

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)
Факультет инновационных технологий
Кафедра управления качеством

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ В ГЭК

Руководитель ООП

д-р техн. наук, профессор

В. Селякин В.И. Сырянкин
«20» июня 2022 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

РАЗРАБОТКА ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ НОЦ «ЦЕНТР МОЛОДЁЖНОГО
ИННОВАЦИОННОГО ТВОРЧЕСТВА «ИНТЕЛЛЕКТ» НИ ТГУ

по направлению подготовки 27.03.02 Управление качеством
направленность (профиль) «Управление качеством в производственно-технологических
системах»

Пушкарев Данил Дмитриевич

Руководитель ВКР

канд. ф.-м. наук, доцент

С.Б. Квеско С.Б. Квеско
«18» июня 2022 г.

Консультант

ассистент кафедры УК

Д.А. Долгая Д.А. Долгая
«17» июня 2022 г.

Автор работы

студент группы № 18802

Д.Д. Пушкарев Д.Д. Пушкарев
«14» июня 2022 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)
Факультет инновационных технологий
Кафедра управления качеством

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ООП

д.т.н., профессор

В.И. Сырякин

подпись

« 18 » апреля 2022 г.

ЗАДАНИЕ

по выполнению выпускной квалификационной работы бакалавра обучающегося

Пушкареву Данилу Дмитриевичу

по направлению подготовки 27.03.02 Управление качеством, направленность (профиль)
«Управление качеством в производственно-технологических системах»

1 Тема выпускной квалификационной работы

Разработка документации для НОЦ «Центр молодёжного инновационного творчества
«Интеллект» НИ ТГУ.

2 Срок сдачи обучающимся выполненной выпускной квалификационной работы:

а) на кафедре – 18.06.2022 г. б) в ГЭК – 20.06.2022 г.

3 Исходные данные к работе:

Объект исследования – документационное обеспечение научно-образовательного центра

Предмет исследования – соответствие документации НОЦ требованиям нормативных
документов и особенностям функционирования подразделения

Цель исследования – Оценка соответствия и разработка документации

Задачи:

1. Проанализировать деятельность центра.

2. Проанализировать существующую документацию.

3. Разработать документацию и применить её в лаборатории.

4. Разработать рекомендации по совершенствованию деятельности центра.

Методы исследования: наблюдение, анализ, конкретизация.

Организация – НОЦ ЦМИТ «Интеллект» НИ ТГУ.

4 Краткое содержание работы: Работа состоит из введения, 3 разделов, заключения, списка
использованной литературы и приложений.

В первом разделе приводится информация о НОЦ, ЦМИТ, Fab lab и деятельности внутри центра.

Во втором разделе полное описание оборудования, которое используется в центре.

В третьем разделе описывается практическая часть работы: этапы проведения работы, приведение
примеров работы.

В заключении описаны результаты работы.

Руководитель выпускной квалификационной работы

канд. ф.-м. наук, доцент

должность, место работы

подпись

С.Б. Квеско

Консультант выпускной квалификационной работы

ассистент кафедры Управление качеством

должность, место работы

подпись

Д.А. Долгая

Задание принял к исполнению

18 апреля 2022

дата

подпись

Д.Д. Пушкарев

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа на тему «Разработка документации для НОЦ «Центр молодёжного инновационного творчества «Интеллект» НИ ТГУ» содержит 49 страниц, 17 рисунков, 1 таблицу, 27 источников литературы, 6 приложений.

Ключевые слова: актуализация, документация, центр, лаборатория, регламент, инструкция.

Актуальность исследуемой темы заключается в разработке и актуализации документации, необходимой для функционирования лаборатории. Новизна исследуемой темы заключается в разработке документации, которой раньше не было в центре.

Объект выпускной квалификационной работы – НОЦ «ЦМИТ «Интеллект».

Предмет выпускной квалификационной работы – документация в ЦМИТ «Интеллект».

Цель работы – разработать документацию, призванную улучшить основные процессы ЦМИТ «Интеллект».

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

1. Анализ деятельности центра.
2. Анализ оборудования центра.
3. Анализ существующей документации центра.
4. Разработка документации и применение её в центре.
5. Закрепление документации за лабораторией.
6. Разработка рекомендации по совершенствованию деятельности центра.

Работа состоит из введения, 3 разделов, заключения, списка использованной литературы и приложений.

В первом разделе приводится информация о НОЦ, ЦМИТ, Fab lab и деятельности внутри центра.

Во втором разделе полное описание оборудования, которое используется в центре.

В третьем разделе описывается практическая часть работы: этапы проведения работы, приведение примеров работы.

В заключении описаны результаты работы.

Результатом работы является разработка и актуализация документации, необходимой для функционирования центра.

ANNOTATION

The final qualifying work on the topic «Development of documentation for REC” Center for Youth Innovative Creativity «Intellect» NI TSU» contains 49 pages, 17 figures, 1 table, 12 literature sources, 6 appendices.

Keywords: updating, documentation, center, laboratory, regulations, instructions.

The relevance of the topic under study lies in the development and updating of documentation necessary for the functioning of the laboratory. The novelty of the topic under study lies in the development of documentation, which was not previously in the center.

The object of the final qualification work is the REC "CMIT "Intellect".

The subject of the final qualifying work is documentation in the CMIT "Intellect".

The purpose of the work is to develop documentation designed to improve the main processes of CMIT “Intellect”.

To achieve this goal, the following tasks were performed:

1. Analysis of the center's activities.
2. Analysis of the center's equipment.
3. Analysis of the existing documentation of the center.
4. Development of documentation and its application in the center.
5. Securing documentation for the laboratory.
6. Development of recommendations for improving the activities of the center.

The work consists of an introduction, 3 sections, a conclusion, a list of references and appendices.

The first section provides information about REC, CMIT, Fab lab and activities inside the center.

The second section contains a full description of the equipment used in the center.

The third section describes the practical part of the work: the stages of the work, giving examples of work.

In conclusion, the results of the work are described.

The result of the work is the development and updating of the documentation necessary for the functioning of the center.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ООП, зав. кафедрой УК ФИТ
ТГУ, д. т. н., профессор



В.И. Сырякин
2022 г.

**ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ
о возможности опубликования**

Рассмотрев материал – текст бакалаврской работы на тему «Разработка документации для НОЦ «Центр молодёжного инновационного творчества «Интеллект» НИ ТГУ», разработанный студентом группы №18802 факультета инновационных технологий Томского государственного университета Пушкарёвым Даниилом Дмитриевичем, предназначенный для издания на сайте электронно-библиотечной системы НИ ТГУ, **подтверждаем:**

- в материале **не содержится** информация с ограниченным доступом (Закон РФ «О государственной тайне», Перечни сведений, подлежащих засекречиванию, Минобрнауки РФ № 36с от 10.11.2014 г.), а также информация, подпадающая под действие Списков, контролируемых товаров, технологий, утверждённых Указами Президента РФ: от 14.02.1996 № 202, от 14.01.2003г. № 36, от 17.12.2001 № 1661, от 08.08.2001г. № 1005, от 28.08.2001г. № 1082, от 20.08. 2007 г. № 1083.);

- текст бакалаврской работы **не содержит** производственную, техническую, экономическую, организационную информацию и другие сведения, в том числе о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере, о способах осуществления профессиональной деятельности, которые имеют действительную и/или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности их третьим лицам.

Заключение:

Разрешить открытую публикацию бакалаврской работы «Разработка документации для НОЦ «Центр молодёжного инновационного творчества «Интеллект» НИ ТГУ» студента Пушкарёва Даниила Дмитриевича.

Научный руководитель, к.ф.-м.н., доцент
(должность, уч. степень, звание)


(подпись)

С.Б. Квеско
(ФИО)

Студент, НИ ТГУ, ФИТ, гр.18802


(подпись)

Д.Д. Пушкарёв
(ФИО)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
1 Характеристика НОЦ «ЦМИТ» как структурного подразделения НИ ТГУ	8
1.1 Описание деятельности НОЦ «ЦМИТ «Интеллект»	9
2. Описание оборудования лаборатории	15
2.1 3D-принтеры. Принтер Creality Ender 3 Pro	15
2.1.1 Технология 3D печати.....	16
2.1.2 Область применения	18
2.1.3 Сравнение графических редакторов для 3D печати и 3D принтера.....	19
2.1.4 Описание программы «Blender 3D»	20
2.1.5 Описание принтера Creality Ender 3 Pro.....	23
2.1.6 Процедура проектирования и печати	26
2.1.7 Технология объёмной печати FDM	28
2.2 Сварочный аппарат Seborga Pocket Pulse.....	31
3. Практическая часть	34
3.1 Разработка документации	35
3.2 Создание блок-схемы процесса «Производство предмета на 3D принтере».....	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	45
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ.....	47
ПРИЛОЖЕНИЕ А Инструкция 3D принтер CyberDragon	50
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Инструкция 3D принтер CyberDragon.....	51
ПРИЛОЖЕНИЕ В Инструкция 3D сканер RangeVision Spectrum	52
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Инструкция 3D сканер RangeVision Spectrum.....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Методические указания при работе с 3D принтером.....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Методические указания при работе с 3D принтером	55

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ

ВКР – Выпускная квалификационная работа.

ДП – документированная процедура.

НОЦ – научно-образовательный центр.

НТД – нормативно-техническая документация.

САПР – система автоматического проектирования.

СИЗ – средства индивидуальной защиты.

СМК – система менеджмента качества.

СМИ – средства массовой информации.

ЧПУ – числовое программное управление.

ЦМИТ – центр молодёжного инновационного творчества.

Hard skills – профессиональные, технические компетенции, которые можно наглядно продемонстрировать, оценить и проверить.

Soft skills – универсальные социально-психологические качества, которые не зависят от профессии, но непосредственно влияют на успешность человека.

ВВЕДЕНИЕ

Одно из главных требований обеспечения качества – это своевременная и ежегодная актуализация нормативных документов (стандартов), используемых на предприятии. Стандарты, не прошедшие актуализацию, в работе систем использовать не допускается.

Систематическое проведение обновления имеющейся базы стандартов позволяет иметь в использовании актуальные документы и гарантировать соответствие издаваемой продукции функционирующим нормам и требованиям, что представляется главным условием содействия и успешного развития бизнеса.

Работа была выполнена с учётом специфики работы центра: учитывалась направленность, небольшой штат сотрудников, а также недолгое время работы. Работа проводилась под постоянным контролем вышестоящих руководителей от факультета и центра.

В качестве исследуемого элемента была взята документация не просто так. Документация в центре выполняет очень важную функцию, ведь перед тем, как начать работать с оборудованием, необходимо ознакомиться с документацией, которая к нему прилагается и вокруг чего и строится вся работа. Документационный оборот ведётся в центре в любое время. Документация постоянно обновляется, наполняется правками или совершенно убирается из реестра действующей документации. Все эти решения необходимо отслеживать и учитывать. Данная работа призвана улучшить рабочие процессы как уже действующих сотрудников, так и будущих, а также студентов, школьников и любых других гостей центра.

Актуальность темы выпускной квалификационной работы напрямую связана с существованием требований международных стандартов серии ISO, призывающих обновлять и модернизировать документацию на предприятии. В условиях быстро меняющегося законодательства и расширения бизнеса у предприятий появляется потребность непрерывного мониторинга состояния и соответствия внешней НТД, внутренних нормативных документов (стандартов, инструкций), какими руководствуется НОЦ при производстве продукции и оказании услуг.

НОЦ – объединение потенциалов основных научных и образовательных организаций высшего образования с организациями настоящего сектора экономики, проводящие научные изучения и разработки всемирного уровня, итогом каких представляется приобретение новых конкурентоспособных технологий и продуктов и их коммерциализация, исполняющие подготовку кадров для решения крупных научно-технологических вопросов по приоритетам научно-технологического развития Российской Федерации.

Основным «продуктом» работы центра является информация. Она представляется в виде данных и документов. Документы и данные – это элементы системы качества, за счёт которых осуществляется коммуникация как внутри центра, так и за его пределами.

Чтобы обеспечить доступность, достоверность, своевременность и надёжность результатов работы, документация центра должна быть под строгим контролем. Этого можно добиться, только создав эффективную систему управления документацией. Реализовать систему можно различными вариантами: система электронного документооборота, система «ручного управления» или их комбинация. Все зависит от финансовых возможностей подразделения и уровня компетентности персонала. При любом варианте реализации существует ряд вопросов, которые должны быть проработаны до начала внедрения системы. К таким вопросам относятся: структура документации лаборатории; виды документации; действия по управлению документацией.

Практически каждое структурное подразделение «завалено» документами различных видов: процедуры, формы сбора данных, журналы учета, стандарты, накладные и пр. Часть документов задана внешними нормативными требованиями, часть – собственными потребностями центра. Чтобы приступить к созданию эффективной системы управления документацией, существующая документация центра должна быть упорядочена. Такое упорядочивание проводится за счёт разработки структуры документации.

Структура документации центра представляет собой совокупность связей между документами, которые обеспечивают целостность системы качества при внешних и внутренних изменениях. Она устанавливает уровни иерархии документации центра, виды документации и их взаимодействие.

Большинство нормативных документов и стандартов (например, ISO/IEC 17025, ISO 15189, критерии аккредитации в «Росаккредитации» и др.) дают только общее представление, что должна включать в себя документация центра. Разработка конкретной структуры является обязанностью самой лаборатории. Структура документации центра зависит от области деятельности, требований нормативных документов и внутренней организации работы.

По уровням иерархии структура документации повторяет уровни управления центра: стратегический уровень, тактический уровень и уровень ежедневных транзакций (оперативный). Документация стратегического уровня определяет, что необходимо делать в текущий момент и в перспективе; документация тактического уровня устанавливает, как делать конкретную работу; документация оперативного уровня подтверждает факт выполнения работы.

Уровни иерархии устанавливают статус документов и область их действия (распространения). Документация стратегического уровня распространяется на весь центр, тактического уровня – на отдельные процессы или системы, оперативного уровня – на отдельные операции процессов или действия.

Разделение по уровням иерархии важно для классификации документов. Если документация центра структурирована по уровням, то это позволяет четко распределить ответственность за действия с документами и установить степень «наказания» за неисполнение действий. В стабильной и хорошо организованной системе качества механизм контроля за действиями с документами и наказания за их неисполнение таков, что нарушать установленные правила невыгодно. В тоже время нет смысла устанавливать обязательства, которые сотрудники не в состоянии выполнить.

Структурирование документации по уровням иерархии необходимо, чтобы сбалансировать ответственность за действия с документами.

Техническая документация – это набор документов, разработка которого необходима для любого товара, изготовление которого проходит не по государственным стандартам, а по особой процедуре. В технических условиях устанавливаются требования, которые должны быть соблюдены при изготовлении продукции, а также процедуры, с помощью которых можно проверить соблюдение этих норм.

К технической документации относятся различные виды документов;

- руководство по эксплуатации – документ, содержащий чёткие сведения относительно конструкции, а также принципах действия и характеристиках устройства, в том числе относительно его составных частей;

- паспорт (формуляр) технического устройства – документ, содержащий сведения, удостоверяющие гарантии изготовителя, значения основных параметров и характеристик (свойств) изделия, а также сведения о сертификации и утилизации изделия;

- расчёты на прочность – документ, содержащий исследование, осуществляемое с целью определения безопасной эксплуатации объекта в конкретных условиях и при конкретных нагрузках;

- технические условия – документ, устанавливающий технические требования, которым должны соответствовать конкретное изделие, материал, вещество и пр. или их группа. Кроме того, в них должны быть указаны процедуры, с помощью которых можно установить, соблюдены ли данные требования;

- и другие документы в зависимости от специфики продукта.

В российской действительности с огромным набором различных факторов, включая

географические, исторические, психологические и проч. существует проблема неэффективной импульсивной работы, которая зачастую не регламентирована, не подчиняется требованиям и нацелена только на результаты, игнорируя сами способы выполнения задач. Всё больше российских предприятий, которые стремятся к стабильному росту прибыли, расширению рынка производимой продукции или оказания услуг, эффективной работе и благоприятной атмосфере внутри коллектива, начинают плотно работать с системой менеджмента качества.

Если раньше отдел СМК на предприятии считался чем-то совершенно ненужным, формальным, отдел, который даёт необходимые сертификаты для продолжения деятельности компании, то сейчас устанавливаются отношения, при которых роль системы менеджмента качества на предприятии существенно возросла и выполняет интегрирующие и регулирующие функции.

Цель выпускной квалификационной работы – разработка документации для лаборатории.

Достижение данной цели реализовано за счёт выполнения следующих задач, которые и определяют практическую значимость исследования:

1. Анализирование оборудования лаборатории.
2. Анализирование существующей документации центра.
3. Разработка документации и применение её в лаборатории.
4. Закрепление документации за лабораторией.
5. Разработка рекомендации по совершенствованию деятельности центра.

В данной ВКР объектом исследования является оборудование и документация лаборатории ЦМИТ «Интеллект».

В настоящей работе использовались такие методы как:

- наблюдение,
- анализ,
- конкретизация.

Структура работы обусловлена основными задачами исследования и логикой изложения материала.

Предметом ВКР является соответствие документации НОЦ требованиям нормативных документов и особенностям функционирования подразделения.

1 Характеристика НОЦ «ЦМИТ» как структурного подразделения НИ ТГУ

Национальный исследовательский Томский государственный университет – первое заведение в Азиатской части России, один из основных центров науки, образования и культуры страны.

16 (28) мая 1878 года император Александр II подписал распоряжение Государственного совета Российской империи об учреждении Императорского Сибирского института в Томске в составе четырёх факультетов: историко-филологического, физико-математического, юридического и медицинского. Открылся Императорский Томский университет в 1888 году.

Важнейший приоритет университета – стремление к воспитанию свободно и широко мыслящей творческой личности, способной к самостоятельным академическим и мировоззренческим решениям. Сохраняя достоверность традициям предшественников, команда института активно формирует прогрессивные подходы и методы во всех сферах деятельности, усиливая свой статус в российском и международном научно-образовательном пространстве.

Уже почти полтора века учреждение остаётся передовым вузом России и вносит большой вклад в формирование страны, образования и науки. В 2013 году ТГУ твердо победил в конкурсе Минобрнауки России по отбору программ увеличения интернациональной конкурентоспособности вузов. По результатам конкурса 15 наилучших институтов страны будут стараться вступить в элитный перечень институтов мира. В процессе исполнения своей программы ТГУ устремляет ресурсы и усилия коллектива на достижение мирового значения науки и образования. Национальный исследовательский Томский государственный университет как университет исследовательского типа видит свою цель в сохранении и приумножении духовных ценностей человечества, в получении и распространении передовых знаний и информации, в опережающей подготовке интеллектуальной элиты общества на основе интеграции учебного процесса, фундаментальных научных исследований и инновационных подходов.

Национальный исследовательский Томский государственный университет как университет исследовательского типа видит свою миссию в сохранении и приумножении духовных ценностей человечества, в получении и распространении передовых знаний и информации, в опережающей подготовке интеллектуальной элиты общества на основе интеграции учебного процесса, фундаментальных научных исследований и инновационных подходов.

ТГУ включает в себя 20 факультетов и учебных институтов, 145 кафедр, 135

направлений, 42 академические школы и около 1100 преподавателей. В ТГУ учится около 16 тысяч студентов, из которых 2300 – иностранные учащиеся из 50 стран мира.

Основными направлениями развития университета являются социально-гуманитарные знания и технологии для модернизации экономики и социальной сферы, биомедицина, врачебное материаловедение и приборостроение, разумное природопользование и науки о жизни, информационно-телекоммуникационные и суперкомпьютерные технологии, материалы и технологии (включая нано), конструирование перспективных космических и ракетных систем, математика, физика и астрономия, а также науки о Земле.

1.1 Описание деятельности НОЦ «ЦМИТ «Интеллект»

НОЦ – объединение потенциалов основных научных и образовательных организаций высшего образования с организациями настоящего сектора экономики, проводящие научные изучения и разработки всемирного уровня, итогом каких представляется приобретение новых конкурентоспособных технологий и продуктов и их коммерциализация, исполняющие подготовку кадров для решения крупных научно-технологических вопросов по приоритетам научно-технологического развития Российской Федерации.

НОЦ «ЦМИТ «Интеллект» создавалось с целью интеграции и координации усилий учебного, научного и инновационно-внедренческого потенциала ТГУ для совместных действий в образовательной, научно-исследовательской и внедренческой деятельности.

Основными принципами деятельности НОЦ «ЦМИТ «Интеллект» являются:

- практико-ориентированность проводимых исследований, реализации частей образовательных программ (практическая подготовка студентов), реализации программ дополнительного образования и общеразвивающих курсов;
- внедрение и развитие методик наставничества, тьюторского сопровождения проектов студентов, аспирантов и молодых учёных;
- создание и внедрение в образовательный процесс методик соответствующих международной инициативе CDIO (Conceive – Design – Implement – Operate);
- направленность на извлечение коммерческой выгоды из проводимых исследований и разработок, ориентация на потребности реального сектора экономики Российской Федерации: коммерческие и некоммерческие организации, органы государственной власти, международные объединения;
- привлечение к работе научно-образовательного центра студентов, аспирантов и молодых ученых.

Основными направлениями деятельности являются образовательная, научная, инновационная.

Основными целями функционирования НОЦ «ЦМИТ «Интеллект» являются подготовка, реализация образовательных программ в области популяризации научно-технического, инновационного творчества, технологий цифрового производства и прототипирования, а также в организации научно-исследовательской, методической и образовательной деятельности по подготовке, повышению квалификации и переподготовке специалистов.

Первоочередными задачами НОЦ «ЦМИТ «Интеллект» являются:

- разработка и реализация дополнительных образовательных программ, компонентов образовательных программ, в том числе основанных на практико-ориентированных принципах CDIO, для обучающихся и сотрудников ТГУ, а также для внешних слушателей;
- развитие сотрудничества с ведущими зарубежными университетами и организациями, другими научно-образовательными центрами и отечественными образовательными учреждениями, органами государственной власти и иными государственными органами, общественными формированиями, коммерческими и некоммерческими организациями в области научно-исследовательской, образовательной и инновационной деятельности, выполнение совместных научно-исследовательских работ и образовательных проектов на основе соглашений и договоров (контрактов);
- проведение научных исследований в области инноваций и цифрового производства;
- экспертная деятельность по проблематике НОЦ «ЦМИТ «Интеллект»;
- повышение квалификации представителей образовательных и научно-исследовательских учреждений, органов государственной власти и иных государственных органов, общественных формирований, коммерческих и некоммерческих организаций;
- использование результатов научно-исследовательской работы в учебном процессе;
- информирование о своей деятельности в СМИ и Интернет-ресурсах.

НОЦ «ЦМИТ «Интеллект» осуществляет выполнение и иных задач, предусмотренных для достижения целей, установленных настоящим Положением.

ЦМИТ – новая площадка для развития у всех желающих не только HardSkills, но и SoftSkills.

Центр молодёжного инновационного творчества – это площадка проектирования и прототипирования по своей сути соответствует более распространённому термину «Fablab». «Fablab» – это неотъемлемая часть любого современного ВУЗа. «Fablab» – это центр цифрового производства, наполненный самым современным оборудованием. Благодаря быстрому прототипированию, проекты студентов переходят с плоских экранов компьютеров

на модели в реальное пользование в течение нескольких часов. Студенты работают со многими материалами: дерево, пластики, металлы, силиконы и композиты. Приобретая опыт, который они не могут получить больше нигде. Опыт, который поднимает брови работодателей.

«Fablab» специализированы в первую очередь для штучного, в личных целях, производства изделий, какие возможно изготовить вследствие существующим технологиям, но которые не издаются серийно. Не исключаются и пробы копирования или одновременного изготовления компонентов под экспериментальные или академические задачи.

Лаборатории «Fablab» не ориентированы на «выпуск продукции». Но они в принципе могут производить небольшие партии изделий, что может быть предпочтительным, по сравнению с заказом подобной партии на изготовлении (из-за связанного с серийным созданием негативного эффекта масштаба). Фаблабы уже проявили свою способность облегчать создание единичных сверхтехнологичных устройств для специфических нужд. Кроме того, «Fablab» порой применяется как стартовая площадка будущих инновационных коммерческих проектов.

«Fablab» выполняет как образовательные функции, так и функцию центра прототипирования начального уровня.

«Fablab» в ТГУ осуществляет различную деятельность:

- краткосрочные курсы проектирования в системах САПР (CAD) с выходом на цифровое производство;
- дисциплина «Промышленный дизайн» для ядра бакалавриата ТГУ;
- обучение желающих работе на ЧПУ станках;
- изготовление функциональных прототипов;
- проведение научных исследований и опытно-конструкторских работ (НИиОКР).

Основными функциями НОЦ «ЦМИТ «Интеллект» являются:

- формирование и разработка дополнительных образовательных программ, общеразвивающих курсов, учебных дисциплин и прикладных спецкурсов для обучающихся ТГУ, включая междисциплинарные спецкурсы;
- совместное участие с иными структурными подразделениями ТГУ в реализации частей образовательных программ (практическая подготовка студентов, включая выполнение практик, НИР, курсовых работ и проектов, ВКР);
- переподготовка и повышение квалификации научных и педагогических работников ТГУ и внешних слушателей;
- коммерциализация результатов научно-исследовательской, научно-

образовательной и инновационной деятельности;

- организация, проведение и участие в региональных, межрегиональных и международных конференциях, конгрессах, форумах, семинарах, круглых столах по направлениям деятельности НОЦ «ЦМИТ «Интеллект»;

- участие в издательской деятельности ТГУ, включая создание, выпуск и распространение учебной, учебно-методической и научно-исследовательской литературы;

- популяризация деятельности НОЦ «ЦМИТ «Интеллект» посредством публикаций в СМИ и Интернет-ресурсах, в том числе создание онлайн-площадок.

Приносящая доход деятельность осуществляется Центром в порядке, предусмотренном Уставом ТГУ.

Виды деятельности, подлежащие лицензированию, Центр осуществляет на основании лицензий, полученных ТГУ.

В зависимости от направлений деятельности в составе НОЦ «ЦМИТ «Интеллект» могут создаваться различные структурные подразделения (лаборатории, отделы, группы, сектора и др.). Структурные подразделения в НОЦ «ЦМИТ «Интеллект» создаются в порядке, предусмотренном Уставом Университета.

Структурные подразделения Центра действуют в соответствии с положениями о них, утверждаемыми в соответствии с Уставом Университета.

Непосредственное руководство Центром осуществляет директор Центра. Приём на должность директора осуществляется приказом ректора ТГУ, изданного на основании заключённого трудового договора в письменной форме.

Директор Центра непосредственно подчиняется декану ФИТ ТГУ и осуществляет свои полномочия в соответствии с должностной инструкцией и настоящим Положением:

- обеспечивает организацию работы сотрудников Центра по выполнению задач и функций в соответствии с настоящим Положением;

- издаёт распоряжения по направлениям деятельности Центра, обязательные для исполнения работниками Центра;

- обеспечивает сохранность конфиденциальности сведений, содержащихся в документах;

- разрабатывает должностные инструкции работников Центра и представляет их на утверждение в установленном в ТГУ порядке;

- подписывает и визирует документы в пределах своей компетенции;

- готовит проекты договоров с юридическими и физическими лицами от имени Университета по направлениям деятельности Центра;

– совершает необходимые действия в целях охраны вверенных материальных ценностей;

– вносит руководству ФИТ ТГУ предложения о поощрении работников Центра, добросовестно исполняющих трудовые обязанности, а также предложения для применения дисциплинарного взыскания к работникам, совершившим дисциплинарный проступок;

– обеспечивает в соответствии с действующим законодательством об охране труда выполнение требований нормативно-правовых актов по созданию безопасных условий труда и обучения, а также контролирует соблюдение работниками Центра Правил внутреннего распорядка ТГУ, охраны труда и противопожарной безопасности;

– организует подготовку учебно-методических материалов и научных публикаций.

По доверенности, выданной ректором ТГУ, представляет ТГУ в отношениях с физическими и юридическими лицами, включая органы государственной власти и управления в соответствии с задачами и функциями, определенными настоящим Положением.

Коллегиальным органом управления НОЦ «ЦМИТ «Интеллект» является Совет Центра, состав которого утверждается деканом ФИТ ТГУ.

Совет Центра вправе рассматривать любые организационные научно-образовательные вопросы, относящиеся к деятельности Центра. Совет центра правомочен принимать решение, если на нем присутствует простое большинство его членов. Директор Центра входит в состав Совета.

Директор центра несёт персональную ответственность за результаты деятельности НОЦ «ЦМИТ «Интеллект».

Исследовательская деятельность в области поиска новых материалов, способов проектирования (алгоритмические модели построения проектов). Взаимодействие в этой области с другими структурными подразделениями ТГУ. Предоставление площадки для пилотных проектов создания изделий из разрабатываемых материалов.

На данном этапе приобретается экструдерная установка с целью производства экспериментальных пластиков для 3D печати с различными наполнителями (наночастицы, композиты). Один из крупнейших производителей пластика для 3D принтеров в СНГ, компания «Бестфиламент» (г. Томск) готова заключить с лабораторией соглашение о сотрудничестве в области разработки и тестирования перспективных видов пластика.

Есть наработки по созданию модельных пластиков для 3D ЧПУ фрезеровки, аналогичные импортным образцам, при существенно более низкой себестоимости (можно подготовить патенты).

В лаборатории используется различное оборудование, как переносные инструменты

на подобию шуруповёртов, так и ЧПУ станки, установленные на стационарных стендах. Виды и типы оборудования:

1. Экструдерная установка. Студенты с химического, биологического и других факультетов смогут принять участие в общемировой гонке создания новых биоразлагаемых экологических материалов для 3D печати. И тут-же применить их в самых современных 3D принтерах. Один из ведущих производителей в СНГ, пластика для печати, Томская фирма Bestfilament готова подписать соглашение о сотрудничестве в области разработки новых материалов.

2. 3D-принтеры. Аддитивные технологии являются знаменем перехода промышленности от массового производства к персональному производству. Технология три де печати упрощает процесс создания новых вещей и устройств. Студенты и другие сотрудники ТГУ получают доступ к быстрому прототипированию своих проектов, учебных пособий и деталей для научных установок.

3. ЧПУ фрезерный станок. Позволяет осуществлять обработку твердых материалов, объёмную фрезеровку мастер моделей и раскрой листового материала, композитных панелей. Незаменим при создании корпусов сложных электромеханических установок и прочих устройств.

4. Лазерный станок. Предназначен для раскроя листовых материалов, таких как фанера и акрил и нанесения маркировки.

5. VR/AR станции. Технология проектирования объёмных объектов в виртуальной среде сейчас активно развивается и ТГУ, может стать одним из пионеров в этой области.

6. 3D сканер. Позволяет сканировать объекты реального мира, для последующей обработки в виртуальной среде.

7. Графические станции. Компьютерный класс, оснащенный современными компьютерами с установленным передовым САПР Fusion 360 (бесплатное распространение по образовательной лицензии Autodesk). Позволяет в кратчайшие сроки обучать группы студентов проектированию и 3D моделированию, с учетом технологических ограничений цифрового производства.

2 Описание оборудования лаборатории

Любой центр должен быть оснащён оборудованием для полноценного его функционирования. Ни одна площадка в данный момент не обходится без современных устройств, которые используются как при проведении экспериментов и прямой деятельности центра, так и для поддержания его в рабочем состоянии.

ЦМИТ «Интеллект» – это современный центр и в нём установлено самое современное оборудование для осуществления работы в самом лучшем виде.

2.1 3D-принтеры. Принтер Creality Ender 3 Pro

С начала 21 века понятие «3D» прочно вошло в нашу повседневную жизнь. В первую очередь, мы связываем его с кино, фотографией или мультипликацией. Едва ли найдётся человек, который хотя бы раз в жизни не слышал о 3D-печати.

Хоть и ведётся много разговоров о 3D-печати последние несколько лет, технология существует уже более 30 лет. В 1984 году компания Charles Hull разработала технологию трёхмерной печати для воспроизведения объектов с использованием цифровых данных, а двумя годами позже дала название и запатентовала технику стереолитографии.

Тогда же эта компания разработала и создала первый промышленный 3D принтер. Впоследствии эстафету приняла компания 3D Systems, разработавшая в 1988 году модель принтера для 3D печати в домашних условиях SLA – 250.

В том же году компанией Scott Grump было изобретено моделирование плавленными осаждениями. После нескольких лет относительного затишья, в 1991 году компания Helisys разрабатывает и выпускает на рынок технологию для производства многослойных объектов, а через год, в 1992, в компании «DTM» выходит в свет первая система селективного лазерного спаивания.

В 1993 году основывается компания «Solidscapе», которая и приступает уже к серийному производству принтеров на струйной основе, которые способны производить небольшие детали с идеальной поверхностью, причём при относительно небольших затратах.

В 2005 году появился первый 3D-принтер, способный печатать в цвете, это детище компании «Z Corp» под названием «Spectrum Z510», а буквально через два года появился первый принтер, способный воспроизводить 50% собственных комплектующих.

3D-печать – это построение реального объекта по созданному на компьютере образцу 3D-модели. Затем цифровая трёхмерная модель сохраняется в формате STL-файла, после чего 3D принтер, на который выводится файл для печати, формирует реальное изделие.

Сам процесс печати – это ряд повторяющихся циклов, связанных с созданием трёхмерных моделей, нанесением на рабочий стол (элеватор) принтера слоя расходных материалов, перемещением рабочего стола вниз на уровень готового слоя и удалением с поверхности стола отходов.

Циклы непрерывно следуют один за другим: на первый слой материала наносится следующий, элеватор снова опускается и так до тех пор, пока на рабочем столе не окажется готовое изделие.

Применение трёхмерной печати – это серьёзная альтернатива традиционным методам прототипирования и мелкосерийному производству. Трёхмерный, или 3D -принтер, в отличие от обычного, который выводит двухмерные рисунки, фотографии на бумагу, даёт возможность выводить объёмную информацию, то есть создавать трёхмерные физические объекты.

На данный момент оборудование данного класса может работать с фотополимерными смолами, различными видами пластиковой нити, керамическим порошком и металлоглиной. В основе работы 3D-принтера лежит принцип поэтапного создания твёрдой модели. Преимуществами 3D-печати по сравнению с ручными способами построения моделей – являются выше скорость, намного проще и ниже стоимость.

3D-технологии дают возможность полностью заменить ручной труд и тем самым упростив процесс разработки и создания модели – программное обеспечение показывает модель во всех ракурсах на экране, и позволяет устранить выявленные недостатки не в процессе создания, а при разработке, что ускоряет создание модели.

2.2 Технология 3D печати

Существуют различные технологии многомерной печати. Разность между ними заключается в способе наложения слоёв изделия.

Преимущественно общераспространёнными представляются SLS (селективное лазерное сплетение), HPM (наложение покровов растопленных материалов) и SLA (стереолитиография).

Преимущественно обширное распределение вследствие высокой скорости построения предметов получила разработка стереолитографии либо SLA.

Разработка SLA функционирует так: лазерный луч направляется для фотополимер, после чего вещество затвердевает.

В качестве фотополимера применяется полупроницаемый материал, какой деформируется под действием атмосферической влаги.

После отвердевания он легко поддаётся склеиванию, машинной отделке и

окрашиванию. Рабочий стол (элеватор) располагается в ёмкости с фотополимером. После прохождения сквозь полиуретан лазерного луча и отверждения оболочки рабочая сфера стола сдвигается вниз.

Соединение порошковых реагентов под воздействием лазерного луча – оно же SLS – единственная схема 3D-печати, которая приспособляется при изготовлении форм, как для металлического, аналогично пластикового литья.

Пластиковые модификации обладают замечательными механическими качествами, вследствие которым им предоставляется возможность употребляться ради приготовления полнофункциональных изделий. В SLS схемы употребляются материалы домочадцы по свойствам к маркам окончательного продукта: керамика, порошочный пластик, металл.

Устройство 3D-принтера выглядит так: порошковые вещества наносятся на поверхность элеватора и спекаются под действием лазерного луча в твёрдый слой, подходящий параметрам модификации и определяющий её форму.

Технология DLP – новичок на рынке многомерной печати. Стереолитографические печатные автоматы сейчас позиционируются, как генеральная альтернатива FDM оборудованию. Принтеры предоставленного типа применяют технологию цифровой отделки светом. Некоторые задаются вопросом, чем отпечатывает 3D-принтер предоставленного образца?

За место пластиковой нити и нагревающей головки для создания трёхмерных фигур употребляются фотополимерные смолы и DLP-проектор.

Впервинку услышав про DLP 3D-принтер, что это такое – достаточно основательный вопрос. Несмотря на головоломное название, построение приблизительно не отличается от других настольных печатных аппаратов. Кстати, его разработчики, в лице команды «QSQM Technology Corporation», уже запустили в серию главные стандарты высокотехнологичного оборудования.

Стоит заметить, схемы SLS/DMLS – далеко не единственные по части печати металлом. В настоящее время для создания металлических многомерных предметов повсюду употребляется электронно-лучевая плавка. Лабораторные изучения показали, что применение металлической проволоки ради послойного наплавления при изготовлении прецизионных подробностей малоэффективно, оттого инженеры придумали выдающийся источник – металлоглину.

Металлическая глина, использующаяся в качестве чернил в течение электронно-лучевой плавки, производится из смеси базисного клея, металлической стружки и определённого количества воды. Для того чтобы превратить чернило в крепкий объект, его

нужно нагреть до температуры, при которой клейстер и вода выгорят, а стружка сплавится между собой в монолит.

Примечательно, что этот принцип вдобавок употребляется при работе с SLS принтерами. Но в отличие от них, EBM-аппараты производят для плавки металлоглины нацеленные электронные импульсы за место лазерного луча. Необходимо сказать, что данный рецепт гарантирует достойный уровень печати и замечательную прорисовку незначительных деталей.

На сегодняшний период продаются исключительно промышленные принтеры, использующие EBM технологию.

Позволяет организовывать не только модели, но также окончательные детали из стандартных, конструкционных и высокоэффективных термопластиков. Это единственная технология, использующая термопластики производственного класса, обеспечивающие не имеющую аналогов механическую, тепловую и химическую надёжность деталей.

Печать после схемы НРМ выгодно отличается чистотой, несложностью употребления и пригодностью ради использования в офисе. Детали из термопластика устойчивы к высоким температурам, механическим нагрузкам, многообразным химическим реагентам, сырой или сухой среде.

Растворимые добавочные материалы разрешают организовывать сложные многоуровневые формы, полости и отверстия, какие было бы маловероятно получить обыкновенными методами. 3D-принтеры, воздействующие по технологии НРМ, основывают компонента слой за слоем, разогревая материал до полужидкого состояния и выдавливая его в соответствии разработанными для компьютера путями.

Для печати по технологии НРМ используется два различных материала. Из одного (основного) будет заключаться готовая деталь, и вспомогательного, кой употребляется для поддержки. Нити обоих материалов сервируются из отсеков 3D-принтера в печатающую головку, которая перемещается в зависимости от изменения координат X и Y, и наплавляет материал, образуя настоящий слой, пока основа не передвинется книзу и не возникнет поступающий слой.

Когда 3D-принтер кончит создание детали, остаётся изолировать дополнительный материал механически, или растворить его моющим средством, затем изделие готово к использованию. Как и технологии, различаются друг от друга и сами принтеры. Ежели у вас принтер, работающий по SLA, то технологию SLS на нём использовать будет невозможно, т.к. каждый принтер построен исключительно под определённую технологию печати.

2.2.1 Область применения

3D-печать предоставляет возможности в различных сферах. В архитектуре, например, 3D-печать позволяет создавать объёмные макеты зданий, или даже целых микрорайонов со всей инфраструктурой: скверами, парками, дорогами и уличным освещением.

Благодаря используемому при этом дешёвому гипсовому композиту обеспечивается низкая себестоимость готовых моделей. А более 390 тысяч оттенков СМΥК позволяют в цвете воплотить любую, даже самую смелую фантазию архитектора.

В строительстве есть все основания предполагать, что в недалёком будущем намного ускорится и упростится процесс возведения зданий. Калифорнийскими инженерами создана система 3D-печати для крупногабаритных объектов. Она работает по принципу строительного крана, возводящего стены из слоёв бетона.

Такой принтер может возвести двухэтажный дом всего в течение 20 часов.

После чего рабочим останется лишь провести отделочные работы. 3D House постепенно завоёвывают прочные позиции 3D-принтеры и в мелкосерийном производстве.

В медицине благодаря технологиям трёхмерной печати врачи получили возможность воссоздавать копии человеческого скелета, что позволяет более точно отработать приёмы, повышающих гарантии успешного проведения операций.

Всё большее применение находят 3D-принтеры в области протезирования в стоматологии, так как эти технологии позволяют намного быстрее получить протезы, чем при традиционном изготовлении.

Не так давно немецкими учёными была разработана технология получения человеческой кожи. При её изготовлении используется гель, полученный из клеток донора. А в 2011 году учёным удалось воспроизвести живую человеческую почку.

Возможности, которые открывает 3D-печать во многих сферах деятельности человека поистине безграничны.

2.2.2 Сравнение графических редакторов для 3D печати и 3D принтера

Стремительное развитие технологий аддитивной печати было бы невозможным без современного программного обеспечения. Раньше приходилось подолгу осваивать графические редакторы и изучать азы инженерного моделирования для создания элементарных предметов.

Сегодняшний софт для 3D-принтера позволяет практически полностью автоматизировать печатный процесс и значительно упростить обращение с высокотехнологичной техникой. Сравнительный анализ приведён в таблице 1.

Программное обеспечение для 3D-принтера можно поделить на несколько категорий:

- приложения для сканирования объектов и создания объёмных моделей,
- софт по созданию моделей с чистого листа,
- программы для обработки 2D фотографий.

Таблица 1– Сравнительная таблица программ трёхмерного моделирования

Программный продукт	Экспорт/импорт STL-файлов	3D в реальном времени / виртуальная реальность	ОС	Моделирование
T-Flex Cad 3D	+	+	Windows	+
Google Sketchup	+	-	Windows, MacOS	+
Autodesk 3Ds Max	+	+	Windows	+
Autodesk Maya	+	+	Windows, Mac OS, Linux	+
Blender 3D2. 78	+	+	Windows, Mac OS, Linux	+

2.2.3 Описание программы «Blender 3D»

Для создания 3D моделей идеально подходит программа Blender 3D. Blender - свободный, профессиональный пакет для создания трёхмерной компьютерной графики, включающий в себя средства моделирования, анимации, рендеринга, постобработки и монтажа видео со звуком, компоновки с помощью «узлов» (Node Compositing), а также для создания интерактивных игр. В настоящее время пользуется наибольшей популярностью среди бесплатных 3D редакторов в связи с его быстрым и стабильным развитием, которому способствует профессиональная команда разработчиков.

Характерной особенностью пакета Blender является его небольшой размер по сравнению с другими популярными пакетами для 3D- моделирования.

Функции пакета можно рассмотреть так:

- поддержка разнообразных геометрических примитивов, включая полигональные модели, систему быстрого моделирования в режиме «subdivision surface (SubSurf)», кривые

Безье, поверхности NURBS, metaballs (метасферы), скульптурное моделирование и векторные шрифты;

- универсальные встроенные механизмы рендеринга и интеграция с внешним рендерером «YafRay», «LuxRender» и многими другими;

- инструменты анимации, среди которых инверсная кинематика, скелетная анимация и сеточная деформация, анимация по ключевым кадрам, нелинейная анимация, редактирование весовых коэффициентов вершин, ограничители, динамика мягких тел (включая определение коллизий объектов при взаимодействии), динамика твёрдых тел на основе физического движка «Bullet» и система волос на основе частиц;

- «Python» используется как средство создания инструментов и прототипов, системы логики в играх, как средство импорта/экспорта файлов (например, Collada), автоматизации задач;

- базовые функции нелинейного редактирования и комбинирования видео;

- «Game Blender» – подпроект Blender, предоставляющий интерактивные функции, такие как определение коллизий, движок динамики и программируемая логика; также он позволяет создавать отдельные real-time приложения начиная от архитектурной визуализации до видеоигр.

Сначала Blender имел репутацию программы, сложной для изучения. Практически каждая функция имеет соответствующее ей сочетание клавиш, и учитывая количество возможностей, предоставляемых Blender, каждая клавиша включена в более чем одно сочетание (shortcut). С тех пор как Blender стал проектом с открытым исходным кодом, были добавлены полные контекстные меню ко всем функциям, а использование инструментов сделано более логичным и гибким. Был улучшен пользовательский интерфейс с введением цветовых схем, прозрачных плавающих элементов, новой системой просмотра дерева объектов и разными мелкими изменениями.

Рассмотрим отличительные особенности интерфейса пользователя.

Существуют различные режимы редактирования, но из общего числа можно выделить два основных – объектный режим (Object mode) и режим редактирования (Edit mode), которые переключаются клавишей Tab. Объектный режим в основном используется для манипуляций с индивидуальными объектами, в то время как режим редактирования – для манипуляций с фактическими данными объекта. К примеру, для полигональной модели в объектном режиме мы можем перемещать, изменять размер и вращать модель целиком, а режим редактирования используется для манипуляции отдельными вершинами конкретной модели. Также имеются несколько других режимов, таких как «Vertex Paint» и «UV Face select».

Широкое использование горячих клавиш. Большинство команд выполняется с клавиатуры. До появления 2.x и особенно 2.3x версии, это был единственный путь выполнять команды, и это было самой большой причиной создания репутации Blender как сложной для изучения программы. Новая версия имеет более полное графическое меню.

Управление рабочим пространством. Графический интерфейс Blender состоит из одного или нескольких экранов, каждый из которых может быть разделён на секции и подсекции, которые могут быть любой частью интерфейса Blender. Графические элементы каждой секции могут контролироваться теми же инструментами, что и для манипуляции в 3D пространстве, для примера можно уменьшать и увеличивать кнопки инструментов тем же путём, что и в 3D просмотре. Пользователь полностью контролирует расположение и организацию графического интерфейса, это делает возможным настройку интерфейса под конкретные задачи, такие как редактирование видео, UV mapping и текстурирование, и сокрытие элементов интерфейса которые не нужны для данной задачи. Этот стиль графического интерфейса очень похож на стиль, используемый в редакторе UnrealEd карт для игры UnrealTournament.

Рабочее пространство Blender'a считается одной из самых прогрессивных идей интерфейса для графических инструментов и обновлённым дизайном графического интерфейса.

Помимо этого, есть возможность настраивать объекты меш сразу после добавления на сцену (устанавливать количество полигонов, поворот и радиус). После одного изменения этого объекта сделать это уже будет невозможно.

В программе Blender сущность, взаимодействующая с окружающим миром и её данные (форма или функции объекта) разделяемы. Отношение Объект-Данные представляется отношением 1:n (термин, относящийся к теории баз данных, обозначает возможность нескольких объектов использовать одни и те же данные — один ко многим или сюръекция).

Внутренняя файловая система, позволяющая хранить несколько сцен в едином файле (называемом «.blend» файл).

Все «.blend» файлы совместимы как с более старыми, так и с более новыми версиями Blender. Так же все они переносимы с одной платформы на другую и могут использоваться как средство переноса созданных ранее работ.

Blender делает резервные копии проектов во время всей работы программы, что позволяет сохранить данные при непредвиденных обстоятельствах.

Все сцены, объекты, материалы, текстуры, звуки, изображения, «post-production» эффекты могут быть сохранены в единый «blend» файл.

Настройки рабочей среды могут быть сохранены в «blend» файл, благодаря чему при загрузке файла вы получите именно то, что сохранили в него. Файл можно сохранить как «пользовательский по умолчанию», и каждый раз при запуске «Blender» вы будете получать необходимый набор объектов и подготовленный к работе интерфейс.

Тем не менее, внутреннее содержание «blend» файла менее похоже на структурированное описание объектов и их взаимоотношений, и более близко к прямому дампу области памяти программы. Это делает практически невозможным преобразование «blend» файлов в другие форматы. При этом следует заметить весьма продвинутый механизм экспорта в разнообразные форматы, такие как «obj», «dxf», «stl», «3ds» и прочие (список постепенно растёт).

2.2.4 Описание принтера Creality Ender 3 Pro

Принтер Creality Ender 3 Pro поставляется в формате DIY: пользователю необходимо самостоятельно собрать каркас и подключить все необходимые узлы. Каждая деталь помечена, у новичков сложности не возникнут. Модель поставляется с инструкцией пользователя, в которой детально расписаны шаги сборки. Визуальное представление принтера представлено на рисунке 1.

Creality Ender 3 Pro стал усовершенствованной версией популярного Creality Ender 3. У принтеров три основных отличия:

1. Механические характеристики. В версии Pro установлен алюминиевый профиль 40 × 40, что позволило создать жёсткое экструдирование по оси Y. Эта мера повысила стабильность печати. Установлены улучшенные направляющие колёсики, которые улучшают стабильность работы.

2. В нижней части корпуса размещены прорезиненные ножки. Это позволяет снизить уровень шума во время работы. Принтер надёжно фиксируется к поверхности, что снижает вибрацию.

3. Магнитная печатная поверхность нового образца. Подложка на магнитах C-Mag съемная и гибкая, она позволяет быстро отлеплять распечатку от рабочего стола после окончания работы принтера. Панель текстурированная, первый слой хорошо прилипает – это важно для детальной обработки.

Рама Creality Ender 3 Pro выполнена из алюминиевых профилей. Это добавляет устройству жёсткости и прочности. Один винт montирован слева, он отвечает за функционирование по оси Z. У модели установлен большой стол с подогревом, что позволяет обрабатывать несколько видов пластика.

Размер печатной камеры составляет 220×220×250 мм — модель подходит для работы

с заготовками среднего размера. Она оснащена небольшим монохромным LCD-дисплеем и поворотным переключателем для управления и контроля процесса печати.

Камера полностью открыта – это хороший вариант для тех, кто хотел бы ознакомиться с принципом работы экструдера и рассмотреть механизм трёхмерной печати.



Рисунок 1 – 3D принтер Creality Ender 3 Pro
Creality Ender 3 Pro отличается следующими преимуществами:

1.Магнитная рабочая поверхность. На печатном столе расположена магнитная наклейка. Она обеспечивает лучшую адгезию, чем клей или текстурная поверхность. Такое свойство особенно важно для проработки первого слоя. Он получается детальным и гладким. Снять готовую модель можно без усилий. Достаточно поддеть ее лопаткой, она сама отойдёт от поверхности.

2. Запатентованный экструдер МК-10. Новая технология снижает риск засорения и улучшает экструзию.

3. Быстрый прогрев поверхности платформы. Платформа прогревается до 110 °C за 5 минут. Этому способствует обновлённая система подачи электроэнергии UL: устройство работает без перебоев.

4. Возможность возобновления работы после аварийного отключения. Если во время работы 3D-принтера возникли неполадки с подачей электричества или произошёл сбой в подаче филамента, пользователь сможет возобновить работу с точки останова. Устройство сохраняет прогресс, для продолжения печати нужно выбрать соответствующий пункт в меню на внешнем дисплее.

5. Монтажные пазы по оси Y выполнены на станке с ЧПУ. Они обеспечивают точное позиционирование и высокий уровень обработки заготовок.

6. Простая калибровка. Под печатным столом расположена большая гайка. Для ручной калибровки уровня стола необходимо вращать ее в нужном направлении и следить за положением рабочей платформы.

7. Узкий канал для подачи филамента. Пользователь может работать с использованием гибких нитей.

8. Поддаётся модернизации. Для улучшения качества печати, борьбы с перегревом экструдера и точной настройки устройство имеет возможность модернизации.

9. Оснащён слотами USB и для карт формата Micro SD. Пользователь может загружать созданные в слайсере проекты напрямую в устройство, запускать работу через установленный на внешней части монохромный дисплей.

10. Компактность. Объем печатной камеры позволяет работать с заготовками среднего размера. Но при этом устройство не занимает много места на рабочем столе.

У Creality Ender 3 Pro есть и несколько недостатков:

1. Магнитная основа подходит для использования не всех материалов.

2. Для улучшения адгезии могут понадобиться вспомогательные материалы.

3. Тестовая система Autodesk Kickstarter показала, что тонкое управление потоков в принтере реализовано плохо. Устройство не справляется с печатью объектов с высокой детализацией. Если на поверхности есть шипы, то в заготовке они могут быть неправильной формы.

4. Выравнивание по оси Z работает некорректно. Это отрицательно влияет на проработку слоёв.

5. Хрупкий филамент вызывает проблемы в процессе эксплуатации. Он повреждается и неправильно обрабатывается, готовая модель отличается от той, которая была создана в слайсере.

2.2.5 Процедура проектирования и печати

Для начала необходимо спроектировать 3D-модели для печати на 3D-принтере. Есть специальная программа, с помощью которой можно спроектировать любой объект, любой формы и цвета. Затем нужно переходить к обработке модели, то есть к преобразованию её в цифровой код, с помощью генератора G-кода. Именно с такого кода принтер считывает информацию о том, как распределить материал. Цифровой код представляет собой изображение, состоящее из многочисленных горизонтальных линий или штрихов. Далее осуществляется печать обработанной модели.

Для каждого принтера существуют определённые технологии печати. Самыми популярными методами печати являются FDM и SLA. Визуальное представление печати с технологией FDM можно рассмотреть на рисунках 2 и 3.

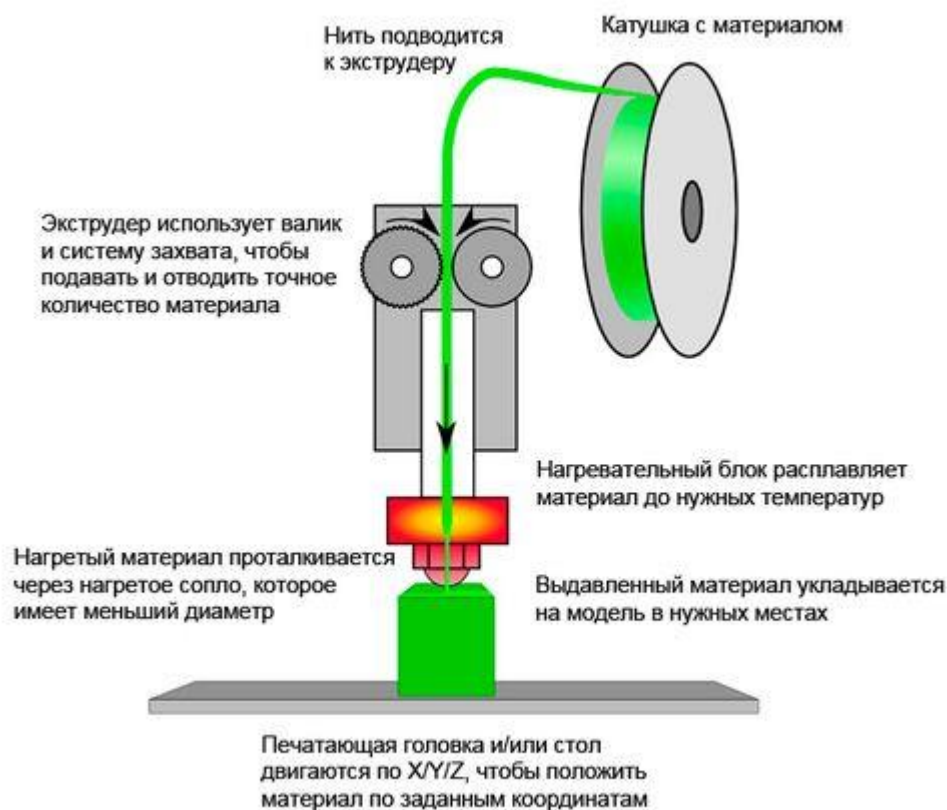


Рисунок 2 – FDM печать

Первый метод основан на технологии плавления специальной нити. Осуществляется следующим образом, по контуру модели накладывается специальная нить и плавиться,

создавая нужную форму. Для этой технологии печати используются синтетические материалы как пластик, полиамид, нейлон поликарбонат и другую синтетику. Эти материалы выпускаются в виде катушек нити.

Кстати, при изготовлении пластиковых бутылок используется эта же технология. Приобрести материалы для принтера можно онлайн через компании, предоставляющие услуги по поставке.

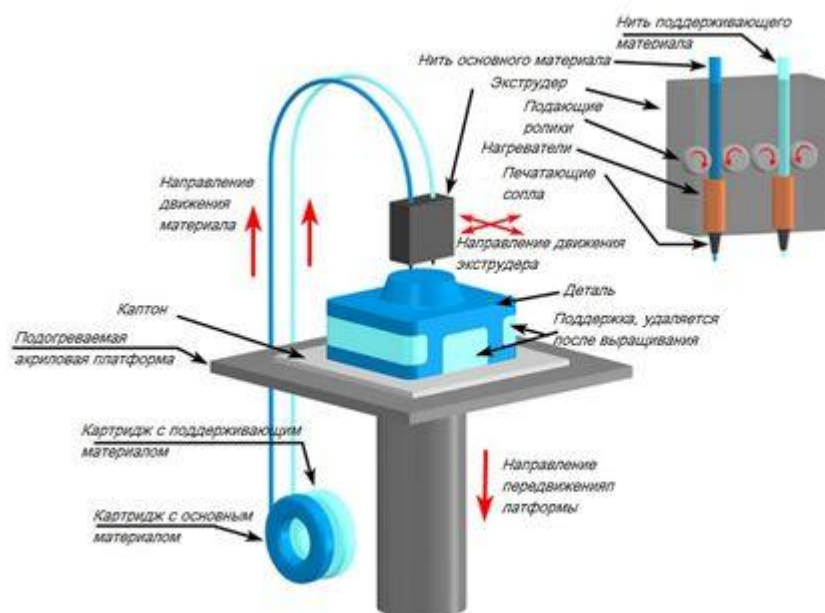


Рисунок 3 – Схема технологии FDM

3D-принтер, осуществляющий печать по такой технологии работает по принципу и алгоритму. Нить помещается в специальный контейнер, в котором она плавиться под воздействием температуры.

А затем выдавливается на платформу. Контейнер с нитью перемещается по определённой траектории, надавливая слой за слоем. Если модель сложная используются два материала, один для основы, другой для модели. Первый предназначен для опоры, при создании объектов с отдельными или повисшими элементами. То есть, принтер сначала создаёт основу, а затем на ней воссоздаёт отдельные детали.

Второй метод основан на использовании для печати, в качестве основного материала фотополимерные смолы. Изначально они находятся в жидком состоянии, но затем застывают под воздействием лазера. Эта технология позволяет создать объекты с очень маленькой толщиной. Печать формируется следующим образом. Если в первом методе платформа снижалась на толщину одного слоя, то здесь предусмотрена немного другая процедура.

Примеры SLA печати представлены на рисунке 4.



Рисунок 4 – SLA печать

2.2.6 Технология объёмной печати FDM

3D-принтеры, работающие по технологии FDM, получили неофициальное название термопринтер. Они широко распространены, благодаря низкой стоимости: устройство можно приобрести по цене от 500 долларов. Как работает термопринтер?

Рабочим материалом здесь служат легкоплавкие пластики. Есть устройства объёмной печати, работающие с металлами, обладающие низкой температурой плавления.

Печатание происходит послойно. Для каждого нового слоя рабочий материал в печатной головке устройства разогревает и через сопло с одним или несколькими отверстиями наносится на слой модели. Перемещаясь по заранее заданной траектории, головка наносит его на весь контур детали. Затем стол опускается (в некоторых системах поднимается головка) и процесс повторяется до получения конечного результата

Достоинства системы заключаются:

- высокая прочность готового изделия;
- возможность изготовления изделий больших размеров и сложной формы;
- разнообразие рабочих материалов;
- Низкая стоимость.

Можно выделить следующие недостатки:

- невысокая скорость работы;
- заметная неровность поверхности готового продукта;
- для объектов сложных форм необходимы поддерживающие элементы;
- термоусадка (уменьшение размеров после остывания) готового продукта;
- требуется дополнительная обработка готового продукта.

Процесс получения готового продукта на 3D печатном устройстве – физическая материализация его компьютерной модели, созданной специальным программным обеспечением. Управление процессом трехмерного печатания делится на несколько этапов.

Для цифровой отделки предмета необходимо специфическое программное обеспечение («3D Studio Max», «AutoCAD» и др. Если навыки работы с программами отсутствуют, предпочтительнее обратиться к специалисту. Ход создания модификации продолжительный и может занять несколько дней.

Возможно воспользоваться специфическим 3D-сканером, но качество условной модели снизится.

Если изготавливаемый предмет – стандартная вещь, возможно поискать информацию в Интернете, на специальных сайтах. Цифровая модификация остаётся в формате STL. Впоследствии с поддержкой специальной программы-слайсера производится G-код – конструкция команд, распоряжающихся движением печатных частей устройства. Интерфейс программ элементарен и не вызывает сложностей при использовании.

Этап «подготовка к работе» зависит от типа печатного устройства. Например, перед началом работы FDM-системы на рабочий стол устройства клеится специфическая оболочка и загружается кассета с пластиковой нитью. Тип и цвет пластика избирается в зависимости от данных готового продукта. Испытывается факт загрязнений и механических повреждений нити – это влияет на качество получаемого изделия.

Изготавливается самостоятельно. Необходимо следить, дабы пласты наносились на предмет равномерно, не было застывания полимерной нити или ее излишней пластичности. Если необходимо вносится корректировка в настройки устройства.

RangeVision Spectrum — это 3D-сканер высокого разрешения, работающий по принципу структурированного подсвета. Визуальное представление изображено на рисунке 5.

RangeVision Spectrum сочетает технические возможности профессиональных 3D-сканеров и доступность настольного решения. Сканер имеет 3 области сканирования и оснащён цветными промышленными камерами 3,1 МП.

Этот универсальный 3D-сканер позволяет оцифровать сложную геометрию и мельчайшие детали миниатюрных, средних и больших объектов с неизменно высоким 3D-разрешением и точностью.



Рисунок 5 – 3D сканер RangeVision Spectrum

Принцип работы оптических 3D-сканеров заключается в следующем: предметы подсвечиваются структурированным светом с помощью проектора и снимаются двумя (реже одной) камерами с разных ракурсов. Сканируемый объект засвечивается узкой полосой света или световым паттерном: черно-белыми квадратами, расположенными по принципу шахматной доски, или «зеброй» — черно-белыми полосами. Деформация проецируемого рисунка при наложении на сканируемый объект дает информацию о глубине и кривизне поверхности, форме предмета.

Камеры фиксируют искривления полученной картинке и на основе анализа полученных данных в ПО реконструируется 3D-модель сканируемого объекта. Наглядное представление изображено на рисунке 6.

Оптические 3D-сканеры бывают ручными и настольными: с поворотным столиком и без. Многие модели поддерживают цветное сканирование.

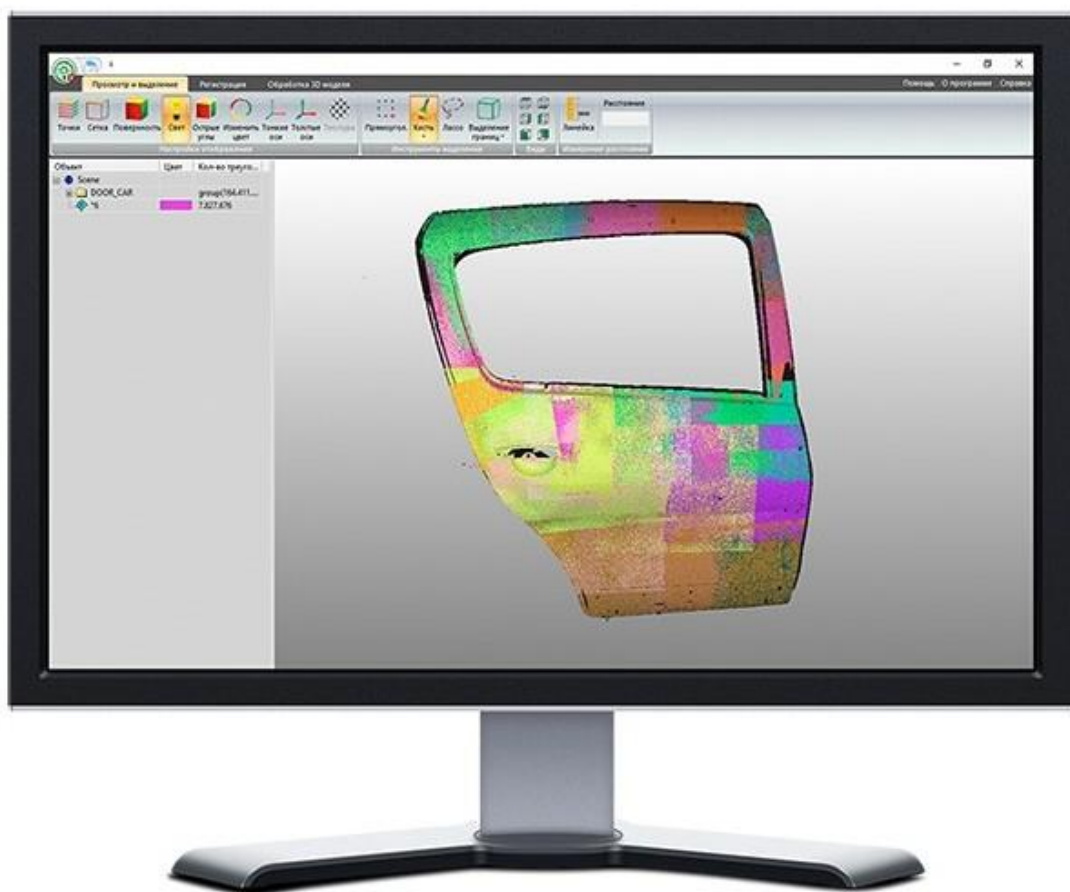


Рисунок 6– Принцип работы 3D сканера

2.3 Сварочный аппарат Cebora Pocket Pulse

Сварочный аппарат Cebora Pocket Pulse - однофазный синергетический инверторный сварочный полуавтомат.

ЖК-панель позволяет оператору считывать по трём показателям: тип проволоки и газа, ток и толщину, напряжение и скорость подачи.

Поставляется в комплекте с множеством настроек в панели управления, например: длина дуги, короткая или импульсная дуга, выбор процесса сварки, 2 Т / 4 Т, время пятна, время паузы, индуктивность, сила выталкивания, ожог, мягкий старт и т. д., а также три важные функции особенно полезно для оптимальной сварки алюминия: 3 уровня, автоматический горячий старт, автоматический фильтр кратера.

Cebora Pocket Pulse является универсальным источником питания, подходящим для различных применений, особенно ремонт, техническое обслуживание и основные ремонты кузовов автомобилей, отмеченные низким электрическим входом (PFC). Наглядно можно рассмотреть сварочный аппарат на рисунке 7, а принцип работы на рисунке 8.

Также доступна дополнительная специализированная транспортная тележка, компактная и удобная. Соответствует EN 61000-3-12. Источник питания также может питаться от генераторов, мощностью не менее 6 кВА.



Рисунок 7– Сварочный аппарат Cebora Pocket Pulse

Принцип действия инверторного аппарата во многом схож с работой импульсного блока питания. И в инверторе, и в импульсном блоке питания энергия трансформируется похожим образом.

Процесс преобразования электрической энергии в сварочном аппарате инверторного типа можно описать так.

1. Переменный ток с напряжением 220 Вольт, протекающий в обычной электрической сети, преобразуется в постоянный.
2. Полученный постоянный ток при помощи специального блока электрической схемы инвертора опять преобразуется в переменный, но обладающий очень высокой частотой.
3. Понижается напряжение высокочастотного переменного тока, что значительно увеличивает его силу.
4. Сформированный электрический ток, обладающий высокой частотой, значительной силой и низким напряжением, преобразуется в постоянный, на котором и выполняется сварка.

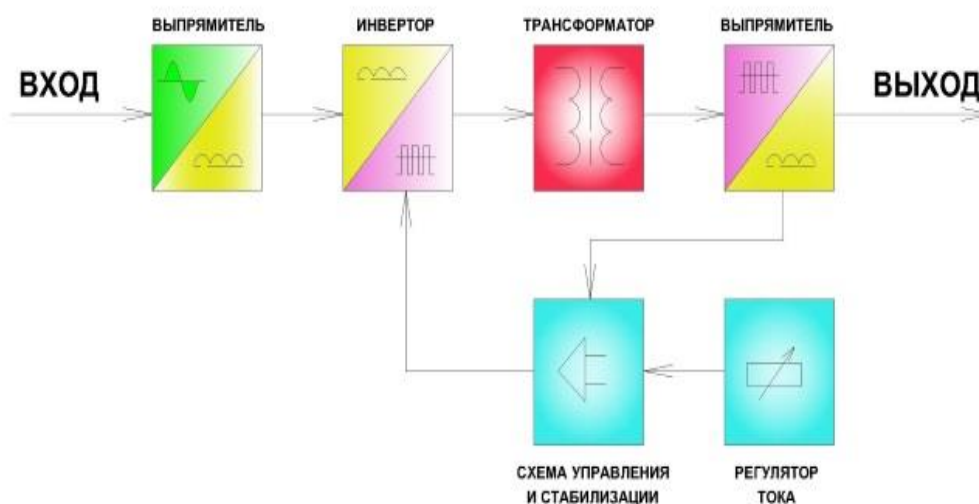


Рисунок 8 – Принцип работы сварочного инвертора

Вышеописанный материал был прописан и досконально разобран для более глубокого понимания вопроса и темы. Рисунки, приведённые в теоретической части, соответствуют реальным приборам, а иллюстрация систем печати соответствует реальной и используемой в центре.

3 Практическая часть

Практической частью являлось создание документации для функционирования центра. Основными видами документации были: техническая инструкция по использования того, или иного вида прибора, методические указания по использованию техники, блок-схемы с основными процессами.

3.1 Основные этапы

Было необходимо осуществить проверку имеющейся документации, её актуальности и оснастить центр необходимой документацией.

Первый этап-проверка имеющейся документации и её актуальности. Суть этапа заключался в проверке всей документации на лаборатории и составления списка необходимой для разработки документации.

Второй этап заключался в проверке документации на оборудование в лаборатории. Основными критериями оценки являлись: наличие документации и её актуальность.

По итогам проверки было выявлено, что в центре присутствует неактуальная информация, а также, частично или полностью отсутствует техническая документация при работе на оборудовании, кроме той, которой идёт с завода-изготовителя.

Основной частью проверки документации являлось ознакомление с уже существующей документацией и составление списка необходимой к обновлению или созданию новой документации. Итогом стало получение списка с оборудованием, которое присутствует в лаборатории, и документации, которую необходимо создать.

Этап «разработка документации» являлся основным этапом в прохождении практики. Главной целью стояло не только составить актуальную информацию по использованию оборудования, используя современные стандарты и ГОСТы, но и сделать её применимой в реальных, рабочих условиях.

Разработка документации началась с ознакомлением документацией, которую прилагает завод-производитель. После ознакомления с документацией начался процесс разработки. Основными критериями являлось:

- составление документации, исходя из уже утверждённой документации ТГУ;
- составление документации, согласно существующим и применяемым в работе ГОСТ;
- составление документации, которая будет применима к данной, конкретной лаборатории.

Главной проблемой, которая возникла на первоначальном этапе, стало отсутствие рабочей документации на оборудование. Техническая инструкция составляется, в том числе, исходя из рабочей документации, которую было необходимо найти, ознакомиться и утвердить её подлинность с персоналом лаборатории.

Инструкции были составлены по единому стандарту, который применяется на постоянной основе на Физико-техническом факультете и который утверждён в ТГУ.

«Утверждение документации в лаборатории» являлся предпоследним, но не менее важным этапом. Данный процесс осуществлялся непосредственно в центре, под пристальным контролем директора центра. По итогам сверки были выявлены нюансы, требующие доработки, но основная часть документации не просто являлась применимой, но могла быть задействована в работу уже на следующий день.

После правки документации, вновь проводилась проверка на рабочем месте. Итогами стала полностью соответствующая реальности разработанная документация.

На этапе «закрепление документации» директор центра должен утвердить документацию, которая будет функционировать как официальная и предоставляться, в случае проверок.

3.1 Разработка документации

Технической инструкцией именуют нормативный документ, регламентирующий очередности разнообразных действий в рамках того или иного технологического процесса, описывающий технологии и приёмы, повторяющиеся во время данного процесса, а и показывающий режимы его проведения.

По факту проверки был составлен список оборудования, которое необходимо обеспечить техническое инструкцией для безопасной работы. Техническая инструкция состоит из семи разделов:

- общие требования охраны труда;
- требования охраны труда перед началом работы;
- требования охраны труда к рабочему месту;
- требования к обеспечению работников средствами индивидуальной защиты (сиз);
- требования к оборудованию и материалам;
- требования охраны труда во время работы;
- требования охраны труда по окончании работы.

Каждый этап описывается и состоит из подпунктов, которые необходимо соблюдать, для безопасной работы на оборудовании лаборатории.

На рисунке 9 представлен пример требований охраны труда во время работы при работе с 3D-принтером, а на рисунке 10 можно рассмотреть требования по охране труда по окончанию работы. Раздел на рисунке 9 представляет собой перечисление пунктов требований охраны труда во время работы.

6. ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ

6.1 Включайте и выключайте 3D-принтер только выключателями, запрещается проводить отключение вытаскиванием вилки из розетки.

6.2 Запрещается снимать защитные устройства с оборудования и работать без них, а также трогать нагретый экструдер и столик.

6.3 Не допускать к 3D-принтеру посторонних лиц, которые не участвуют в работе.

6.4 Запрещается перемещать и переносить 3D-принтер во время печати.

6.5 Запрещается во время работы 3D-принтера пить рядом какие-либо напитки, принимать пищу.

6.6 Запрещается любое физическое вмешательство во время их работы 3D-принтера, за исключением экстренной остановки печати или аварийного выключения.

6.7 Запрещается оставлять включённое оборудование без присмотра.

6.8 Запрещается класть предметы на или в 3D-принтер.

6.9 Строго выполнять общие требования по электробезопасности и пожарной безопасности, требования данной *инструкции по охране труда при работе на 3D-принтере*.

Рисунок 9 – Пример требований охраны труда во время работы

7. ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА ПО ОКОНЧАНИИ РАБОТЫ

7.1 Отключить 3D–принтер от электросети, для чего необходимо отключить тумблер на задней части, а потом вытащить штепсельную вилку из розетки.

7.2 Снять и протереть столик 3D–принтера, остывший до комнатной температуры, чистой влажной тканью, либо промыть проточной водой и вытереть насухо. Установить столик обратно.

7.3 Убрать рабочее место. Обрезки пластика и брак убрать в отдельный пакет для переработки.

7.4 Тщательно проветрить помещение с 3D–принтером.

Зав. лабораторией

А.Ю. Кремлев

Рисунок 10 – Пример требований охраны по окончанию работы

Методические указания – рекомендации при работе на оборудовании или выполнении работы с ним. Методические указания прописываются исходя из реального примера оборудования и закрепляются за лабораторией как инструкция к пользованию оборудованием.

В методических указаниях прописаны теоретические данные о используемом оборудовании, которые представлены на рисунке 11, а также программы, которые используются с оборудованием.

1.1 Области применения 3D печати

3D печать предоставляет возможности в различных сферах.

В архитектуре, например, 3D печать позволяет создавать объёмные макеты зданий, или даже целых микрорайонов со всей инфраструктурой — скверами, парками, дорогами и уличным освещением.

Благодаря используемому при этом дешёвому гипсовому композиту обеспечивается низкая себестоимость готовых моделей. А более 390 тысяч оттенков СМУК позволяют в цвете воплотить любую, даже самую смелую фантазию архитектора.

В строительстве есть все основания предполагать, что в недалёком будущем намного ускорится и упростится процесс возведения зданий. Калифорнийскими инженерами создана система 3D печати для

крупногабаритных объектов. Она работает по принципу строительного крана, возводящего стены из слоёв бетона.

Такой принтер может возвести двухэтажный дом всего в течение 20 часов.

После чего рабочим останется лишь провести отделочные работы. «3D House» Постепенно завоёвывают прочные позиции 3D принтеры и в мелкосерийном производстве.

В медицине благодаря технологиям трёхмерной печати врачи получили возможность воссоздавать копии человеческого скелета, что позволяет более точно отработать приёмы, повышающих гарантии успешного проведения операций.

Всё большее применение находят 3D принтеры в области протезирования в стоматологии,

Рисунок 11 – Теоретические данные в методических указаниях по использованию 3D принтера

Помимо теоретических данных, в методических указаниях указывается полная последовательность выполнения работы на описываемом оборудовании.

Показателем правильно оформленного методического указания является подкрепление каждого этапа работы картинкой, с описанием работы и выполняемых действий.

На рисунке 12 изображён процесс создания чаши, а именно этап формирования толщины чаши. Для работы с 3D принтером используется программа «Blender». При запуске программы задаются параметры, которые будут учитываться при создании предмета в программе и дальнейшей работы с 3D принтером.

На рисунках 13 и 14 изображён промежуточный вариант-формирование ручки чаши. Грани ручки заранее заданы в программу и подстраиваются под размер самой чаши, для корректной печати совместно, одним объектом.

На рисунке 15 изображён финальный вариант чаши, которая будет печататься на 3D-принтере. Чаша на финальном этапе наделена цветом и правильными формами для корректного запуска в печать.

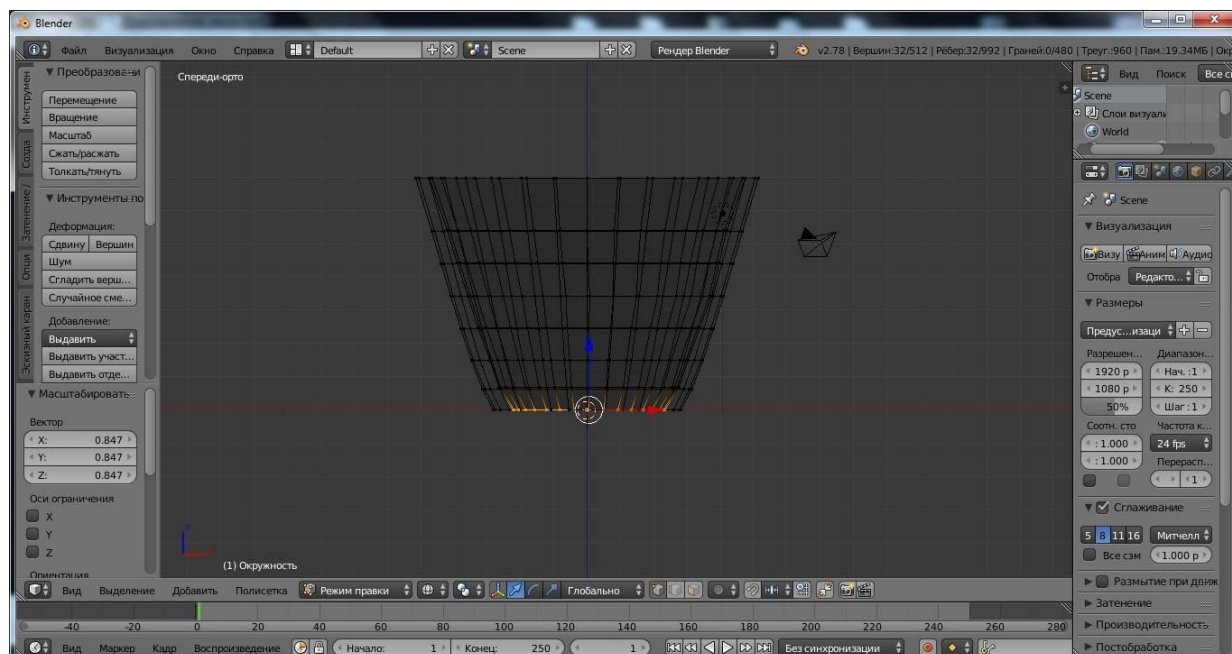


Рисунок 12 – Формирование толщины чашки в программе «Blender» при работе с 3D принтером

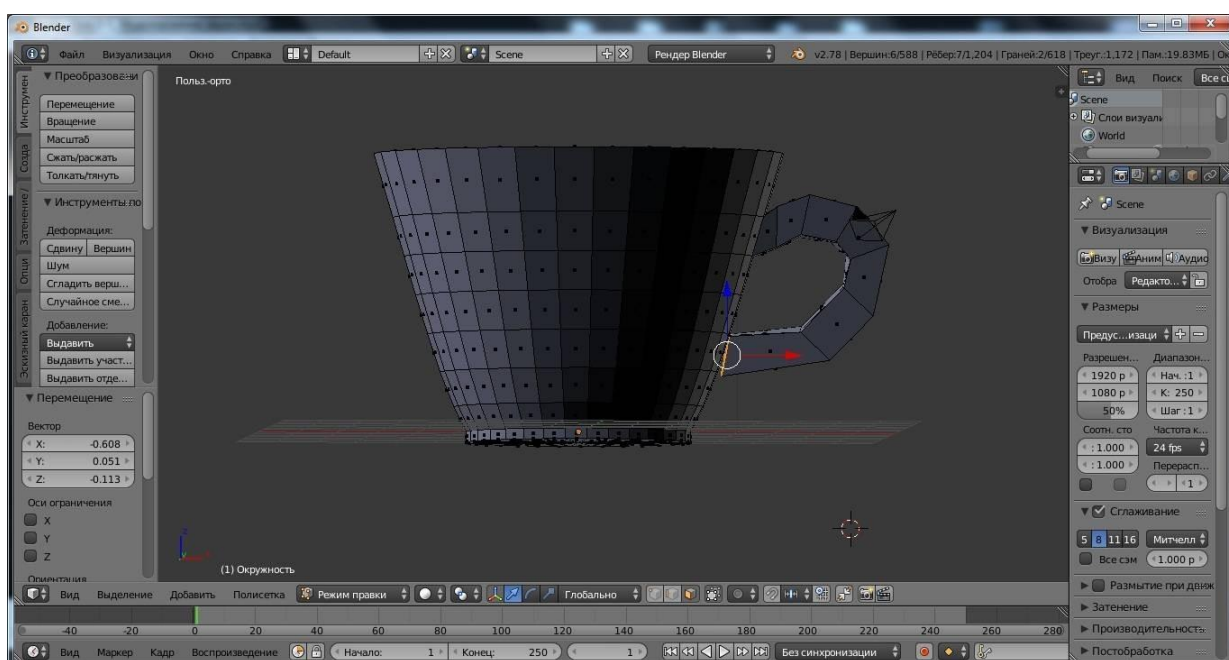


Рисунок 13 – Создание ручки чашки в программе «Blender» при работе с 3D принтером

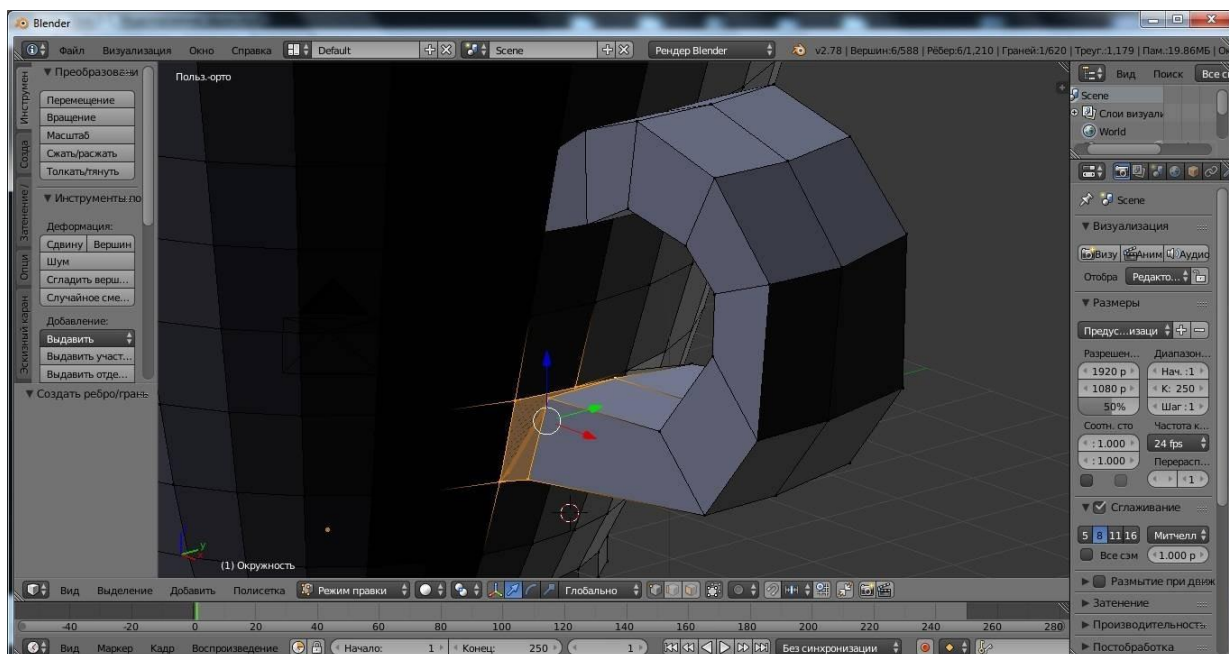


Рисунок 14 – Формирование граней ручки чаши при создании модели чаши в программе «Blender»

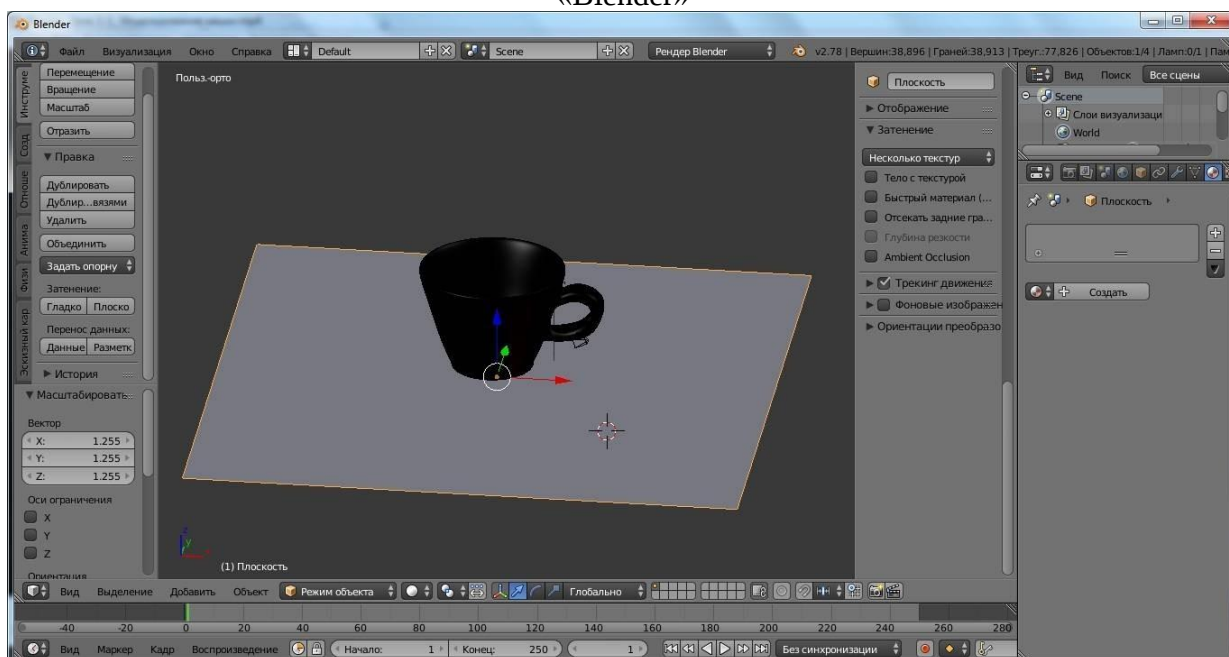


Рисунок 15 – Финальная версия чаши

3.2 Создание блок-схемы процесса «Производство предмета на 3D принтере»

Любая схема начинается с поступления предложения о создании, производстве или доработки какого-то предмета. В нашем случае представлен процесс создания предмета на основе печати на 3D принтере. Далее будет представлено описание этапов блок-схемы:

Первым этапом идёт поступление идеи о создании предмета на 3D принтере. Главным здесь являются мотивы и предназначение предмета, который планируется создавать на 3D принтере. Основополагающим фактором является то, что производство на принтере имеет свои особенности, которые необходимо учитывать: особые материалы, фактура

произведённого предмета, дальнейшее использование предмета и его поведение в тех, или иных обстоятельствах.

После поступления происходит обсуждение реализации проекта заказчиками, где сторона, которая заинтересована в изготовлении предмета, решает основные вопросы по реализации проекта, в том числе, подходит ли выбранная, конкретная лаборатория под эти цели.

Если ЦМИТ подходит под цели, которые устанавливают заказчики, то заказ передаётся непосредственно в лабораторию для последующего прохождения предварительных этапов. Если же лаборатория не подходит по различным причинам, будь то дороговизна производства, отсутствие квалификации персонала в этой области или повышенное время производства деталей, которое не укладывается в сроки, необходимые запрашиваемой стороной, идея перенаправляется в другую лабораторию или полностью бракуется.

Следующим идёт этап обсуждения реализации проекта уже непосредственно в ЦМИТе. Основные факторы, которые необходимо определить, это: как и в какие сроки будет происходить реализация проекта. Если реализация не требует изучения дополнительной литературы, повышения квалификации сотрудников при работе с новым оборудованием или материалами, а также отсутствие проектов, которые реализуются в данный момент или стоят в планах на реализацию в ближайшее время, то реализация принимается в работу с учётом материалов, необходимых к закупке для производства необходимого предмета, а также возможной докупки оборудования для более успешного выполнения заказа за счёт времени отдачи или качества производимой продукции. Также при обсуждении составляется план реализации проекта, в которых прописывается оборудование и материалы, необходимые для осуществления, персонал, который будет заниматься проектом и сроки выполнения, которые прежде согласуются с заказчиком. Помимо этого, в план включаются дополнительные факторы, как, например, неустойки по времени или некачественное выполнение работы, и пути избежания, а в случае невозможности, то решение проблемных ситуаций.

Следующим этапом является подготовка к реализации проекта. Реализация проекта учитывает временные факторы, а также факторы, связанные с оборудованием и материалами, необходимыми при реализации проекта. Основным условием этапа является закупка материалов, если их нет в наличии в лаборатории или они не были предоставлены лаборатории заказчиком. Основным нюансами здесь могут служить: долгое ожидание прибытия, связанные с политическими факторами, а также банального повышения спроса на определённый материал и его малое наличие в местах проведения закупок. Также в этап подготовки в обязательном порядке входит подготовка оборудования. Подготовка

оборудования осуществляется путём проверки оборудования на соответствие заявке изготовителя, а именно: наличие определённых насадок, для грубой или тонкой печати, рабочие диапазоны принтера.

Данные этапы представлены на рисунке 16.

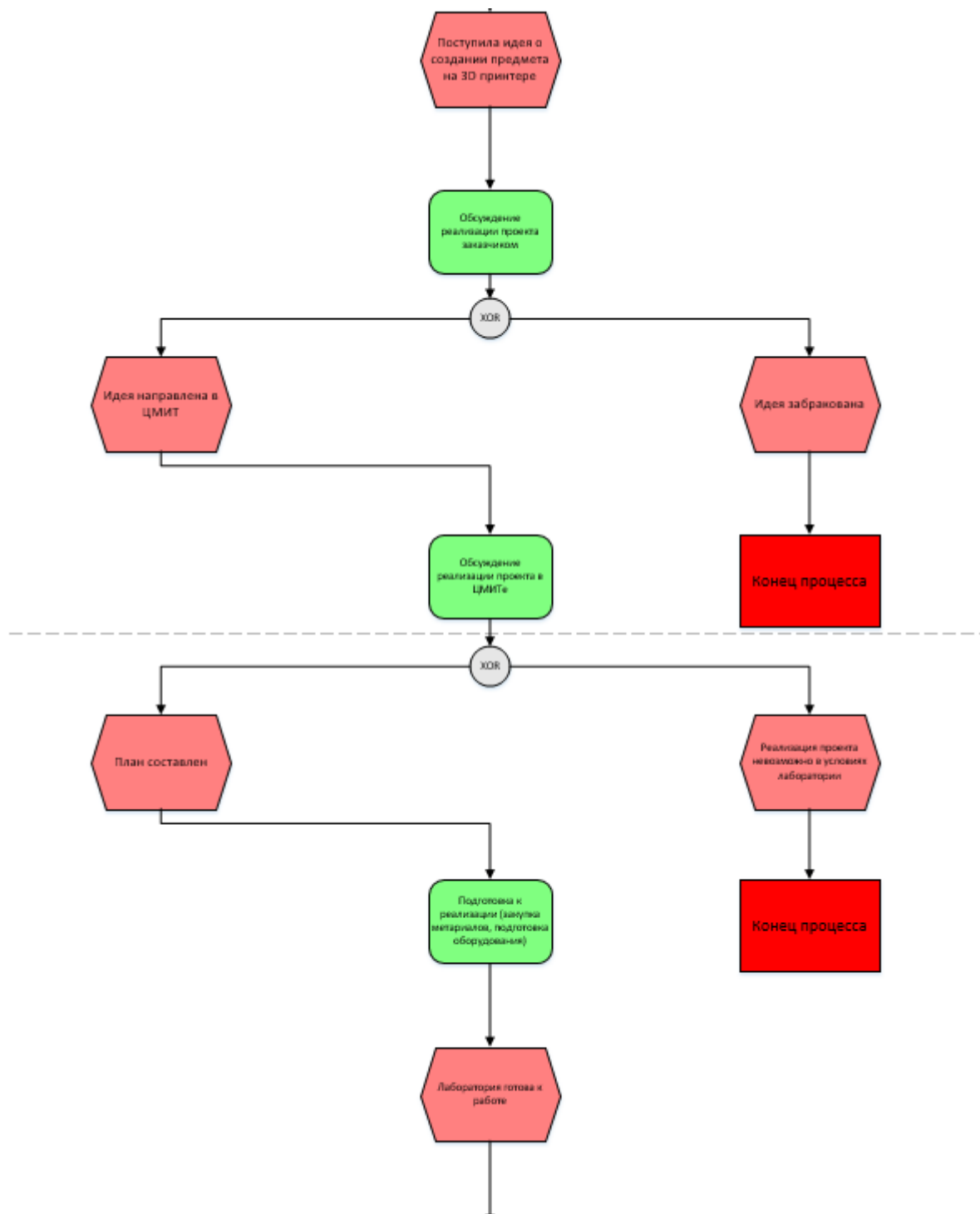


Рисунок 16 – Блок схема «Производстве предмета на 3D принтере»

После закупки материалов, подготовки оборудования и согласования графика, персонал, закрепленный за работой над проектом, приступает к реализации. Основным, чем должны руководствоваться сотрудники, является рабочая инструкция оборудования,

инструкция при работе с определённым видом материала, а также документации, которую прилагают заказчики при заявке в лабораторию.

После окончания производства производится проверка произведённого предмета, на соблюдение регламента, приложенного к заказу. Необходимо полное соответствие документу. В случае не соответствия стандарту, предмет отправляется на переделку, для коррекции или производства с нуля. После коррекции предмет проверяется и в случае, если он подходит по заявленному регламенту, отправляется на проверку заказчику.

В случае, если предмет прошёл первичную проверку успешно на лаборатории, заказчику остаётся только дополнительно проверить соответствие стандарту, разработанному под определённый предмет и осуществить анализ дальнейших действий. Продолжение сотрудничества с лабораторией и отладки поставок на постоянной основе или завершение проекта из-за несоответствия ожиданиям от произведённого предмета.

Процесс считается завершённым, когда лаборатория выполнила поставленные задачи, а заказчик принял работу.

Вышеперечисленные этапы можно наглядно рассмотреть на рисунке 17.

Блок-схема создана для наглядного рассмотрения процесса. Она помогает быстрее сориентироваться в описанных процессах и помочь разобраться в нюансах. Также, блок-схема помогает значительно сократить понимание подпроцессов центра.

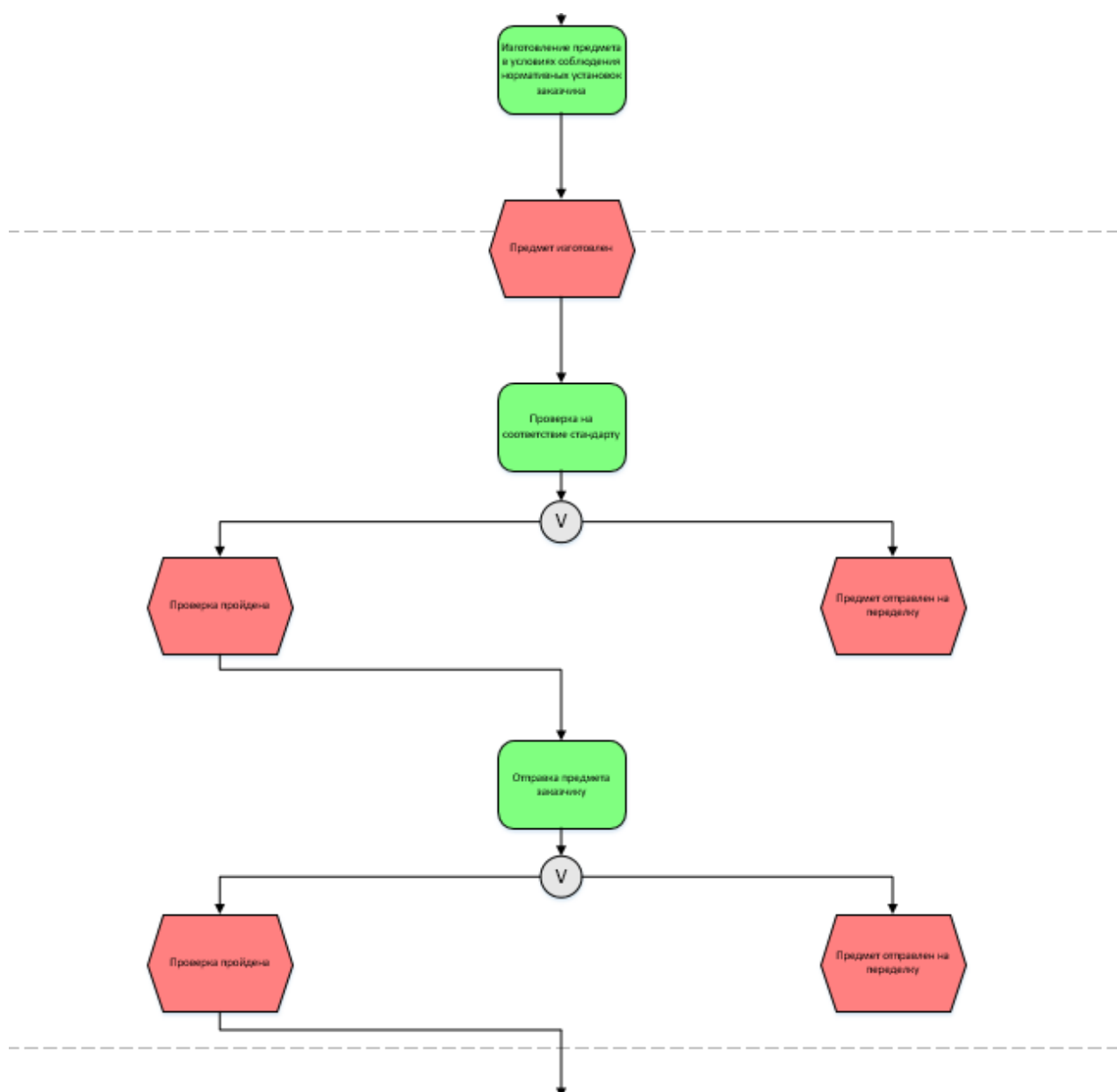


Рисунок 17 – Продолжение блок схемы «Производство предмета на 3D принтере»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были изучены основные элементы управления документацией, особое внимание уделялось актуализации документации. Были определены причины внесения изменений и дополнений в документацию. На основе теоретических данных и анализа документации был определён план работы с документацией.

Кроме того, в ходе выполнения ВКР была проанализированная деятельность лаборатории ЦМИТ «Интеллект». Особое внимание уделялось внутренней документации лаборатории. Для актуализации документации были выполнены следующие задачи:

- составлен список документации, которая необходима для бесппроблемного функционирования лаборатории;
- разработаны 8 инструкций по охране труда на основные приборы, используемые в ходе работы в лаборатории;
- разработаны методические указания по пользованию 3D принтером, который установлен с лаборатории, с полным описанием процесса создания предметов;
- разработана карта процессов лаборатории при работе с заказчиками из вне.

Разработанные и актуализированные документы помогут испытательной лаборатории ЦМИТ «Интеллект» для быстрого обучения новых сотрудников или гостей лаборатории безопасной и правильной работе, а также покажут на примере блок-схемы функционирование лаборатории.

Систематическое проведение обновления имеющейся базы стандартов позволяет иметь в использовании актуальные документы и гарантировать соответствие издаваемой продукции функционирующим нормам и требованиям, что представляется главным условием содействия и успешного развития бизнеса.

Работа была выполнена с учётом специфики работы центра: учитывалась направленность, небольшой штат сотрудников, а также недолгое время работы. Работа проводилась под постоянным контролем вышестоящих руководителей от факультета и центра.

В качестве исследуемого элемента была взята документация не просто так. Документация в центре выполняет очень важную функцию, ведь перед тем, как начать работать с оборудованием, необходимо ознакомиться с документацией, которая к нему прилагается и вокруг чего и строится вся работа. Документационный оборот ведётся в центре в любое время. Документация постоянно обновляется, наполняется правками или совершенно убирается из реестра действующей документации. Все эти решения необходимо

отслеживать и учитывать.

Данная работа призвана улучшить рабочие процессы как уже действующих сотрудников, так и будущих, а также студентов, школьников и любых других гостей центра.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Томский Государственный Университет. – [Б.м.], 2022 URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Томский_государственный_университет (дата обращения 25.04.2022).
2. ГОСТ Р 2.610-2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов. Дата введения: 2020-02-01. – URL: https://msh.krasnodar.ru/upload/iblock/c8c/ГОСТ%20Р%202_610-2019_%20.pdf (дата обращения 25.04.2022).
3. ЦМИТ ТГУ. [Томск] – URL: <https://www.tsu.ru/news/tgu-otkryl-tsentr-molodezhnogo-innovatsionnogo-tvo/> (дата обращения 27.04.2022).
4. НОЦ НИ ТГУ. [Томск] – URL: <https://www.tsu.ru/science/nii/noc/> (дата обращения 28.04.2022).
5. Отдел охраны труда. [Томск.] – URL: <https://www.tsu.ru/university/structure/otdel/oot/> (дата обращения 28.04.2022).
6. Актуализация нормативных документов по стандартизации, имеющих в фонде предприятий и организаций. [Б.м.] – URL: <https://csm21.cap.ru/action/standartizaciya/aktualizaciya-normativnih-dokumentov-po-standartiz> (дата обращения 01.05.2022).
7. Порядок управления документации СМК. [Б.м.] – URL: https://www.istu.edu/docs/education/normativ/2017/sto/sto_02_17.pdf (дата обращения 01.05.2022).
8. Актуализация документации СМК. [Б.м.] – URL: <https://base.garant.ru/9753056/61be80f84cf4d95f84aedd3178a7797/> (дата обращения 05.05.2022).
9. Актуализация нормативных документов по стандартизации, имеющейся в фонде предприятий и организаций. [Б.м.] – URL: <https://csm21.cap.ru/action/standartizaciya/aktualizaciya-normativnih-dokumentov-po-standartiz> (дата обращения 05.05.2022).
10. Распространение и актуализация нормативной документации. [Б.м.] – URL: <https://krascsu.ru/services/uslugi/normativnoyadokumentatsii/> (дата обращения 10.05.2022).

11. Управление документацией. [Б.м.] – URL: https://www.nstu.ru/static_files/750/NSTU_upravlenie%20dokumentaciej.pdf (дата обращения 10.05.2022).
12. Документированная процедура. Управление документацией. – URL: http://niipfp.bsu.by/docs/STPD_4.2.3-01-2013.pdf (дата обращения 10.05.2022).
13. Fab Lab. [Б.м.] – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Fab_lab (дата обращения 10.05.2022).
14. Открытый FabLab или как реализовать свою идею. – URL: <https://habr.com/ru/post/404713/> (дата обращения 10.05.2022).
15. Устройство 3D-принтера, принцип работы. [Б.м.] – URL: <https://tehnofaq.ru/chtotakoe-3d-printer-printsip-ego-raboty-i-oblasti-primeneniya/> (дата обращения 12.05.2022).
16. Всё о 3Дпечати. Аддитивное производство. Основные понятия. [Б.м.] – URL: https://3dtoday.ru/wiki/3D_print_technology (дата обращения 12.05.2022).
17. 3D-принтер. [Б.м.] – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/3D-принтер> (дата обращения 12.05.2022).
18. Как работает 3D принтер, что можно напечатать на 3Дпринтере. [Б.м.] – URL: <https://3dpt.ru/page/3d-printer> (дата обращения 12.05.2022).
19. Технологии 3D печати. [Б.м.] – URL: https://www.ixbt.com/printer/3d/3d_tech.shtml (дата обращения 12.05.2022).
20. Что такое 3D сканер и как он работает? [Б.м.] – URL: <https://make-3d.ru/articles/chtotakoe-3d-skaner-i-kak-on-rabotaet/> (дата обращения 12.05.2022).
21. 3D сканер: принцип работы трёхмерных устройств, возможности, методы и виды. [Б.м.] – URL: <https://vektorus.ru/blog/3d-skaner.html> (дата обращения 12.05.2022).
22. Всё, что вы хотели знать о 3D печати. [Б.м.] – URL: <https://lider-3d.ru/wiki/nachinayushchim-v-3d-pechati/vse-cto-vy-khoteli-znat-o-3d-pechati/> (дата обращения 12.05.2022).
23. Сканер 3D RangeVision Spectrum. [Б.м.] – URL: https://3d-m.ru/3d-skaner-rangevision-spectrum/?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=skaner-modeli-poisk-rf-39443620&utm_content=v2%7C%7C6724615301%7C%7C15196869351%7C%7C3d%20сканер%20rangevision%20spectrum%7C%7C4%7C%7Cpremium%7C%7Cnone%7C%7Csearch%7C%7Cno&utm_term=3d%20сканер%20rangevision%20spectrum&yadclid=23227768&yadordid=23515059&yclid=9535772393247866879 (дата обращения 13.05.2022).

24. Принцип работы сварочного инвертора. [Б.м.] – URL: <http://metall.org/oborudovanie/svarochnye/printsip-raboty-ustrojstvo-svarochnogo-invertora.html> (дата обращения 13.05.2022).

25. Инверторный источник сварочного тока. [Б.м.] – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Инверторный_источник_сварочного_тока (дата обращения 10.05.2022).

26. Сварочный полуавтомат Cebora Pocket Pulse. [Б.м.] – URL: <https://www.welding-russia.ru/catalog.html?itemid=26008> (дата обращения 10.05.2022).

27. Технологическое оборудование: методические указания. [Б.м.] –URL : https://www.ulsu.ru/media/documents/МЕТОДИЧЕСКИЕ_УКАЗАНИЯ_по_ПМ_02.pdf (дата обращения 15. 05.2022).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Инструкция 3D принтер CyberDragon

Министерство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования
Томский государственный университет
Центр молодёжного инновационного творчества

Инструкция № ____

по охране труда

при работе с 3D принтером CyberDragon

Директор центра: А.Ю. Кремлёв

_____подпись

Томск 2022

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Инструкция 3D принтер CyberDragon

И Н С Т Р У К Ц И Я № _____ по охране труда при работе с применением переносных электроинструментов

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА

1.1. К работе с принтером допускаются лица, достигшие 18-летнего возраста, прошедшие медицинский осмотр и настоящий инструктаж по охране труда.

1.2. Опасные производственные факторы:

- опасности воздействия воздушных взвесей вредных химических веществ
- опасность повреждения органов дыхания частицами пыли
- опасность наматывания волос, частей одежды, средств индивидуальной защиты
- опасность поражения током вследствие контакта с токоведущими частями, которые находятся под напряжением из-за неисправного состояния (косвенный контакт)
- опасность ожога при контакте незащищённых частей тела с поверхностью предметов, материалов имеющих высокую температуру

1.3. При работе с применением переносных электроинструментов используется специальная одежда: халат хлопчатобумажный, а также индивидуальные средства защиты: диэлектрические перчатки, диэлектрический коврик, защитные очки.

1.4. При получении травмы оказать первую помощь пострадавшему, сообщить об этом преподавателю, при необходимости отправить пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение.

1.5. Сотрудникам необходимо уметь оказывать первую медицинскую помощь при поражении электрическим током.

1.6. Помещения должны быть оснащены аптечкой первой помощи и углекислотными огнетушителями.

1.7. Лица, нарушившие требования данной инструкции, привлекаются в установленном порядке к дисциплинарной ответственности.

2. ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТЫ

2.1. Надеть спецодежду.

2.2. Внешним осмотром проверить исправность принтера, подводящего токоведущего кабеля и оборудования применяемого в работе.

2.3. Проверить работу принтера в работе, путём тестирования.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Инструкция 3D сканер RangeVision Spectrum

Министерство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования
Томский государственный университет
Центр молодёжного инновационного творчества

Инструкция № ____ по охране труда при работе с 3D сканером RangeVision Spectrum

Директор центра: А.Ю. Кремлёв

_____ подпись

Томск 2022

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Инструкция 3D сканер RangeVision Spectrum

ИНСТРУКЦИЯ № _____ по охране труда при работе с 3D сканером

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА

1.1. К работе с 3D-сканером допускаются работники, не имеющие медицинских противопоказаний, прошедшие инструктаж по вопросам охраны труда.

1.2. При работе с 3D-сканером на работников могут оказывать неблагоприятное воздействие следующие опасные и вредные производственные факторы:

- повышенная напряженность электростатического поля;
- повышенная или пониженная ионизация воздуха;
- повышенная яркость света;
- прямая и отраженная блескость;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- перенапряжение зрительного анализатора;
- повышенная температура частей 3D-сканера;
- неравномерность распределения яркости в поле зрения;
- повышенная яркость светового изображения; – повышенный уровень пульсации светового потока.

1.3. В зависимости от условий труда, в которых применяются 3D-сканер, и характера работы на работников могут воздействовать также другие опасные и вредные производственные факторы.

1.4. Организация рабочего места с 3D-сканером должна учитывать требования безопасности, удобство положения, движений и действий работника.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Методические указания при работе с 3D принтером

Министерство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования
Томский государственный университет
Центр молодёжного инновационного творчества

Методические указания по использованию 3D принтера

Директор центра: А.Ю. Кремлёв

_____ подпись

Томск 2022

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Методические указания при работе с 3D принтером

Оглавление

1. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ И ПРАКТИЧЕСКОГО ОПЫТА РЕАЛИЗАЦИИ 3D МОДЕЛЕЙ..... Ошибка! Закладка не определена.
 - 1.1 Технология 3D печати..... Ошибка! Закладка не определена.
 - 1.1 Области применения 3D печати..... Ошибка! Закладка не определена.
 - 1.3 Сравнение графических редакторов для 3D печати и 3D принтера Ошибка! Закладка не определена.

Таблица 1- Сравнительная таблица программ трехмерного моделирования . Ошибка! Закладка не определена.
2. РАЗРАБОТКА 3D МОДЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА «Blender Ошибка! Закладка не определена.
 - 1) Создание 3D модели компьютерного стола: Ошибка! Закладка не определена.
 - 2) Создание Чашки..... Ошибка! Закладка не определена.
 - 3) Создание смартфона Ошибка! Закладка не определена.
 - 2.1 Этапы получения 3D модели Ошибка! Закладка не определена.
 - 2.2 Ограничение на 3D модели, подготовленные для 3D печати.... Ошибка! Закладка не определена.



АНТИПЛАГИАТ
ОБНАРУЖЕНИЕ ЗАИМСТВОВАНИЙ

СПРАВКА

Томский Государственный Университет

о результатах проверки текстового документа
на наличие заимствований

ПРОВЕРКА ВЫПОЛНЕНА В СИСТЕМЕ АНТИПЛАГИАТ.ВУЗ

Автор работы: Пушкарёв Данил Дмитриевич
Самоцитирование
рассчитано для: Пушкарёв Данил Дмитриевич
Название работы: Разработка документации для НОЦ Центр молодежного инновационного творчества Интеллект НИ ТГУ
Тип работы: Выпускная квалификационная работа
Подразделение: Факультет инновационных технологий

РЕЗУЛЬТАТЫ

■ ОТЧЕТ О ПРОВЕРКЕ КОРРЕКТИРОВАЛСЯ: НИЖЕ ПРЕДСТАВЛЕНЫ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ ДО КОРРЕКТИРОВКИ

ЗАИМСТВОВАНИЯ	44.97%	ЗАИМСТВОВАНИЯ	31.45%
ОРИГИНАЛЬНОСТЬ	47.34%	ОРИГИНАЛЬНОСТЬ	47.47%
ЦИТИРОВАНИЯ	7.69%	ЦИТИРОВАНИЯ	21.08%
САМОЦИТИРОВАНИЯ	0%	САМОЦИТИРОВАНИЯ	0%

ДАТА ПОСЛЕДНЕЙ ПРОВЕРКИ: 22.06.2022

ДАТА И ВРЕМЯ КОРРЕКТИРОВКИ: 23.06.2022 11:58

Модули поиска: ИПС Адилет; Библиография; Сводная коллекция ЭБС; Интернет Плюс; Сводная коллекция РГБ; Цитирование; Переводные заимствования (RuEn); Переводные заимствования по eLIBRARY.RU (EnRu); Переводные заимствования по Интернету (EnRu); Переводные заимствования издательства Wiley (RuEn); eLIBRARY.RU; СПС ГАРАНТ; Медицина; Диссертации НББ; Перефразирования по eLIBRARY.RU; Перефразирования по Интернету; Патенты СССР, РФ, СНГ; СМИ России и СНГ; Шаблонные фразы; Модуль поиска "ТГУ"; Кольцо вузов; Издательство Wiley; Переводные заимствования

Работу проверил: Долгая Дарья Александровна
ФИО проверяющего

Дата подписи: 23.06.2022

Подпись проверяющего



Чтобы убедиться
в подлинности справки, используйте QR-код,
который содержит ссылку на отчет.

Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование
корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего.
Предоставленная информация не подлежит использованию
в коммерческих целях.