "113"
    },
    "transparency": "0,2",
    "refraction": "12",
    "roughness": "0,7",
    "metallicity": "0,1"
  }
}
]
}
}

```

Описание полей:

№ пп	Имя	Описание	Пример
1	address	Улица, владение, корпус/строение.	Полярная ул., вл.4
2	okrug	Округ. Ограничение до 50 символов.	СВАО
3	rajon	Район. Ограничение до 50 символов.	Южное Медведково
4	name	Наименование объекта.	Учебный корпус на 550 мест (в т.ч. дошкольное отделение на 150 мест)

№ пп	Имя	Описание	Пример
5	developer	Наименование организации застройщика. Ограничение до 255 символов.	Фонд реновации
6	designer	Наименование проектной организации. Ограничение до 255 символов.	АО "МСУ-1"
7	cadNum	Кадастровый(ые) номер(а). Согласно маскам XX:XX:XXXXXXX:XX или XX:XX:XXXXXX:XX	77:02:0006003:95
8	FNO_code	Код функционального назначения объекта по 306-ПП. Согласно маскам XXX XXX XXX, XXX XXX или XXX	010 001 001
9	FNO_name	Функционального назначения объекта по 306-ПП. Ограничение до 255 символов.	Многоэтажный многоквартирный дом
10	ZU_area	Площадь участка, га. Не более 4 знаков после запятой.	0,5191
11	h_relief	Нулевая отметка, м. Не более 2 знаков после запятой.	147,90
12	h_otn	Относительная высота объекта, м. Не более 2 знаков после запятой.	46,92
13	h_abs	Абсолютная высота объекта, м. Не более 2 знаков после запятой.	194,82
14	s_obsh	Общая площадь объекта, м2. Не более 2 знаков после запятой.	17088,71
15	s_naz	Наземная площадь объекта, м2. Не более 2 знаков после запятой.	13983,62
16	s_podz	Подземная площадь объекта, м2. Не более 2 знаков после запятой.	3105,13
17	spp_gns	Суммарная поэтажная площадь объекта в габаритах наружных стен, м2. Не более 2 знаков после запятой.	16454,34
18	act_AGR	Номер САГР, действующего на момент подачи заявления, при наличии	811-2-21
19	imageBase64	Уникальное изображение объекта, которое будет отображаться в поиске. В JSON вставляется в формате Base64. Исходное изображение до конвертации в base64 должно быть разрешением 256x256 пикселей и в формате *.jpg. Для конвертации из *.jpg в base64 допускается использование различных программно-технических средств	1as564fd1a...(представлены только первые символы)
20	other	Дополнительная информация	
21	coordinates	Координаты точки вставки модели в МСК77	[1000.374, 324.817]

№ пп	Имя	Описание	Пример
22	Glasses	Массив, содержащий описание свойств стеклянных материалов. Описание свойств по первому материалу записывается в группу «M_NazvanieUlici_NomerDoma_Glass_1», если в модели присутствует более одного стеклянного материала, то для каждого последующего материала свойства необходимо прописывать в соответствующие группы «M_NazvanieUlici_NomerDoma_Glass_2», «M_NazvanieUlici_NomerDoma_Glass_3» и так далее до 7 материалов.	M_NazvanieUlici_NomerDoma_Glass_1 В конце вариант цифр 1-7
22.1	Color_RGB	Цвет стекла в RGB в диапазоне от 0 до 255	R = 10, G = 23, B = 145
22.2	transperency	Прозрачность стекла в диапазоне от 0 до 1	0,4
22.3	refraction	Коэффициент преломления в диапазоне от 0 до 255	1,42
22.4	roughness	Шероховатость в диапазоне от 0 до 1	0,4
22.5	metallicity	Металличность в диапазоне от 0 до 1	0

Верно:

