ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

«ВОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

Зам.директора по учебной работе

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Игнатьева Л.В./

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2025 г

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

МДК.02.02 Эксплуатация установок для аддитивного производства

ПМ. 02 Организация и ведение технологического процесса создания изделий по компьютерной (цифровой) модели на аддитивных производствах

Специальность 15.02.09 Аддитивные технологии.

Тема: Разработка и создание светильника.

Работу выполнил:

студент 4 курса группы АДТ-41

Шеина Екатерина Васильевна

Руководитель проекта:

преподаватель Мифтахов Наиль Ильгизович

Вольск 2025

|  |  |
| --- | --- |
| Основное содержание работы: |  |
| ВВЕДЕНИЕ |  |
| 1. Общая часть |  |
| 1.1. Описание процесса 3D-печати по технологии FDM (Fused Deposition Modeling) |  |
| 1.2. Материалы, используемые в технологии FDM (PLA, ABS, PETG, их свойства) |  |
| 1.3. Преимущества и недостатки технологии FDM для создания бытовых аксессуаров |  |
| 1.4. Примеры продукции (изделий), изготовленных по технологии FDM |  |
| 1.5. Оборудование, используемое в технологии FDM (настольные 3D-принтеры) |  |
| 1.6. Постобработка изделий, изготовленных по технологии FDM (шлифовка, покраска, удаление поддержек |  |
| 2. Технологическая часть: применение технологии FDM для создания светильника |  |
| 2.1. Описание изделия "Декоративный настольный светильник" |  |
| 2.1.1. Функциональное назначение, эргономические и технические требования (безопасность, электромонтаж) |  |
| 2.1.2. Анализ существующих аналогов и обоснование разработки собственной конструкции |  |
| 2.2. Процесс изготовления |  |
| 2.2.1. Разработка концепции и эскизов светильника с учетом свойств материалов и технологии печати |  |
| 2.2.2. 3D-моделирование корпуса и элементов светильника в программном обеспечении (напр., Fusion 360,) |  |
| 2.2.3. Выбор материала для печати, обоснование выбора (PETG/PLA с учетом термостойкости и светопропускания) |  |
| 2.2.4. Подготовка модели к печати (слайсинг): настройка заполнения, толщины стенок, параметров печати для создания эффекта рассеивания света |  |
| 2.2.5. Процесс печати деталей светильника на 3D-принтере, особенности печати крупных элементов |  |
| 2.2.6. Постобработка готового изделия: сборка, установка электронных компонентов (патрон, провод, выключатель), финальная отделка |  |

ВВЕДЕНИЕ

Современное проектирование изделий промышленного дизайна неразрывно связано с использованием передовых цифровых технологий. Среди них трёхмерное моделирование занимает одно из ключевых мест, позволяя не только создавать виртуальные прототипы объектов, но и проводить их всесторонний анализ, визуализацию и подготовку к производству. Особую актуальность эти технологии приобретают в области разработки светотехнических приборов, где необходимо гармонично сочетать эргономику, эстетику, функциональность и технологичность конструкции.

Данный курсовой проект посвящён разработке и созданию светильника с использованием технологий 3D-моделирования. Целью работы является проектирование функционального и эстетически выразительного светильника, от первоначальной идеи до создания виртуальной 3D-модели и, опционально, физического прототипа.

В свете этого, тема данного курсового проекта — «Разработка и создание светильника в 3D» — является чрезвычайно актуальной. Светильник — это не просто источник света, это сложный объект на стыке искусства и техники, где каждая деталь должна быть тщательно продумана.

Актуальность темы:

В современную эпоху цифровой трансформации произошла фундаментальная переоценка подходов к проектированию и производству предметов материальной среды. Отрасль светодизайна, находящаяся на стыке искусства, инженерии и технологий, переживает значительные изменения под влиянием аддитивных технологий. Традиционная парадигма массового промышленного производства, доминировавшая на рынке осветительных приборов на протяжении десятилетий, все чаще демонстрирует свою ограниченность перед растущим потребительским спросом на уникальность, кастомизацию и устойчивость.

Исторически сложившиеся методы изготовления светильников - литье металлов и полимеров, выдувка стекла, механическая обработка древесины - требуют создания дорогостоящей оснастки и сложного технологического цикла. Это делает экономически нецелесообразным выпуск малых серий или единичных изделий, отвечающих индивидуальным запросам. В отличие от этих подходов, аддитивные технологии предлагают принципиально иную производственную парадигму, основанную на послойном синтезе физических объектов непосредственно из цифровых моделей. Реализованный в ходе проекта светильник является не просто демонстрацией возможностей 3D-печати, а полноценным продуктом, готовым к практическому применению. Разработанная технологическая цепочка может быть масштабирована и адаптирована для различных категорий светотехнических изделий.

Практическая значимость курсового проекта заключается в том, что он направлен на решение реальных задач, с которыми сталкиваются современные инженеры и производственные предприятия. Использование технологий 3D-сканирования, 3D-моделирования и аддитивного производства для создания прототипа кронштейна имеет множество практических преимуществ, которые делают проект актуальным и востребованным.

Объектом исследования выступает является процесс проектирования и производства светильников с использованием аддитивных технологий, рассматриваемый как комплексная система, объединяющая художественно-дизайнерские, инженерно-конструкторские и технологические аспекты создания конечного продукта.

Предметом исследования является Предметом исследования является комплекс методов, принципов и технологических решений для создания светильника с использованием 3D-печати, включая:

1. Методы проектирования и моделирования:

- Принципы разработки 3D-моделей светильников в специализированном ПО (Autodesk Fusion 360, КОМПАС 3D)

- Особенности проектирования с учетом технологических ограничений FDM-печати

- Методы создания сложных геометрических форм и органических структур

- Подходы к оптимизации конструкции для снижения материалоемкости

2. Технологические аспекты производства:

- Параметры 3D-печати (толщина слоя, заполнение, скорость печати)

- Выбор материалов (PLA, PETG, ABS) и их влияние на качество изделия

- Методы постобработки напечатанных деталей

- Особенности сборки и соединения компонентов

3. Конструкторские решения:

- Способы интеграции электронных компонентов

- Методы обеспечения безопасности и надежности конструкции

- Подходы к созданию эффективной системы освещения

- Решения по теплоотводу и вентиляции

4. Эстетические и функциональные аспекты

- Принципы формирования световых эффектов

- Методы управления интенсивностью и распределением света

- Подходы к созданию уникального дизайна

- Взаимосвязь формы и функции изделия

5. Экономическая эффективность:

- Методы расчета себестоимости производства

- Подходы к оптимизации временных затрат

- Сравнительный анализ с традиционными методами производства

Подходы к оптимизации конструкции для снижения материалоемкости

Целью данного курсового проекта является сквозная разработка - от концептуальной идеи до рабочего прототипа - функционального, безопасного и эстетически значимого светильника, воплощенного в материале с использованием технологий 3D-печати и современных низковольтных систем освещения

Цель и задачи:

Целью данного курсового проекта является комплексная разработка и виртуальное создание светильника с использованием современных технологий 3D-моделирования и визуализации, проходящая полный цикл — от зарождения идеи до создания фотореалистичных изображений и подготовке модели к потенциальному производству.

Для достижения цели были проставлены следующие задачи:

- Проведение аналитического исследования: изучение современного рынка светотехнических изделий, анализ аналогов и прототипов, выявление тенденций в области дизайна, материалов и технологий освещения.

- Разработка концепции и эскизирование: формулировка технического задания на проектирование, определение стилевого направления, функционального назначения и целевой аудитории изделия. Создание серии эскизов для поиска оптимальной формы.

- Конструкторское проектирование: разработка трехмерной геометрии светильника в выбранном программном обеспечении (например, Autodesk 3ds Max, Blender, Fusion 360), проработка узлов и соединений, обеспечение технологичности виртуальной модели.

- Визуализация и материаловедение: создание библиотеки материалов, присвоение визуальных свойств поверхностям модели (металл, пластик, стекло и т.д.), грамотная настройка источников виртуального света для достижения фотореалистичного результата и адекватной передачи концепции освещения.

- Оценка и презентация результата: проведение критического анализа полученной модели, подготовка итоговых рендер-изображений с различных ракурсов и в различном окружении, а также оформление пояснительной записки.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

1.1.1 Описание процесса 3D-печати по технологии FDM (Fused Deposition Modeling)

- Подготовка 3D-модели и слайсинг

Процесс начинается с создания цифровой 3D-модели в специализированном САПР-программном обеспечении. Готовая модель экспортируется в формат STL, после чего загружается в программу-слайсер. На этом этапе выполняются ключевые настройки параметров печати: определяется ориентация модели на рабочей платформе, генерируются вспомогательные поддерживающие структуры для сложных элементов, задается плотность заполнения внутренних полостей, регулируется толщина каждого слоя и оптимальная температура печати. Программа-слайсер преобразует модель в управляющий G-код - набор инструкций для 3D-принтера, содержащий траектории перемещения печатающей головки.

- Подготовка оборудования и материалов

Перед началом печати осуществляется калибровка рабочей платформы для обеспечения правильного зазора между соплом и поверхностью стола. Заправляется филамент - термопластичная полимерная нить, намотанная на катушку. Наиболее распространенными материалами являются PLA (полилактид), ABS (акрилонитрилбутадиенстирол), PETG (полиэтилентерефталатгликоль) и их различные модификации. Материал подается в экструдер, где происходит его предварительный нагрев.

- Процесс послойного наплавления

Экструзионная головка принтера, оснащенная термосоплом, разогревает филамент до температуры плавления - обычно в диапазоне 190-280°C в зависимости от типа материала. Расплавленный полимер тонкой нитью выдавливается через сопло и послойно наносится на рабочую платформу. Платформа или печатающая головка перемещаются по осям X, Y и Z в соответствии с загруженной программой. Каждый новый слой материала наносится на предыдущий, при этом происходит их частичное сплавление за счет остаточного тепла. Для улучшения адгезии первого слоя к платформе часто используется подогрев стола и специальные покрытия.

- Формирование поддерживающих структур

При печати моделей со сложной геометрией, содержащей значительные свесы или полости, одновременно с основной моделью создаются вспомогательные поддерживающие конструкции. Эти структуры предотвращают деформацию и провисание еще не затвердевших слоев. После завершения печати поддержки аккуратно удаляются механическим способом или растворяются в специальной жидкости, в зависимости от используемого материала.

- Завершение печати и постобработка

После окончания процесса печати и полного остывания модели изделие аккуратно отделяется от платформы с помощью специального инструмента. Далее следует этап постобработки, который может включать механическое удаление поддержек, шлифовку поверхностей для улучшения качества, обработку химическими составами для сглаживания слоистой структуры, а также покраску или нанесение защитных покрытий. Для некоторых материалов может потребоваться дополнительная термообработка для улучшения механических характеристик.

- Контроль качества и особенности технологии

В процессе печати важно контролировать стабильность температуры экструзии и платформы, точность позиционирования головки, а также обеспечить постоянную скорость подачи материала. К характерным особенностям FDM-технологии относятся видимая слоистость поверхности, необходимость использования поддержек для сложных моделей, ограничения по минимальной толщине стенок и размеру деталей. Преимуществами технологии являются доступная стоимость оборудования и материалов, простота использования и широкая цветовая гамма доступных пластиков.

1.2. Материалы, используемые в технологии FDM (PLA, ABS, PETG, их свойства)

PLA (Polylactic Acid/Полилактид)

PLA является биоразлагаемым термопластиком, получаемым из возобновляемых ресурсов (кукурузный крахмал, сахарный тростник). Этот материал характеризуется низкой температурой печати (190-220°C), не требует подогреваемого стола и практически не дает усадки. PLA отличается высокой жесткостью и хорошей точностью печати, но обладает хрупкостью и низкой ударной вязкостью. Его температурная стойкость ограничена (50-60°C), что делает его непригодным для деталей, подвергающихся нагреву. Благодаря легкому и приятному запаху при печати и широкой цветовой гамме PLA идеально подходит для начинающих, декоративных изделий и прототипирования.

ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene/Акрилонитрилбутадиенстирол)

ABS – прочный инженерный пластик, отличающийся выдающейся ударной вязкостью и механической прочностью. Температура печати составляет 230-260°C, обязательным условием является использование подогреваемого стола (90-110°C) из-за значительной усадки при охлаждении. ABS обладает хорошей стойкостью к температурам (до 85-100°C) и химической стойкостью, но требует хорошей вентиляции при печати из-за выделения токсичных паров. Материал поддается постобработке парами ацетона для сглаживания поверхности. Широко применяется в производстве функциональных деталей, корпусов и автозапчастей.

PETG (Polyethylene Terephthalate Glycol/Полиэтилентерефталатгликоль)

PETG сочетает в себе преимущества PLA и ABS, предлагая высокую прочность, хорошую ударную вязкость и исключительную химическую стойкость. Температура печати составляет 220-250°C, рекомендуется подогрев стола до 70-80°C. Материал обладает низкой усадкой и высокой адгезией между слоями, что обеспечивает надежные и герметичные изделия. PETG демонстрирует отличную стойкость к УФ-излучению и влаге, сохращая прозрачность в течение длительного времени. Широко используется для изготовления механических компонентов, упаковки, медицинских изделий и деталей, эксплуатирующихся в агрессивных средах.

Сравнительная характеристика материалов:

* Прочность на разрыв: ABS > PETG > PLA
* Ударная вязкость: PETG > ABS > PLA
* Температурная стойкость: ABS > PETG > PLA
* Легкость печати: PLA > PETG > ABS
* Гибкость: PETG > ABS > PLA
* Экологичность: PLA > PETG > ABS
* Химическая стойкость: PETG > ABS > PLA

1.3 Преимущества и недостатки технологии FDM для создания бытовых аксессуаров

Технология FDM предлагает значительные преимущества для создания бытовых аксессуаров, прежде всего благодаря своей доступности и экономической эффективности. Низкая стоимость настольных принтеров и расходных материалов делает технологию привлекательной для домашнего использования. Широкий выбор филаментов разной ценовой категории позволяет подбирать материалы под конкретные задачи и бюджет. Технология обеспечивает значительную экономию за счет возможности оптимизации заполнения изделий и печати полых конструкций без потери функциональности.

Универсальность материалов открывает широкие возможности для творчества. Производители предлагают филаменты с различными свойствами: от стандартного PLA для декоративных изделий до специализированных материалов вроде гибкого TPU для эластичных деталей. Особой популярностью пользуются композитные филаменты, имитирующие дерево, металл или камень, а также светящиеся в темноте и прозрачные варианты. Такой разнообразный выбор позволяет создавать аксессуары, полностью соответствующие дизайнерскому замыслу.

Простота использования технологии FDM делает ее доступной даже для начинающих. Современное программное обеспечение для слайсинга обладает интуитивным интерфейсом, а процесс печати требует минимальной подготовки и постобработки. Это позволяет пользователям быстро освоить основные принципы работы и приступить к созданию собственных изделий без специальной технической подготовки.

Одним из ключевых преимуществ является возможность полной кастомизации изделий. Пользователи могут не только скачивать готовые модели, но и создавать уникальные дизайны, адаптированные под конкретные нужды. Технология позволяет легко масштабировать модели, добавлять персонализированные элементы вроде имен или логотипов, что особенно ценно при создании эксклюзивных подарков или предметов интерьера.

Экологический аспект технологии также заслуживает внимания. Использование биоразлагаемых материалов, таких как PLA, минимизация отходов за счет точного дозирования филамента и возможность переработки неудачных отпечатков делают FDM одной из наиболее устойчивых производственных технологий для домашнего использования.

Однако технология имеет и существенные недостатки, в первую очередь связанные с качеством поверхности. Видимые линии слоев и характерная ступенчатость на наклонных поверхностях требуют дополнительной постобработки. Для достижения идеального внешнего вида изделия приходится шлифовать, грунтовать и красить, что увеличивает общие трудозатраты.

Прочностные характеристики FDM-изделий также имеют ограничения. Выраженная анизотропия механических свойств делает детали уязвимыми в направлениях, перпендикулярных слоям печати. Ограниченная ударная вязкость и склонность к хрупкому разрушению снижают долговечность аксессуаров при активной эксплуатации.

Технологические ограничения проявляются в необходимости использования поддерживающих структур для сложных геометрий, что увеличивает расход материала и время постобработки. Существуют также ограничения по минимальной толщине стенок и риски деформации при печати крупногабаритных изделий, требующие особого подхода к проектированию и печати.

Временные затраты остаются значительным препятствием для массового производства. Печать крупных изделий может занимать десятки часов, а необходимость постоянного контроля процесса и последующей постобработки делает технологию малопригодной для оперативного изготовления аксессуаров в больших количествах.

Эстетические ограничения включают трудности с воспроизведением мелких деталей и сложных текстур, ограниченную цветовую палитру в рамках одной печати, а также видимые артефакты в точках начала и окончания печати. Эти особенности накладывают определенные ограничения на дизайн создаваемых аксессуаров.

Несмотря на перечисленные недостатки, технология FDM остается оптимальным выбором для создания прототипов, кастомизированных аксессуаров и декоративных элементов. Для различных типов бытовых изделий рекомендуется использовать специализированные материалы: PETG для кухонных принадлежностей благодаря влагостойкости и прочности, PLA для декоративных элементов из-за простоты печати и экологичности, TPU для гибких деталей. При создании нагруженных деталей следует увеличивать плотность заполнения, а для интерьерных аксессуаров оптимально подходят композитные филаменты с деревянным или металлическим наполнением.

1.4. Примеры продукции (изделий), изготовленных по технологии FDM

Предметы интерьера и декора: Настенные бра, абажуры, вазы, статуэтки, рамки для фотографий, элементы мебельного декора (ручки, ножки), декоративные панно. FDM позволяет создавать сложные ажурные и геометрические формы, недоступные для традиционного производства.

Органайзеры и системы хранения: Кастомные подставки для канцелярии, разделители для ящиков, держатели для инструментов, настенные органайзеры, полки для специй. Главное преимущество — возможность идеально подогнать изделие под конкретное место и нужды.

Кухонные принадлежности: Держатели для ножей, подставки под горячее, формочки для печенья, крышки для банок, ручки для сковородок (из термостойкого PETG). Важно использовать химически нейтральные и безопасные материалы.

Светильники и абажуры: Корпуса для светильников, плафоны и абажуры. Благодаря возможности печати внутренних структур можно создавать уникальные световые эффекты и узоры.

1.5. Оборудование, используемое в технологии FDM (настольные 3D-принтеры)

.