

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт кибернетики  
Направление подготовки Технология художественной обработки материалов  
Кафедра ТМСР

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Строительный принтер в разработке декоративных малых форм ландшафтного дизайна УДК 712.7:730-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Ж31	Лобач Ирина Николаевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ТМСР	Арвентьева Надежда Аркадьевна			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Спицын Владислав Владимирович	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Пустовойтова Марина Игоревна	Кандидат химических наук		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМСР	Вильнин Александр Данилович			

## ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Из планируемых результатов обучения наиболее ярко проиллюстрированы:

Код результата	Результат обучения
<i><b>Общекультурные компетенции</b></i>	
Р1	Готовность уважительно и бережно относиться к историческому наследию, накопленным гуманитарным ценностям и культурным традициям Российской Федерации, а также отражать современные тенденции отечественной и зарубежной культуры при изготовлении художественных изделий
Р2	Способность понимать и следовать законам демократического развития страны, осознавая свои права и обязанности, при этом умело используя правовые документы в своей деятельности, а также демонстрировать готовность и стремление к совершенствованию и развитию общества на принципах гуманизма, свободы и демократии
Р3	Понимание социальной значимости своей будущей профессии и стремление к постоянному саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, владея при этом средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
Р4	Способность к восприятию информации, понимания ее значение развитию современного общества, знает основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки, демонстрируя при этом навыки работы с компьютером, традиционными носителями информации, распределенными базами знаний, в том числе размещенных в глобальных компьютерных сетях
Р5	Владение литературной, деловой, публичной и научной речью, как на русском, так и на одном из иностранных языков, демонстрируя при этом навыки создания и редактирования текстов профессионального назначения с учетом логики рассуждений и высказываний
Р6	Способность находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовность нести за них ответственность при работе в коллективе, взаимодействуя с его членами на основе принятых в обществе моральных и правовых норм, проявляя уважение к людям, толерантность к другой

	культуре
P7	Умение применять необходимые знания в области естественных, социальных, экономических, гуманитарных наук и готовность использовать их основные законы, а также методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения профессиональных задач
P8	Способность сочетать научный подход в исследованиях физико-химических, технологических и органолептических свойств материалов разных классов для решения поставленных задач в ходе своей профессиональной деятельности
<b><i>Профессиональные компетенции</i></b>	
P9	Способность осуществлять выбор необходимого оборудования, оснастки, инструмента для получения требуемых функциональных и эстетических свойств художественно-промышленных изделий, определить и разрабатывать технологический процесс обработки изделий из разных материалов с указанием технологических параметров для получения готовой продукции.
P10	Способность решать профессиональные задачи в области проектирования, подготовки и реализации единичного и мелкосерийного производства художественно-промышленных изделий.
P11	Способность выбрать художественные критерии и использовать приемы композиции, цвето- и формообразования, в зависимости от функционального назначения и художественных особенностей изготавливаемого объекта.
P12	Способность организовывать работу коллектива в условиях единичного и мелкосерийного производства, а также его контроль по выпуску серийной художественной продукции в соответствии с трудовым законодательством
P13	Способность к планированию участков, выбору и размещению необходимого оборудования и индивидуальных установок для единичного и мелкосерийного производства художественных изделий, обладающих эстетической ценностью.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт кибернетики  
Направление подготовки (специальность) Технология художественной обработки  
материалов  
Кафедра ТМСПР

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой  
\_\_\_\_\_ Вильнин А.Д.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8Ж31	Лобач Ирина Николаевна

Тема работы:

Строительный принтер в разработке декоративных малых форм ландшафтного дизайна	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 1394/с от 28.02.2017 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	13.06.2017 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Провести исторический анализ появления и развития 3D печати;</li><li>2. Провести обзор 3D печати глиной в настоящее время;</li><li>3. Провести обзор малых декоративных форм в ландшафтном дизайне;</li><li>4. Провести обзор строительного 3D принтера используемого в данной ВКР;</li><li>5. Разработать коллекцию вазонов для печати на строительном 3D принтере;</li><li>6. Изготовить изделие;</li><li>7. Изучить факторы, влияющие на человека и окружающую среду в процессе проектирования и изготовления данного изделия;</li><li>8. Провести анализ и расчет параметров</li></ol>
--	---

	ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исторический и аналитический обзор;</li> <li>2. Проектирование изделия;</li> <li>3. Технология изготовления;</li> <li>4. Социальная ответственность;</li> <li>5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</li> <li>6. Заключение по работе;</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	<b>Спицын Владислав Владимирович</b>
Социальная ответственность	<b>Пустовойтова Марина Игоревна</b>

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ТМСПР	Арвентьева Надежда Аркадьевна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Ж31	Лобач Ирина Николаевна		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики

Направление подготовки (специальность) Технология художественной обработки материалов

Кафедра ТМСР

Период выполнения \_\_\_\_\_ (осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	13.06.2017
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
13.02.2017	<i>Получение задания</i>	10
27.02.2017	<i>Составление исторического и аналитического обзора</i>	10
9.03.2017	<i>Изучение особенностей и характеристик строительного 3D принтера</i>	10
16.03.2017	<i>Пробная печать изделия</i>	10
23.03.2017	<i>Создание эскизов</i>	10
30.03.2017	<i>Первоначальное моделирование изделий</i>	10
4.04.2017	<i>Окончательное моделирование изделий</i>	10
10.04.2017	<i>Визуализация изделий в ландшафтной среде</i>	10
24.04.2017	<i>Подготовка материала</i>	10
3.05.2017	<i>Печать изделия</i>	10
10.05.2017	<i>Обжиг изделия</i>	10
15.05.2017	<i>Подготовка графического материала</i>	10
22.05.2017	<i>Оформление пояснительной записки</i>	10
2.06.2017	<i>Подготовка презентационного материала</i>	10
13.06.2017	<i>Презентация и сдача ВКР</i>	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры ТМСР	Арвентьева Н.А.			

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМСР	Вильнин А.Д.			

## **Реферат**

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку, состоящую из 80 страниц, включает 17 рисунков, 22 таблиц, 20 источников, 2 приложения и диск CD-R, в котором файлы электронных моделей предметов коллекции, визуализации и презентация.

Ключевые слова: 3D печать, строительный принтер, глина, вазон, ландшафтный дизайн.

Объектом исследования является разработка декоративных малых форм для ландшафтного дизайна с применением технологии 3D печати на строительном принтере.

Цель работы – Разработка коллекции вазонов (малых декоративных форм) с применением технологии 3D печати на строительном принтере.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010. Художественная часть создавалась с помощью программного продукта 3ds Max 2017 и дополнительного модуля визуализации V-Ray 3.4.01.

В результате исследования была создана коллекция малых декоративных форм для ландшафтного дизайна с использованием технологии 3D печати на строительном принтере.

Степень внедрения – опытный образец.

Экономическая эффективность внедрения продукции доказана на основе оценки ее коммерческого потенциала, а также конкурентоспособности и показателей ресурсоэффективности.

## **Нормативные ссылки**

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 12.0.002-80 ССБТ Термины и определения.
2. ГОСТ 12.0.003-74 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
3. ГОСТ 12.1.003–83 Шум. Общие требования безопасности.
4. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования.
5. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
6. ГОСТ 12.1.009-82. ССБТ Электробезопасность.
7. ГОСТ 12.2.032 ССБТ Рабочее место, при выполнении работ сидя.
8. ГОСТ Р 12.3.047-98 ССБТ Пожарная безопасность технологических процессов.
9. ГОСТ 17.2.3.02-2014 Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями.
10. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования.
11. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.
12. СанПиН 2.2.4-548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
13. СанПиН 2.2.4-2.1.8.566-96 Допустимые уровни вибрации на рабочих местах в помещениях жилых и общественных зданий.
14. СанПиН 2.2.4/2.1.8.005-96 Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ).
15. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

## **Определения**

3D печать – компьютерное моделирование или альтернативное конструирование. Это процесс воссоздания реального объекта по образцу 3D модели. Цифровая 3D модель сохраняется в формате файла STL и передается на печать 3D принтеру.

3D принтер — это периферийное устройство, использующее метод послойного создания физического объекта по цифровой 3D-модели.

## Оглавление

Введение.....	11
1. Аналитический обзор.....	12
1.1. Исторический обзор 3D печати .....	12
1.2. 3D печать глиной .....	17
1.3. Ландшафтный дизайн .....	19
1.4. Малые архитектурные формы в ландшафтном дизайне .....	22
1.5. Вазоны как малые декоративные формы в ландшафтном дизайне .....	24
2. Обзор строительного 3D принтера .....	27
3. Разработка модели. Проектирование .....	30
4. Выбор материала .....	32
5. Технологический процесс изготовления изделия .....	33
6. Социальная ответственность .....	38
6.1. Производственная безопасность .....	39
6.1.1. Анализ опасных и вредных факторов и мероприятия по их устранению .....	43
6.2. Экологическая безопасность .....	49
6.3. Безопасность в ЧС .....	53
6.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	54
7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	56
7.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	57
7.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования .....	57
7.1.2. Анализ конкурентных технических решений .....	58
7.1.3. Технология QuaD .....	60
7.1.4. SWOT-анализ .....	61
7.2. Планирование научно-исследовательских работ .....	63
7.2.1. Структура работ в рамках научного исследования .....	63
7.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ .....	64
7.2.3. Разработка графика проведения научного исследования .....	67
7.2.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	69
Заключение.....	76
Список публикаций.....	77
Список использованных источников.....	78
Приложение А.....	81
Приложение Б.....	82

## **Введение**

Основная цель ВКР – разработка коллекции вазонов (малых декоративных форм) с применением технологии 3D печати на строительном принтере.

Актуальность выпускной квалификационной работы (ВКР) заключается в создании эстетически привлекательной и конкурентоспособной продукции. Так же актуальность связана с применением новой технологии изготовления, 3D печати глиной, в создании вазонов (малых декоративных форм).

Практическая новизна связана с уникальностью дизайна и художественного решения.

Перед выполнением выпускной квалификационной работы (ВКР) были поставлены следующие задачи:

- Провести исторический обзор появления и развития 3D печати;
- Провести обзор 3D печати глиной в настоящее время;
- Провести обзор малых декоративных форм в ландшафтном дизайне;
- Изучить характеристики и особенности строительного 3D принтера используемого в данной ВКР;
- Разработать коллекцию вазонов для печати на строительном 3D принтере;
- Изготовить одно изделие из коллекции;
- Рассмотреть вопросы, связанные с производственной и экологической безопасностью при создании изделия;
- Рассчитать стоимость разработки изделия;

Практическая значимость результатов ВКР – созданный авторский вариант вазона с применением технологии 3D печати на строительном принтере.

## **1. Аналитический обзор**

### **1.1. Исторический обзор 3D печати**

Технология трёхмерной печати зародилась в середине XX века, тогда же были выпущены первые 3D принтеры. Цена таких устройств составляла от нескольких десятков до нескольких сотен тысяч долларов. С развитием технологии трёхмерной печати 3D принтеры становились более компактными и дешёвыми. Материалы для 3D печати могут быть самыми разными от так называемого ABS-пластика до шоколада.

Современные трёхмерные печатающие устройства научились создавать не только предметы обихода и одежду, но и собственные детали, продукты питания, человеческие ткани и органы.

#### **Стереолитография (STL)**

3D печать ведёт свою историю с 1948 года, когда американец Чарльз Халл разработал технологию послойного выращивания физических трёхмерных объектов из фотополимеризующейся композиции (ФПК). Технология получила название «стереолитография» (STL).

Патент на своё изобретение автор получил только в 1986 году, тогда же он основал компанию 3D System и приступил к разработке первого промышленного устройства для трёхмерной печати, которое было представлено общественности год спустя, в 1987 году.

Первые потребительские принтеры от компании 3D Systems появились в начале 2012 года. Они были в несколько десятков раз меньше и легче своих «прародителей».

#### **Технология формирования объёмных моделей из послойного листового материала (LOM)**

Данная технология появилась в 1985 году. Её автором считается Михаило Фейген, который предложил послойно формировать объёмные

модели из листового материала: плёнок, полиэстера, композитива, пластика, бумаги и т.д., скрепляя между собой слои при помощи разогретого валика.

Изготовление модели, ручным способом потребовало бы нескольких дней или даже недель работы, а при помощи LOM-принтера такая модель может быть воссоздана за несколько часов.

Модели, изготовленные по технологии М. Фейгена, получаются шероховатыми, удалить лишний материал с их поверхности сложно из-за риска расслоения.

### **Селективное лазерное спекание (SLS)**

В 1986 году Карл Декарт изобрёл метод селективного лазерного спекания. Суть метода заключается в послойном спекании порошкового материала лазерным лучом.

В рабочей камере порошок разогревается до температуры, граничащей с температурой плавления. После этого материал разравнивается и на его поверхности лазерный луч прорисовывает необходимый контур. Когда луч касается порошка, тот разогревается до температуры плавления и спекается. После этого в камеру насыпается новый слой порошка, и процесс спекания повторяется. Циклы добавления материала, его разравнивания и спекания повторяются по заранее заданной схеме до тех пор, пока на рабочем столе камеры не образуется готовая модель с шероховатой пористой структурой. Готовое изделие извлекается из принтера, а излишки порошка удаляются.

Устройство способно работать с порошковыми полимерами, литейным воском, нейлоном, керамикой, металлическими порошками, при этом при переходе с одного материала на другой камеру следует тщательно очистить от остатков прежнего материала. В одной камере можно выращивать сразу несколько моделей.

## **Послойное уплотнение (SGC)**

Технология послойного уплотнения была разработана израильской компанией Cubital в 1987 году. По своей сути она напоминает фотокопирование. На избирательно заряженной пластине, изготовленной из стекла, формируется шаблон основания модели. Этот шаблон помещается над тонким слоем фотополимера, равномерно распределённым по рабочей поверхности, после чего экспонируется ультрафиолетовым лучом. Слой фотополимера, соответствующий данному слою шаблона, становится твёрдым, жидкие остатки удаляются, а пустоты заполняются жидким воском, который быстро застывает. Описанная последовательность действий многократно повторяется до тех пор, пока не сформируется готовая модель. Работу машины можно приостановить для удаления дефектных слоёв, а позже возобновить её.

Аппарат, основанный на SGC технологии печати, использует дорогие, токсичные и достаточно редкие полимеры. Он работает достаточно шумно и требует постоянного контроля со стороны оператора. Ориентировочная стоимость трёхмерного принтера составляет 470 тыс. долларов США.

## **Послойная заливка экструдиремым расплавом (FDM)**

Идея принадлежит Скотту Крампу, который запатентовал своё изобретение в 1988 году.

Суть технологии заключается в следующем. В печатающей головке материал (расплав из пластика, металла, литейного воска) предварительно разогревается до температуры плавления и поступает в рабочую камеру. Головка выпускает расплавленный материал в виде нити, которая укладывается на рабочий стол. После этого платформа опускается ниже на толщину одного слоя, чтобы можно было сформировать следующий слой.

Первый принтер 3D Dimension с экструдированной печатающей головкой появился в 1991 году, его ориентировочная стоимость составляла от 50 до 220 тыс. долларов США.

### **Реплицирующиеся 3D устройства**

В 2006 году был запущен проект «RepRap», нацеленный на производство принтеров, которые способны реплицировать себя, то есть воспроизводить детали собственной конструкции. Тестовый экземпляр такого устройства был изготовлен в 2008 году английскими конструкторами университета Бата. Он в состоянии «распечатать» около 50 % своих собственных конструктивных частей и деталей.

### **Пищевые принтеры**

В 2010 году учёные Амит Зоран и Марчелло Коэльо из Массачусетского Технологического Института представила первый 3D принтер для воссоздания продуктов питания. Устройство было названо «Cornucopia», что в переводе с английского языка означает «рог изобилия».

В пищевой принтер вместо обычной бумаги загружаются продукты питания, которые аппарат охлаждает, смешивает и использует для создания готового продукта.

### **3D печать в медицине**

В сентябре 2011 года на конференции по новым технологиям и дизайну «TED-2011» был продемонстрирован биопринтер для выращивания человеческих органов. Устройство функционирует так же, как и обычный струйный принтер, но вместо чернил оно использует стволовые клетки людей и животных.

3D принтер способен печатать кусочки ткани, кожи, позвоночные диски, коленные хрящи и полноценные органы. Перед началом печати орган больного сканируют с разных ракурсов и загружают полученную информацию

в трёхмерный принтер, вместе с образцом ткани органа. За несколько часов работы устройство воссоздаёт точную копию органа, включая сосуды. [6].

### **Строительство зданий**

В 2014 году начался прорыв в области строительства зданий с использованием 3D-печати бетоном.

В течение 2014 года шанхайская компания WinSun анонсировала сначала строительство десяти 3D-печатных домов, возведенных за 24 часа, а после напечатала пятиэтажный дом и особняк.

В Университете Южной Калифорнии прошли первые испытания гигантского 3D-принтера, который способен напечатать дом с общей площадью 250 кв. метров за сутки.

В октябре 2015 года в рамках выставки «Станкостроение» (Крокус-Экспо) ЗАО «СПЕЦАВИА» были представлены российские разработки и промышленные образцы строительных 3D-принтеров.

В мае 2016 года состоялось открытие первого в мире здания, напечатанного на 3D-принтере — офиса Dubai Future Foundation.

В феврале 2017 года первый дом, полностью напечатанный на 3D-принтере, создали в России, в подмосковном Ступино. Он был целиком напечатан на стройплощадке. Несущие стены, перегородки и ограждающие конструкции напечатали за 24 часа. Бетонную коробку смогли переделать в пригодный для жизни дом благодаря технологии ТехноНИКОЛЬ: заполнили теплоизоляционным материалом все пустоты в пространстве между несущей стеной и внешней бетонной конструкцией. [7].

## 1.2. 3D печать глиной

В настоящее время самым распространенным материалом для создания 3D модели являются полимеры. Но всё чаще встречаются работы изготовленные методом послойной 3D печати всевозможными густыми массами, такими как глина, бетон, тесто, шоколад и т.п. В данной исследовательской работе будет рассматриваться такой вид материала как глина для 3D печати объектов.

Некоторые люди говорят, что гончарное искусство — это та область, которая не нуждается в технологиях трехмерной печати. Ведь уже существуют многие приспособления, которые помогут смастерить тот или иной предмет: гончарный круг, пресс-форма и т.д. Технологии 3D печати позволяют быстро создавать качественные проекты с использованием сложных элементов.

Используя 3D принтер из глины возможно создавать вазы необычных форм, кружки, бутылки, разнообразные декоративные объекты.

В настоящее время 3D принтеры для печати глиной можно приобрести за рубежом, но их цена достаточно высока. Поэтому многие дизайнеры, инженеры и просто заинтересованные в этом люди, создают собственные принтеры, удовлетворяющие их запросам, используя уже известные технологии.

Датский художник Оливер ван Херпт разработал собственный 3D принтер для печати изделий средних и больших размеров. Он потратил два года на разработку этого принтера высотой 1,5 метра, на котором он создает керамические горшки различных форм.

Обычно 3D-печатные вещи получаются шероховатыми, так как принтер укладывает материал слоями, которые после затвердевания видно невооруженным глазом. Вместо того чтобы как-нибудь замаскировать их, ван Херпт заявил, что это часть его искусства, элемент декора, и даже разработал специальную программу для акцентирования этих слоев.

В самом начале экспериментов большие напечатанные объекты кренились и разрушались под действием собственного веса. Тогда ван Херпт изменил конструкцию экструдера и использовал промышленные двигатели, чтобы загружать в принтер более твердую глину. Художник много экспериментировал с текстурами, поверхностями, формами и размерами. Сегодня его принтер может выращивать предметы высотой 80 см и диаметром 42 см. При соответствующих настройках принтер может напечатать сосуд с декором высотой 90 см всего за два часа. [11].



Рис. 1. 3D печать глиной.

(<https://www.architectuur.nl/nieuws/exposities/olivier-van-herpt-en-zijn-3d-kleiprinter/>)

### **1.3. Ландшафтный дизайн**

Ландшафтный дизайн — искусство, находящееся на стыке трёх направлений: с одной стороны, архитектуры, строительства и проектирования (инженерный аспект), с другой стороны, ботаники и растениеводства (биологический аспект) и, с третьей стороны, в ландшафтном дизайне используются сведения из истории (особенно из истории культуры) и философии. Кроме того, ландшафтным дизайном называют практические действия по озеленению и благоустройству территорий.

В отличие от садоводства и огородничества, основная задача которых имеет сельскохозяйственную направленность (повышение урожайности садово-огородных культур), ландшафтный дизайн — более общая и универсальная дисциплина. Главная задача ландшафтного дизайна — создание гармонии, красоты в сочетании с удобствами использования инфраструктуры зданий, сглаживание конфликтности между урбанизационными формами и природой, зачастую от них страдающей.

Ландшафтный дизайн может быть частным случаем более общего понятия — ландшафтного проектирования.

С древних времён сады являлись традиционной формой организации окружающего пространства с помощью зелёных насаждений. Особую популярность они получили при дворах правителей и вельмож стран Востока. Далее садоводство как искусство распространилось практически повсеместно. При этом долгое время важную роль играла утилитарность садоводства (потребление фруктов и селекция фруктовых деревьев), позднее большее внимание получила декоративность цветов. Но ни фруктовые деревья, ни цветы не имеют столь широкого распространения в современном ландшафтном дизайне, особенно в его современной урбанистической форме. Ландшафтный дизайн — понятие собственно XX века. Термин возник в Западной Европе, в первую очередь в густонаселённых и индустриально развитых странах: Великобритания, Германия, где массовая

индустриализация и рост пригородов быстро привели к давлению на окружающую среду.

### Проектирование и планировка участка

Первый этап по подготовке местности к проведению ландшафтных работ начинается с художественного проектирования, то есть создания набросочного плана, основные правила которого:

- Посадка и размещение растений должна иметь групповой характер, то есть растения одного вида или близкородственных видов должны быть посажены в непосредственной близости друг от друга, в противном случае местность приобретает куцый, пустынный вид.
- При посадке растений и проведении других художественно-оформительских мероприятий следует избегать прямых линий. Растения в особенности не рекомендуется сажать по прямой линии, так как это не способствует развитию у них кустистости. Крайне строгая симметрия также нежелательна из-за своего неестественного вида, хотя определённая уравновешенность и сбалансированная композиция элементов дизайна должна непременно присутствовать.

### Компоненты ландшафтного дизайна

Элементы ландшафтного дизайна многообразны. Основные их группы:

- Сами здания, формирующие центр ландшафтного проекта, основная цель которого — сгладить неестественность геометрически правильных конструкций, смягчить их давление на окружающую природу, убрать строительный мусор, замаскировать дефекты и изъяны. Здания могут быть одно- или многоэтажными, одиночными или комплексными, частными или коммерческими, типовыми или стилизованными, предназначенными для самых разнообразных целей.
- Газонное покрытие, формируемое разного рода травами.

- Зелёные насаждения в форме отдельных деревьев, кустарников (в этом случае называются солитеры), а также их комбинаций и целых ансамблей (сад, клумба, рабатка и т. д.)
- Различные крупные декоративные элементы (озеро, пруд, ручей, фонтан, камни, скульптура).
- Более мелкие художественные детали (музыкальная подвеска, светильник, свечи и т. д.)

#### **1.4. Малые архитектурные формы в ландшафтном дизайне**

К сфере садовой архитектуры относятся любые искусственные объекты, применяемые в ландшафтном дизайне. Это садово-парковые здания, павильоны, беседки, дорожки, мостики, террасы, подпорные стенки, малые архитектурные формы. И от того, насколько разумно и правильно - как с технической, так и с эстетической точки зрения - они будут спроектированы и построены, насколько гармонично они будут вписываться в общую концепцию проекта ландшафтного дизайна и насколько удачным окажется соединение архитектурных сооружений и зеленых насаждений в единое целое, в конечном счете, зависит весь облик ландшафта и то впечатление, которое он будет производить на людей.

В этом смысле ландшафтная архитектура является одним из стержневых элементов ландшафтного дизайна. Невозможно представить себе садово-парковый ландшафт без искусственных сооружений, а, следовательно, и ландшафтное проектирование невозможно представить без садовой архитектуры.

Малые архитектурные формы используются в ландшафтном дизайне очень давно, с самого начала появления садов за крепостными стенами древних поселений и появления больших городов.

Малые архитектурные формы в ландшафтном дизайне выполняют не только практическое предназначение, но и являются одним из главных элементов декоративного оформления. Для изготовления малых садовых архитектурных форм могут применяться различные материалы.

Малые архитектурные формы это конструкции, служащие для декоративного оформления и выполнения функциональной нагрузки в ландшафтном дизайне. То есть такие небольшие здания, сооружения и отдельные конструкции, привлекательных внешних параметров могут иметь, кроме эстетического еще и функциональное назначение. К МАФ в целом

относятся любые архитектурные элементы, которые дополняют те или другие строения и окружающую среду.

По назначению малые архитектурные формы принято делить на:

- универсальные, массового использования. К ним относятся урны, уличные фонари, садовые скамьи и т.д.;
- декоративные МАФ. Всевозможные статуи, скульптуры, вазы и т.д.;
- игровые и спортивные малые архитектурные формы. Качели, песочница, горка, шведская стенка все это тоже МАФ, причем очень функциональные, что позволяют обустроить на территории и детскую и спортивную площадки. [12].

Размер МАФ может быть очень разным все зависит от размеров самого участка и от пожеланий и потребностей владельца.

## **1.5. Вазоны как малые декоративные формы в ландшафтном дизайне**

Садовые вазоны являются весьма распространенным декоративным элементом сада, который прекрасно вписывается в ландшафтный дизайн. Их используют для посадки цветов, но при этом и традиционные клумбы не теряют актуальности.

Традиция выращивать растения в керамических емкостях стара как мир. Кроме своего главного назначения — возможности культивировать редкие виды и легко их транспортировать, — разнообразные сосуды и контейнеры могут стать теми изюминками, которые необыкновенно украсят садовый участок.

Сегодня редкий сад обходится без декоративных контейнеров и разнообразных емкостей для садовых культур. С их помощью можно оперативно озеленить еще неосвоенный участок или дополнить пейзажную картину редкими экзотами. Сосуды могут быть крупными, предназначенными для групповых посадок, или совсем миниатюрными. Что касается материала, то контейнеры изготавливают из керамики, бетона, металла, пластика и даже из особых видов стекла.

### **Выбор материала для вазонов:**

Свойства материала — один из важнейших факторов при выборе контейнера.

Пластиковые изделия дешевы, легки и зачастую весьма оригинальны по дизайну, но растения в них буквально задыхаются, а корневая система начинает быстро выпревать.

Деревянные кадки и ящики гораздо экологичнее, но под открытым небом древесина, особенно не обработанная антисептиками, долго не проживет.

Металлические контейнеры тяжелы, подвержены коррозии и опасному для растений перегреву в жаркое время года.

Бетонные уличные вазоны для цветов из-за внушительного размера и большого веса подойдут, в основном, для украшения больших участков. Такие вазоны имеют достаточно долгий срок службы, не растрескиваются от перепадов температуры и не подвержены воздействию воды. Также бетонные уличные вазоны изготавливаются с применением армирующей сетки, что усиливает прочность изделий.

И все же традиционная керамика, несмотря на свой почтенный возраст, по-прежнему актуальна. Главное преимущество глиняной посуды в том, что она, по выражению садоводов, «дышит» и идеально подходит для содержания растений. Почва в таком контейнере не изолирована от внешней среды: пористые стенки равномерно и в необходимом количестве пропускают воздух и влагу, тем самым регулируя воздушно-влажностный режим внутри емкости.

#### Виды горшков из керамики

С точки зрения агротехники самыми подходящими емкостями для выращивания растений считаются неглазурованные **терракотовые горшки и контейнеры**. «Терракота» в переводе с итальянского означает «обожженная земля». Так называются все керамические изделия с красным пористым черепком без покрытия глазурью.

Этот легкий материал прекрасно пропускает воздух и влагу, но из-за отсутствия декоративной «поливы» стенки сосуда со временем покрываются белесым солевым налетом, который практически не поддается удалению. К тому же терракотовым изделиям противопоказана зимовка в саду или на открытом балконе (их следует с наступлением холодов перенести в

отапливаемое помещение). Тем не менее, с точки зрения ландшафтных дизайнеров, терракота морковно-красных, охристых или шоколадных тонов органично вписывается в сады регулярного, деревенского и средиземноморского стилей, великолепно сочетаясь не только с зеленью, но и с другими материалами — природным камнем, деревом, кирпичной кладкой.

Также существуют и другие виды керамики, например, такие как майолика, фаянс, шамот. Каждый из них имеет свои особенности, преимущества и недостатки.

## 2. Обзор строительного 3D принтера

Технология трехмерной печати позволяет получать части конструкции для возведения жилища, не уступающие по качеству промышленным железобетонным блокам. А в вопросах легкости монтажа, конечной цены, а также долговечности зачастую и превосходящие их.

Кроме того, строительный 3D принтер позволяет сократить расходы на штат монтажников. Ведь ввиду простоты монтирования блоков сокращается потребность в количестве рабочих для возведения одной конструкции. Соответственно, цена на дома будет ниже, чем у конкурирующих фирм.

В данной ВКР использовался строительный 3D принтер «ТА-1», разработанный в г. Томске. Данная модель принтера является прототипом, созданным для разработки новой технологии печати полноценных домов.

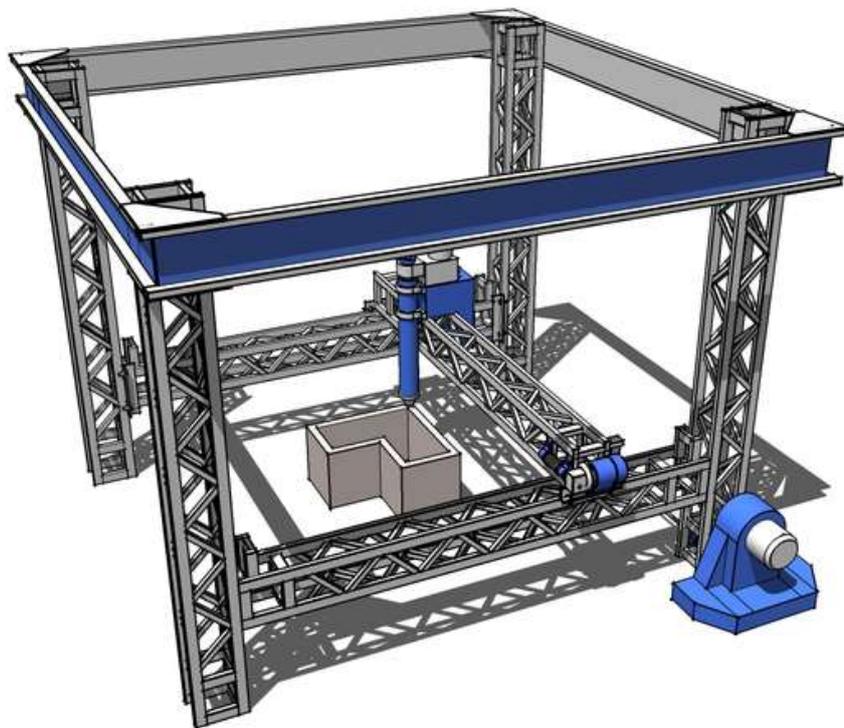


Рис. 2. Прототип строительного 3D принтера.

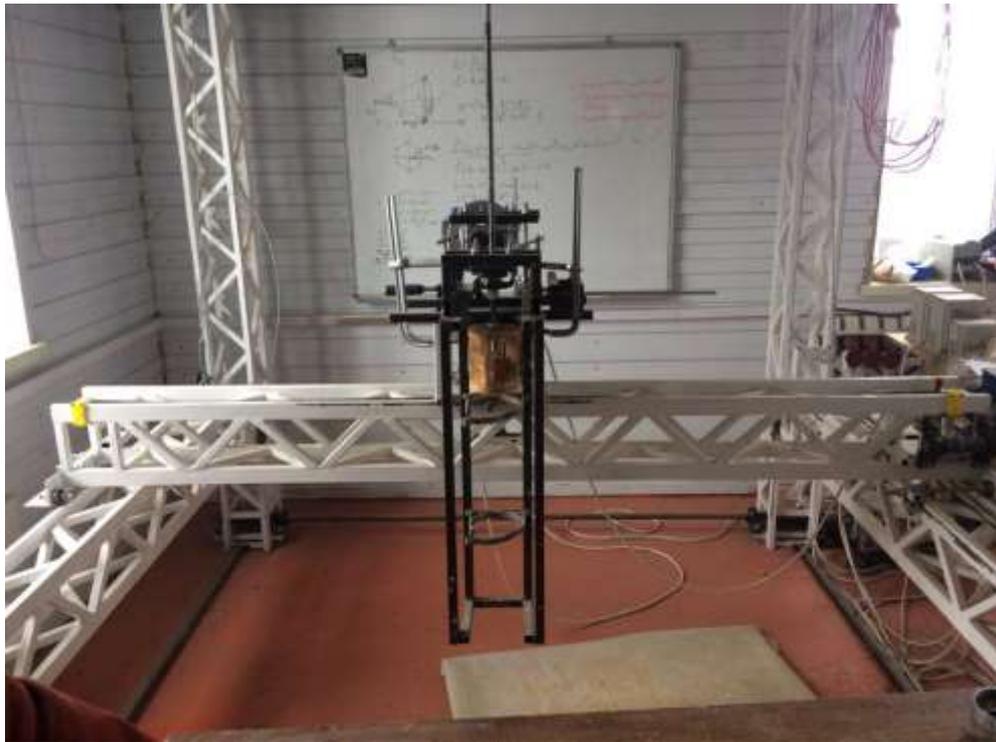


Рис. 3. Строительный 3D принтер.

В данном прототипе используются асинхронные двигатели, так как они дешевле и просты в изготовлении, но при этом сложны в управлении, в качестве трансмиссии (вращение двигателя приводит в движение) используются троса. Установка имеет 4 двигателя, из которых 3 управляются 3-мя частотными преобразователями 50 Гц, а четвертый двигатель выдавливает глину из шприца. Каркас состоит из 4-х вертикальных стальных колонн (фермы), вдоль которых осуществляется движение и 3-х горизонтальных длина которых 2 метра 10 сантиметров. Точность позиционирования на прототипе составляет  $\pm 1$  мм.

Экструдер представляет собой часть трубы из высокотехнологичного полиэтилена, с диаметром сопла 1 см. Поршень, который давит массу, изготовлен из дерева. В данный момент используется ручная загрузка массы в экструдер. Но также ведется разработка смесителя непрерывного действия, который возможно располагать в печатной головке, куда подавать отдельно воду и сухую смесь (так можно сократить сроки твердения смеси и упростить обслуживание смесителя).

При печати изделия на данном прототипе строительного 3D принтера есть ряд определенных ограничений:

- Размер изделия ограничен размерами действующего прототипа и составляет 1,5x1,5 метра.
- Угол наклона модели не должен превышать 30 градусов, т.к. это может привести к обвалу массы в процессе печати.
- Минимальная толщина стенки изделия составляет 2,5 см, так как диаметр сопла 1 см, а при выдавливании массы она растекается под давлением.
- Точность позиционирования составляет  $\pm 1$  мм, что не позволяет напечатать мелкие детали для декорирования изделия.

Таким образом, задача состоит в том, чтобы смоделировать и изготовить изделие, удовлетворяющее всем этим условиям.

### 3. Разработка модели. Проектирование

Первый этап: эскизирование, поиск формы.

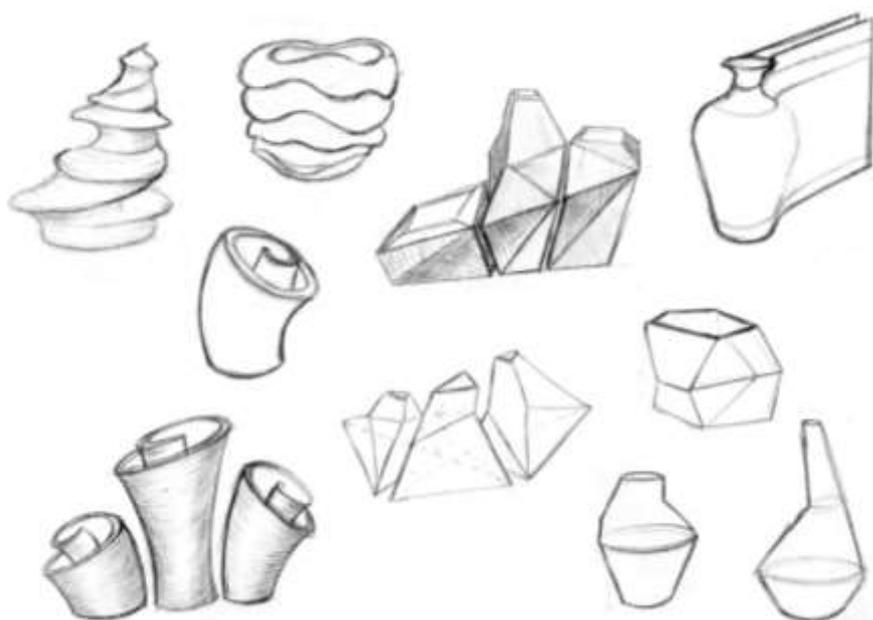


Рис. 4. Эскизирование.

Второй этап: после проведения этапа эскизирования для лучшего визуального представления был проведен дополнительный поиск форм, моделирование объектов с помощью программного продукта 3ds Max.



Рис. 5. Моделирование объектов.

Третий этап: окончательное проектирование коллекции 3D моделей. Компьютерное 3D моделирование изделий проводилось с помощью программного продукта 3ds Max и дополнительного модуля визуализации V-Ray.



Рис. 6. Моделирование изделий.

Четвертый этап: визуализация изделий в ландшафтной среде.



Рис.7. Визуализация изделий в ландшафтной среде.

#### 4. Выбор материала

Основой состава для любой керамики являются пластические материалы – глины и каолины, или, как их еще называют, глинистые вещества. [2]

Глинами называют землистые обломочные горные породы осадочного происхождения, которые состоят из высокодисперсных гидроалюминатов, при растворении с водой образуют пластичное тесто, сохраняющее при высыхании форму и приобретающее после обжига прочность камня.

Вещественный состав глины включает глинистые минералы и примеси. Глинистое вещество – это наиболее дисперсная фаза размером менее 1 мкм. Эта фаза придает глинистой породе свойство пластичности, способности формоваться. [1]

Глина представляет собой осадочную горную породу, состоящую из каолинита  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ , монтмориллонита  $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O$ , иллита (гидрослюда)  $K_2O \cdot MgO \cdot 4Al_2O_3 \cdot 7SiO_2 \cdot 2H_2O$  и других глинистых минералов, придающих ей пластические свойства, и примесей (кварцевых, карбонатных, железистых, сульфатных, органических, растворимых солей и др.)

Состав массы используемой в данной работе:

Таблица 1. Состав массы.

№	Название компонента	Количество, кг
1	Глина	14
2	Вода	4,2

## 5. Технологический процесс изготовления изделия

Для дальнейшего изготовления был выбран один вариант вазона из коллекции, представленный на рис. 8.



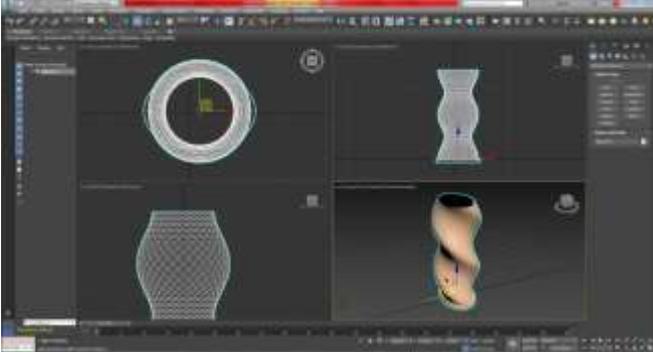
Рис. 8. Вариант вазона из коллекции для печати.

Материалы и оборудование для изготовления:

- Глина
- Вода
- Щековая дробилка
- 3D принтер
- Весы
- Емкости для замешивания глины

Технологический процесс представлен в таблице 2.

Таблица 2. Технологический процесс изготовления изделия.

№	Операция	Изображение
1	Создание 3D модели из изделия с помощью программного продукта 3ds Max, экспорт модели в формате .stl	
2	Импортировать созданную 3D модель в специальную программу слайсер Cura 2.1.2, с помощью которой происходит генерация G-кода для последующей печати.	
3	Дробление глины. Происходит при помощи щековой дробилки.	

4 Смешивание глины с водой  
в пропорции на 1 кг глины  
300 мл воды.



5 Приготовление рабочего  
теста. По консистенции  
глина должна быть густая,  
не должна прилипать к  
рукам.



6 Загрузка полученной массы в экструдер. Её необходимо уплотнить, чтобы не было воздуха, иначе в процессе печати могут возникнуть дефекты в получаемом слое.



7 Установка экструдера а печатающую головку, включение 3D принтера, загрузка полученного G-кода.



8	Печать изделия в течение 30 минут.	
9	Сушка полученного изделия в течение недели при комнатной температуре.	
10	Обжиг изделия. Обжиг производится в печи при температуре 800-900 °С в течение 10 часов.	

Готовое изделие представлено в приложении А.

## **6. Социальная ответственность**

### **Введение**

В данном разделе ВКР рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места мастера, работающего с проектированием и дальнейшим производством глиняных декоративных малых форм на строительном принтере, с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Рабочим местом мастера является помещение, где проводятся такие работы, как: проектирование изделия на компьютере с помощью специального ПО, подготовка сырья для работы и печать изделия на строительном принтере.

Целью раздела является выявление возможных вредных и опасных факторов технологического процесса производства данных изделий из глины, а так же разработка мероприятий по предотвращению негативного воздействия на здоровье людей, создание безопасных условий труда для рабочих, перечисление организационных и технических мер, предусмотренных для чрезвычайных ситуаций, а также изучение вопроса охраны окружающей среды.

Вопросы производственной и экологической безопасности рассматриваются с позиции исполнителя, непосредственно связанного со всеми процессами производства изделий.

Производственная среда, организация рабочего места должны соответствовать общепринятым и специальным требованиям техники безопасности, эргономики, нормам санитарии, экологической и пожарной безопасности.

## 6.1. Производственная безопасность

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [20] выделены основные элементы, формирующие возможные опасные и вредные факторы в ходе процесса изготовления глиняных декоративных малых форм на строительном принтере, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3. Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)	Нормативные документы
1. Работа за компьютером	<p>Физические:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Отсутствие или недостаток естественного света;</li><li>• Повышенная яркость света;</li><li>• Пониженная контрастность;</li><li>• Повышенный уровень электромагнитного излучения;</li></ul> <p>Психофизиологические:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Умственное перенапряжение;</li><li>• Монотонность труда;</li></ul>	ГОСТ 12.2.032 ССБТ. «Рабочее место, при выполнении работ сидя». СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования».
2. Дробление глины	<p>Физические:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Движущиеся машины и механизмы;</li><li>• Подвижные части производственного оборудования;</li><li>• Передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;</li><li>• Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</li><li>• Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;</li><li>• Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;</li><li>• Острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;</li><li>• Повышенный уровень статического электричества;</li></ul>	ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» СанПиН 2.2.4-548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» СанПиН 2.2.4-2.1.8.566-96 «Допустимые уровни вибрации на рабочих

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повышенный уровень шума на рабочем месте;</li> <li>• Повышенный уровень вибрации;</li> <li>• Недостаток естественного света;</li> </ul> <p>Химические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Токсические и раздражающие, попадающие через органы дыхания, кожные покровы и слизистые оболочки.</li> </ul> <p>Психофизические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Физические перегрузки;</li> <li>• Нервно-психические перегрузки: монотонность труда, эмоциональные перегрузки;</li> </ul>	<p>местах в помещениях жилых и общественных зданий»</p> <p>ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».</p> <p>ГОСТ 12.1.003–83 «Шум. Общие требования безопасности».</p>
3. Замешивание глины, загрузка глины в экструдер, печать изделия	<p>Физические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Движущиеся машины и механизмы;</li> <li>• Подвижные части производственного оборудования;</li> <li>• Передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;</li> <li>• Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</li> <li>• Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;</li> </ul> <p>Химические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Токсические и раздражающие, попадающие через органы дыхания, кожные покровы и слизистые оболочки.</li> </ul> <p>Психофизические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Физические перегрузки;</li> <li>• Нервно-психические перегрузки: монотонность труда;</li> </ul>	<p>ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»</p> <p>СанПиН 2.2.4-548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»</p> <p>СанПиН 2.2.4-2.1.8.566-96 «Допустимые уровни вибрации на рабочих местах в помещениях жилых и общественных зданий»</p> <p>ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».</p> <p>ГОСТ 12.1.003–83 «Шум. Общие требования безопасности».</p>
4. Обжиг изделия	<p>Физические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Подвижные части производственного оборудования;</li> </ul>	<p>ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;</li> <li>• Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;</li> <li>• Повышенный уровень статического электричества;</li> <li>• Недостаток естественного света;</li> </ul> <p>Химические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Токсические и раздражающие, попадающие через органы дыхания, кожные покровы и слизистые оболочки.</li> </ul> <p>Психофизические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Физические перегрузки;</li> <li>• Нервно-психические перегрузки: монотонность труда;</li> </ul>	<p>гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» СанПиН 2.2.4-548-96</p> <p>«Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» ГОСТ 12.1.004-91</p> <p>«Пожарная безопасность. Общие требования».</p>
--	--	--

К движущимся машинам и механизмам, действующим на рабочего, относятся щековая дробилка, строительный принтер. Физический опасный фактор такой, как повышенная температура поверхности оборудования выражается в виде печей для обжига изделия и нагретых вследствие трения обрабатываемых поверхностей щековой дробилки.

Помимо повышенных температур данное оборудование предусматривает острые или шероховатые рабочие органы, что может привести к травме. Кроме того, данные механизмы вызывают шумы и вибрации, что также относится к вредным факторам производства.

При сушке, измельчении (дроблении, помоле), рассеиве, смешении и перемещении сырья происходит выброс тонкодисперсной пыли, что приводит к запыленности воздуха.

К химическим факторам производства можно отнести газообразные соединения, которые выделяются из сырьевых материалов в ходе сушки, прокаливания и обжига, а также при сжигании топлива. Типичным

газообразным загрязняющим веществом в технологии керамики является фтор.

Сидячая однообразная работа при моделировании изделий относится к психофизиологическим факторам.

Производственная безопасность обеспечивается, техникой безопасности, которую должен соблюдать каждый работник.

### **6.1.1. Анализ опасных и вредных факторов и мероприятия по их устранению**

В этом разделе рассматриваются возможные вредные производственные факторы при реализации проекта производства печати из глины малых декоративных форм на строительном принтере: микроклимат производственных помещений, состояние воздушной среды, освещение, шум и вибрация и т.д.

При разработке изделия необходима работа за компьютером. Долгое неизменное положение тела может привести к заболеваниям опорно-двигательного аппарата, поэтому для рабочего места важно соблюдать эргономические показатели. Во время работы за компьютером важную роль играет освещенность помещения и рабочей зоны, так как основная нагрузка воспринимается на глаза. От правильной освещенности помещения и дисплея монитора зависит восприятие информации и раздражимость, устойчивость к психофизиологическим нагрузкам, что существенно влияет на рабочего.

#### **Недостаточная освещённость рабочей зоны**

Приводит к перенапряжению органов зрения, в результате чего снижается острота зрения, и человек быстро устает. Причиной плохой освещенности в цехе является снижение уровня естественной освещенности в связи с загрязнением остекленных поверхностей световых проемов, стен и потолков. Искусственное освещение должно обеспечивать в мастерской освещенность, позволяющую выполнять операции и наладку оборудования без производственных дефектов и травматизма, возникающих по причине недостаточной освещенности.

Кроме того, освещенность на каждом участке цеха должна быть такой, при которой исключается возможность чрезмерного утомления, работающего в результате зрительного напряжения.

Мастеру очень важно сохранять зрение, чтобы продлить себе срок службы, поэтому очень важно иметь отличное освещение и желательно

естественное, так как подобное освещение не искажает цвета и позволяет получать более качественные изделия.

Нормы освещенности рабочих поверхностей в производственных помещениях устанавливаются в зависимости от характеристики зрительной работы.

Мастерскую можно отнести к VI классу зрительной работы, так как работа связана с деталями более 5 мм. Средство коллективной и индивидуальной защиты – установка источников освещения по СНиП 23-05-95. Нормы освещенности для высокой точности обработки указаны в таблице 4.

Таблица 4. Нормы освещения.

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
						Освещенность, лк		Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации	КЕО, ед, %					
						при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении		
													всего	в том числе от общего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		—	—	200	40	20	3	1	1,8	0,6

### Повышенный уровень электромагнитного излучения

При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона при работе за ПЭВМ на организм человека наблюдаются нарушения сердечнососудистой, дыхательной и нервной систем, характерны головная боль, утомляемость, ухудшение самочувствия, гипотония, изменение проводимости сердечной мышцы. ЭМП воздействует на организм теплом. Переход ЭМП в теплую энергию вызывает повышение температуры тела, локальный избирательный нагрев тканей, органов и клеток.

Кроме того, временные допустимые уровни электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ не должны превышать значения, указанные в таблице 5.

Для дисплеев на ЭЛТ частота обновления изображения должна быть не менее 75 Гц при всех режимах разрешения экрана, гарантируемых нормативной документацией на конкретный тип дисплея, и не менее 60 Гц для дисплеев на плоских дискретных экранах (жидкокристаллических, плазменных и т.п.).

Таблица 5. Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.005-96 выделяют следующие средства защиты от ЭМП:

1) Организационные мероприятия. Рациональное использование оборудования, исключающее нахождение персонала в зоне действия ЭМП во время, не предусмотренное для работы за ПЭВМ;

2) Инженерно-технические мероприятия. Правильное размещение оборудования, предусматривающее наличие средств, ограничивающих распространение ЭМП на рабочие места сотрудников;

3) Лечебно-профилактические мероприятия. Периодические медицинские осмотры, для предупреждения, ранней диагностики и устранения заболеваний персонала;

4) Средства индивидуальной защиты. Очки для работы за компьютером. [14].

### **Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей среды**

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующим на организм сочетанием температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Нормы оптимальных и допустимых метеорологических условий установлены системой стандартов безопасности труда и указаны в таблице 6. При учете интенсивности труда все виды работ, исходя из общих энергозатрат организма, делятся на три категории. Данные работы можно отнести к работам средней тяжести с затратой энергии 175...232 Вт (категория IIa), связанным с постоянной ходьбой, выполняемые стоя или сидя, но не требующие перемещения тяжестей.

Микроклимат помещения напрямую влияет на работоспособность и здоровье человека, при повышенной влажности и пониженной температуре скорее проходят различные процессы по разрушению и воспалению суставов; при повышенной температуре проявляется обильное потоотделение, что может приводить к обезвоживанию организма.

Период года	Категория работ	Температура, °С					Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
		Оптимальная	Допустимая				Оптимальная	Допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных, не более	Оптимальная, не более	Допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных
			Верхняя граница		Нижняя граница					
			На рабочих местах							
Постоянных	Непостоянных	Постоянных	Непостоянных							
Холодный	IIa	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	Не более 0,3

Теп- лый	Па	21-23	27	29	18	17	40-60	65 (при 26°C)	0,3	0,2-0,4
-------------	----	-------	----	----	----	----	-------	------------------	-----	---------

Таблица 6. Допустимые и оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений ГОСТ 12.1.005-88

### Повышенный уровень шума на рабочем месте

Нормируемыми параметрами шума служат уровни в децибелах (дБ) среднеквадратичных звуковых давлений, измеряемых на линейной характеристике шумомера (или шкале С) в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Для ориентировочной оценки шума следует измерять его общий уровень по шкале А шумомера в дБА. Допустимые нормы шума в производственных помещениях не более 80 дБА (согласно ГОСТ 12.1.003–83). Течение функциональных изменений может иметь различные стадии. Кратковременное понижение остроты слуха под воздействием шума с быстрым восстановлением функции после прекращения действия фактора рассматривается как проявление адаптационной защитно-приспособительной реакции слухового органа. Адаптацией к шуму принято считать временное понижение слуха не более чем на 10-15 дБ с восстановлением его в течение 3 мин после прекращения действия шума. Длительное воздействие интенсивного шума может приводить к раздражению клеток звукового анализатора и его утомлению, а затем к стойкому снижению остроты слуха.

Таблица 7. Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА ГОСТ 12.1.003–83.

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	Тяжелый труд 1 степени	Тяжелый труд 2 степени	Тяжелый труд 3 степени

Легкой степени	80	80	75	75	75
----------------	----	----	----	----	----

### **Повышенный уровень вибрации**

На производстве источником вибрации является щековая дробилка.

Вибрации, воздействуя на организм человека, могут явиться причиной функциональных расстройств нервной и сердечно-сосудистой системы, а также

опорно-двигательного аппарата. Систематическое воздействие общих вибраций

в резонансной или околорезонансной зоне может быть причиной вибрационной

болезни, нарушений физиологических функций организма, обусловленных преимущественно воздействием вибраций на центральную нервную систему.

Эти нарушения проявляются в виде головных болей, головокружении, плохого сна, пониженной работоспособности, плохого самочувствия, нарушений сердечной деятельности.

Нормирование вибраций проводится в зависимости от категории рабочего места, оценка мастерской проводится по 3 «а» категории согласно СН 2.2.4-2.1.8.566-96

Категория 3 - технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах стационарных машин или передающаяся на рабочие места, не

имеющие источников вибрации.

Установлены также предельно допустимые величины параметров вибрации на постоянных рабочих местах в производственных помещениях в зависимости от среднегеометрических и граничных частот октавных полос и амплитуды (пикового значения) перемещений при гармонических колебаниях.

Предельно допустимые среднеквадратичные значения колебательной скорости лежат в интервале 92дБ.

Таблица 8. Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест категории 3 - технологической типа «а» СН 2.2.4-2.1.8.566-96.

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям $X_0$ , $Y_0$ , $Z_0$							
	виброускорения				виброскорости			
	м/с <sup>2</sup>		дБ		м/с · 10 <sup>-2</sup>		дБ	
	1/3 ОКТ	1/1 ОКТ	1/3 ОКТ	1/1 ОКТ	1/3 ОКТ	1/1 ОКТ	1/3 ОКТ	1/1 ОКТ
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни		0,10		100		0,20		92

Большое значение имеет уровень шума и вибрации на рабочем месте: важно снизить уровень шума и вибрации, если это возможно и если нет, то обеспечить защиту – виброзащитная обувь, перчатки. И шум изоляционные наушники против шума.

## 6.2. Экологическая безопасность

Источники опасностей, действующих на человека и природу, могут быть: естественные, техногенные и антропогенные. Естественные источники опасностей влияют как на окружающую среду, так и на человека, но не могут быть изменены по желанию человека. Анализируя взаимодействие человека и техносферы, можно выделить, что на человека негативно действует изменение климата, городская среда, выделяемые отходы. На природу же воздействуют отходы всех этих сред и антропогенного вмешательства человека.

Основной задачей является сокращение смертности населения, уменьшение негативного влияния вредных факторов на окружающую среду.

Чтобы обеспечить защиту, необходимо соблюдать нормы допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу и гидросферу по ГОСТ 17.2.3.02-2014 [17].

Для обеспечения безопасности предприятия, рабочих и окружающей природной среды от антропогенных опасностей необходимо обеспечить на предприятии пожаробезопасность по ГОСТ Р 12.3.047-98 [15]; электробезопасность по ГОСТ 12.1.009-82. ССБТ [16].

Экологическая задача производства заключается в рациональном использовании сырья и электроэнергии, надежном хранении различных химикатов, замене вредных для окружающей среды технологических процессов на более экологичные.

Загрязнений воздушного бассейна, гидросферы и литосферы при работе непосредственно за компьютером не обнаружено.

Материал, используемый при изготовлении изделий это керамика - материал подлежащий впоследствии вторичной переработке; керамика может использоваться в качестве материала-основы в производственном процессе, либо может использоваться как ценное сырье в прочих отраслях.

Переработка глины и другого керамического сырья, особенно сухого, неизбежно ведет к появлению пыли. Сушка (включая распылительную), измельчение (дробление, помол), рассев, смешение и транспортировка смесей приводят к образованию особо тонкой пыли. Некоторое количество пыли выделяется при декорировании и обжиге изделий, а также при послеобжиговой обработке. Выбросы пыли могут быть связаны не только с сырьевыми материалами, но и со сгоранием топлива.

Приемы и меры по предотвращению неорганизованных и организованных выбросов пыли:

- проведение технологических операций, сопровождающихся образованием пыли, в замкнутом объеме;

- оснащение смесителей защитными кожухами и вытяжными установками;
- фильтрация воздуха, вытесняемого при загрузке дозирочного или смесительного оборудования;
- перемещение пылящего сырья при помощи закрытых конвейеров;
- циркуляция воздуха;
- снижение утечек воздуха и устранение их источников, герметизация установок.

Газообразные соединения в основном выделяются из сырьевых материалов при сушке и обжиге.

Для предотвращения выбросов газообразных загрязняющих веществ предложены первоочередные и дополнительные меры и приемы, которые могут быть внедрены как по отдельности, так и совместно, и включают:

- снижение подачи источника загрязняющих веществ
- введение богатых кальцием добавок
- оптимизацию процесса
- участок сорбции (адсорберы, абсорберы)
- дожигание отходящих газов.

Вода расходуется в основном при роспуске глинистых материалов в процессе производства или при промывке оборудования, сбросы в воду также имеют место при работе скрубберов мокрой очистки газов. Вода, добавляемая непосредственно в сырьевую смесь, испаряется при сушке и обжиге.

Минимизация водопотребления - одна из основных мер по защите окружающей среды, и для ее реализации могут быть предложены следующие способы оптимизации технологического процесса:

- модификация водяного контура, установка автоматических клапанов для предотвращения утечек воды, когда нет необходимости в ее подаче;
- установка на предприятии промывочной системы, работающей под высоким давлением;

- отдельный сбор сточных вод с различных стадий технологического процесса;
- повторное использование сточных вод на той же стадии процесса, в частности, многократное применение промывочной воды после соответствующей очистки;

При производстве керамики энергия в первую очередь расходуется на обжиг, во многих случаях сушка полуфабрикатов или отформованных заготовок также оказывается весьма энергоемкой.

Ниже приведены основные методы снижения энергопотребления, которые можно применять как вместе, так и по отдельности:

- модернизация печей и сушилок
- использование остаточного тепла печи
- совместное производство/когенерация тепла и энергии
- оптимизация формы заготовок.

Отходы производства в соответствии с требованиями производственного процесса или спецификации на готовую продукцию могут быть использованы повторно. Те материалы, которые завод не в состоянии переработать самостоятельно, передают в другие отрасли либо отправляют на сторонние предприятия по переработке отходов или на полигоны.

### **6.3. Безопасность в ЧС**

Защита от чрезвычайных ситуаций является основной задачей при обеспечении безопасности населения и окружающей среды. К природным и наиболее опасным ЧС относятся: землетрясения, природные пожары, наводнения, сильные дожди, сели и др. техногенные ЧС приводят к большим жертвам и потерям.

Источником ЧС техногенного происхождения являются аварии на промышленных объектах. К опасным относятся объекты, на которых осуществляется использование токсичных веществ, взрывчатых и горючих веществ, образующих с воздухом взрывоопасные смеси, оборудования, работающего при больших давлениях и температуре. Вероятность возникновения ЧС на опасных производственных объектах необходимо учитывать, как при проектировании, так и на всех стадиях эксплуатации.

Ликвидация ЧС осуществляется силами и средствами предприятий, учреждений и организаций субъектов РФ, на территории которых сложилась ЧС, при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Из возможных чрезвычайных ситуаций техногенного характера может быть выделено возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием.

Поэтому следует:

- 1) Проводить профилактические мероприятия, инструктажи рабочих.
- 2) В каждом цехе должны быть предусмотрены меры эвакуации, например, запасные выходы, пожарные проходы.
- 3) Обязаны присутствовать средства пожаротушения (в качестве первичных средств пожаротушения пенные огнетушители ОХВП-10, углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ-5, и ОУ-8 1 штуку на 700 м<sup>2</sup> площади, ящики с песком 1 на 500 м<sup>2</sup> площади).
- 4) В доступном месте должны висеть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации

с телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации.

5) Обязательно наличие звуковой пожарной сигнализации.

6) Система пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему пожарных извещателей кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

#### **6.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Для каждой отрасли установлены свои требования по организации рабочих мест с учетом специфики трудовой функции, выполняемой работниками. Требования установлены к помещениям, в которых находятся рабочие места, к вентиляции и отоплению таких помещений. Определенным требованиям должна отвечать освещенность рабочих мест, а также их оснащенность оборудованием и инструментом.

Так, для рабочих мест, оборудованных персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ) требования к освещению на рабочих местах установлены СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03:

- Рабочее место должно располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева

- Искусственное освещение в помещениях для работы ПК должно обеспечиваться общей равномерной системой освещения

- В качестве источников искусственного освещения следует использовать

люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ).

При устройстве отраженного освещения в производственных и административных общественных помещениях разрешено использовать металлогалогенные лампы. В светильниках местного освещения должны использоваться лампы накаливания, в том числе галогенные.

Для того, чтобы обеспечить нормируемые значения освещенности в помещении с ПЭВМ должны проводиться уборки с чисткой стеклянных окон и светильников не реже двух раз в год. Окна в комнатах, в которых работают с компьютерами должны быть предпочтительно ориентированы на север и северо-восток.

- Монитор, корпус компьютера и клавиатура должны находиться прямо перед оператором; высота рабочего стола с клавиатурой должна находиться в пределах от 680 до 800 мм надо уровнем пола, а высота нижней границы экрана от 900 до 1280 мм;

- Монитор следует расположить на расстоянии 60-70 см на 20 градусов ниже уровня глаз оператора;

Пространство для ног должно отвечать следующим требованиям: высота – не менее 600 мм, ширина – не менее 500 мм, глубина – не менее 450 мм. Следует также предусмотреть подставку для ног работающего шириной не менее 300 мм с возможностью регулировки угла наклона. При работе ноги должны быть согнуты под прямым углом.

Так как производство керамических изделий подразумевает возможное наличие угроз жизни (таких как работа в запылённом помещении, работа с подвижными частями механизмов), следует обеспечить работника всеми необходимыми мерами защиты – очками, для исключения попадания инородных тел в глаза и область глаз; спец. одеждой, как мерой индивидуальной защиты работника, а также другими средствами защиты в зависимости от выполняемой сотрудником работы.

Каждому работнику должно быть предоставлено рабочее место с учётом специфики работы, уровень света также должен быть достаточен для работы, чтобы сотруднику не приходилось подключать другие источники света должно, перед станком должна быть ровная и удобная поверхность.

## **7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

## **Введение**

В этом разделе ВКР проведен анализ и расчёт основных параметров для реализации конкурентоспособных изделий, отвечающих современным требованиям ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Продукт для реализации – декоративные малые формы для ландшафтного дизайна с использованием строительного принтера.

Стоит отметить, что продукт должен привлекать внимание зрителя эстетическими качествами, при этом быть функциональным и эргономичным, и что самое главное - отвечать всем пожеланиям заказчика.

Тема является актуальной той причине, что на данный момент времени производится большое количество авторских и сложных изделий, а значит это нужно покупателю. Но на рынок должен поставляться качественный товар.

Для того чтобы решить задачи, связанные с финансовой оценкой продукта, его ресурсоэффективностью и ресурсосбережением, при единичном изготовлении, в экономическом разделе ВКР нужно:

- провести анализ и исследования рынка покупателей;
- провести анализ конкурентных технических решений;
- провести SWOT-анализ;
- провести планирование НИР;
- рассчитать материальные затраты на изготовление;

## 7.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

### 7.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Произведем анализ рынка потенциальных потребителей. Данное изделие направлено на группу людей, которые могут иметь средний достаток, т.к. глиняные вазоны являются мелкосерийной продукцией и не имеют в своём составе дорогих материалов. Также данная продукция привлекает внимание молодых людей и рассчитана по большей части на владельцев частных домов. Изделие направлено для продажи физическим лицам, где главными критериями сегментирования являются возраст и уровень дохода (выбираются два наиболее значимых для рынка). В связи с этим строится карта сегментирования рынка.

Таблица 9. Карта сегментирования рынка.

		Уровень дохода		
		Низкий	Средний	Высокий
Возраст	Молодые люди			+
	Средний возраст		+	+
	Пожилые люди	+	+	+

В данном примере показано, где уровень конкуренции отсутствует или имеет низкие показатели. Видно, что на рынке по производству керамических изделий основная целевая аудитория – это финансово обеспеченные люди. Из этого следует, что предприятие по производству керамики должны быть нацелены на людей с низким и средним доходом, т.к. именно эти сегменты не заняты на нише рынка.

### **7.1.2. Анализ конкурентных технических решений**

Важно произвести анализ конкурентных разработок для того, чтобы иметь возможность оценить возможность составить конкуренцию другим производителям подобной продукции.

В качестве основных конкурентных технических решений были выбраны следующие разработки:

- **Керамическое кашпо «Terra Cotta Kubis»**

Терракотовые кашпо из толстостенной керамики, страна производства: Нидерланды. Цена 10066 рублей.

Основное преимущество это качество используемой керамики, при производстве кашпо данной серии используются высококачественные материалы. Недостатком можно считать то, что это кашпо изготавливается за границей в Нидерландах, следовательно появляется необходимость доставки и вследствие чего увеличивается цена.

- **Керамический горшок «ЭКО»**

Керамический горшок ручной работы с поддоном. Горшки данной серии - матовые, резные, сделаны из красной глины. Страна производства: Россия. Цена: 1226 рублей.

Преимущество горшка «ЭКО» это его цена, она достаточно низкая по сравнению с предыдущим конкурентом и в то же время это горшок ручной работы. Ещё одно преимущество это страна изготовитель – Россия, следовательно, горшки данной серии более доступны на рынке. Недостаток это используемые материалы среднего качества, по сравнению с предыдущим конкурентом.

- **Керамический вазон (разработка данной ВКР)**

Результаты конкурентного анализа приведены в таблице 10.

Таблица 10. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б1	Б2	Б3	К1	К2	К3
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Эстетика	0,17	5	4	5	0,85	0,68	0,85
2. Удобство в эксплуатации	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
3. Быстрота изготовления	0,1	4	3	5	0,4	0,3	0,5
4. Уникальность	0,18	4	3	5	0,72	0,54	0,9
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность продукта	0,15	4	4	4	0,6	0,6	0,6
2. Уровень проникновения на рынок	0,1	4	5	3	0,4	0,5	0,3
3. Цена	0,2	3	5	5	0,6	1	1
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
<b>Итого:</b>	<b>1</b>	<b>34</b>	<b>33</b>	<b>35</b>	<b>4,07</b>	<b>4,07</b>	<b>4,55</b>

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i, \text{ где}$$

$K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Основываясь на знаниях о конкурентах, можно сделать вывод о том, что разработка данной ВКР имеет ряд конкурентных преимуществ таких, как эстетика, уникальность, быстрота изготовления и вместе с этим низкая цена.

### 7.1.3. Технология QuaD

Для гибкого измерения характеристик, которые описывают качество новой разработки и ее перспективность на рынке, воспользуемся технологией QQualityADvisor. В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценим экспертным путем по стобалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений по технологии QuaD представлена в таблице 11.

Таблица 11. Оценочная карта.

Критерии оценки	Вес	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средне-взвешенное значение
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Эстетика	0,17	95	100	0,95	16,15
2. Удобство в эксплуатации	0,05	90	100	0,9	4,5
3. Быстрота изготовления	0,1	100	100	1	10
4. Уникальность	0,18	100	100	1	18
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
1. Конкурентоспособность продукта	0,15	60	100	0,6	9
2. Уровень проникновения на рынок	0,1	50	100	0,5	5
3. Цена	0,2	90	100	0,9	18
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	80	100	0,8	4
<b>Итого:</b>	<b>1</b>	<b>665</b>		<b>6,65</b>	<b>84,65</b>

Оценка качества перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \times B_i, \text{ где}$$

$P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

По результатам расчетов выяснилось, что разработка является перспективной, т.к.  $P_{cp}$  лежит в интервале от 80 до 100.

#### 7.1.4. SWOT-анализ

SWOT–анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта, применяемый для исследования его внешней и внутренней среды. Матрица SWOT-анализа наглядно представляет сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Первый этап. Описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз.

Результаты первого этапа представлены в таблице 12.

Таблица 12. Итоговая матрица SWOT

	<p><b>Сильные стороны:</b>  С1. Использование новой и свежей идеи.  С2. Доступные материалы.  С3. Функциональный современный дизайн.</p>	<p><b>Слабые стороны:</b>  Сл1. Технология, требующая доработки.  Сл2. Индивидуальные вкусовые предпочтения.</p>
<p><b>Возможности:</b>  В1. Появление дополнительного спроса</p>	<p>С1В1:  Поскольку на рынке отсутствует данные разработки, то появится</p>	<p>В1Сл1: Из-за недоработки данной технологи создание изделия ограничено</p>

<p>на новый продукт.  В2. Относительно невысокая цена для затраченных материалов и реализуемого художественного образа.  В3. Тенденция к увеличению популярности эксклюзивных дизайн-решений.</p>	<p>спрос на новый необычный продукт.  В3С1Сл3:  Продукт легко войдет на рынок за счет того, что сейчас наиболее востребованы смелые и новаторские дизайн-решения и идеи.  С2В2:  Используемый материал является доступным, что говорит о его невысокой цене и простоте реализации.</p>	<p>определенными параметрами, из-за чего невозможно сделать изделия абсолютно любых размеров и форм.</p>
<p><b>Угрозы:</b>  У1. Финансовая нестабильность.  У2. Падение спроса на продукцию.</p>		<p>У1Сл1: Финансовая нестабильность может быть вызвана быстрым распространением и освоением конкурентами примененной технологии. И как следствие – увеличение конкуренции.</p>

Второй этап SWOT –выявление соответствий сильных и слабых сторон ВКР внешним условиям в области окружающей среды.

Интерактивная матрица проекта представлена в таблицах 13, 14:

Таблица 13. Интерактивная матрица проекта (сильные стороны)

	С1	С2	С3
В1	+	-	+
В2	-	+	-
В3	+	-	+

Таблица 14. Интерактивная матрица проекта (слабые стороны)

	Сл1	Сл2
У1	+	-
У2	+	+

## 7.2. Планирование научно-исследовательских работ

### 7.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках ВКР;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление примерного времени продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Выполнение данной ВКР не требует большого количества участников. В рабочую группу входит научный руководитель и студент.

В данном разделе была составлена таблица, отражающая примерный порядок этапов выполнения выбранного научного исследования, а так же распределения исполнителей по видам работ (таблица 15).

Таблица 15. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ Раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение темы технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследований	2	Изучение материалов по теме	Студент
	3	Аналитический и исторический обзоры	Студент

	4	Выбор направления исследований	Руководитель темы Студент
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель темы Студент
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент
	7	Разработка 3D моделей декоративных изделий	Студент
Изготовление изделия	8	Изготовление декоративных изделий	Студент
Оформление отчета по ВКР	9	Составление пояснительной записки	Студент
Подведение итогов работы	10	Утверждение содержания пояснительной записки, оценка проведенной работы	Руководитель темы Студент

### 7.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

В данном разделе рассчитана трудоемкость для каждого члена рабочей группы. Трудоемкость работ можно оценить экспертным путем в человеко-днях. Следует понимать, что такая оценка носит вероятностный характер и не предусматривает некоторые факторы, влияющие на процесс работы того или иного участника.

Ожидаемое значение трудоемкости  $t_{ож\ i}$  рассчитывается по формуле:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{мини} + 2t_{маxi}}{5}, \text{ где}$$

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{мини}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{маxi}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Вычислив ожидаемую трудоемкость работ, необходимо определить продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , с учетом параллельности выполнения работы несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{ч_i}, \text{ где}$$

$T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Результаты вычислений занесены в таблицу 16.

Таблица 16. Временные показатели научного исследования.

№	Содержание работ	Мин. время выполнения (дн.), $t_{\min i}$	Макс. время выполнения (дн.), $t_{\max i}$	Ожидаемая трудоемкость выполнения, $t_{\text{ож } i}$	Длительность работ в рабочих днях, $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях, $T_{ki}$
		И1	И1	И1	И1	И1
1	Разработка ТЗ (Р)	1	2	1,4	1,4	2
2	Изучение материала (С)	2	3	2,4	2,4	4
3	Аналитический и исторический обзоры (С)	3	5	3,8	3,8	6
4	Выбор напр-я исслед. (Р+С)	1	3	1,8	0,9	2
5	Календарное планирование работ по теме (Р+С)	1	2	1,4	0,7	1
6	Проведение теор. расчетов (С)	3	5	3,8	3,8	6
7	Разработка 3D моделей (С)	5	10	7	7	12
8	Изготовление изделия (С)	3	7	4,6	4,6	8
9	Оформление отчета (С)	10	14	11,6	11,6	19
10	Подведение итогов работы (Р+С)	1	2	1,4	0,7	1
Итого:					36,9	61

### 7.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

В данной части раздела необходимо наглядно продемонстрировать график проведения научных работ по теме ВКР. Наиболее подходящим для этого является форма диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором каждый вид работы по теме представляется протяженным во времени отрезком, характеризующимся датой начала и окончания выполнения данной работы. Для удобства, необходимо длительность каждой из работ из рабочих дней перевести в календарные дни, воспользовавшись следующей формулой:

$$T_{Ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}}, \text{ где}$$

$T_{Ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \text{ где}$$

$T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 91 - 55} = 1,67$$

Рассчитанные значения необходимо округлить до целого числа. Все рассчитанные значения занесены в таблицу 16.

На основе таблицы 15 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 17. Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работ	Исполнители	Т <sub>ки</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				Февр.		Март			Апрель			Май			Июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Разработка ТЗ	Руковод.	2	■													
2	Изучение материала	Студент	4		■												
3	Аналит. и истор. обзоры	Студент	6			■	■										
4	Выбор напр-я исслед.	Руковод. Студент	2		■	■											
5	Календарное планир. Работ по теме	Руковод. Студент	1				■										
6	Проведение теор. расчетов	Студент	6				■	■									
7	Разработка 3D моделей	Студент	12					■	■	■							
8	Изготовление изделия	Студент	8							■	■	■					
9	Оформление отчета	Студент	19								■	■	■	■			
10	Подведение итогов работы	Руковод. Студент	1													■	■

■ - Студент

■ - Руководитель темы

#### **7.2.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)**

При планировании бюджета ВКР должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета затраты делятся на следующие группы: материальные затраты НТИ; затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ; основная заработная плата исполнителей темы; дополнительная заработная плата исполнителей темы; отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления); затраты научные и производственные командировки; контрагентные расходы.

#### **Расчет материальных затрат НТИ**

Материальные затраты на выполнение ВКР формируются исходя из стоимости всех материалов, используемых при разработке проекта (приобретаемые сырье и материалы, запасные запчасти для ремонта оборудования, упаковка и т.д.). Помимо вышперечисленных затрат, в материальные затраты также включаются затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. В данном разделе, их учет ведется только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \times \sum_{i=1}^m C_i \times N_{\text{расх } i}, \text{ где}$$

$m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{расх } i}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, занесены в таблицу 18.

Таблица 18. Материальные затраты для данной разработки

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на мат-лы, $Z_m$ , руб.
Глина	кг	7	115	925
Электричество	кВт	85	2.40	204
Бумага	лист	120	0,41	57
Печать	лист	100	1,9	190
Итого				1376

### Основная заработная плата исполнителей темы

Эта часть раздела направлена на расчет основной заработной платы для каждого члена рабочей группы. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

$$Z_{зп} = Z_{дн} \times Z_{доп}, \text{ где}$$

$Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ).

Основная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \times T_p, \text{ где}$$

$Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;

$Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 6).

Среднедневная заработная плата определяется по формуле:

$$Z_{\text{зп}i} = \frac{D+D \times K}{F}, \text{ где}$$

$D$  - месячный оклад работника (в соответствии с квалификационным уровнем профессиональной квалификационной группы),  $K$  - районный коэффициент (для Томска – 30%),  $F$  – количество рабочих дней в месяце (в среднем 22 дня).

Оклад руководителя и координатора от ТПУ составляет 14 584 рубля.  
Оклад дипломника составляет 2 275руб.

Среднедневная заработная плата для руководителя:

$$Z_{\text{зп}1} = \frac{14584 + 14584 \times 0,3}{22} = 861,8 \text{ руб.}$$

Для дипломника:

$$Z_{\text{зп}1} = \frac{2275 + 2275 \times 0,3}{22} = 134,4 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в проектировании разработки:

$$Z_{\text{осн.зп}} = \sum t_i \times Z_{\text{зп}i}, \text{ где}$$

$t_i$  - затраты труда, необходимые для выполнения  $i$ -го вида работ, в рабочих днях,

$Z_{\text{зп}i}$  - среднедневная заработная плата работника, выполняющего  $i$ -ый вид работ, (руб./день).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 19.

Таблица 19. Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб.	Средняя з/п, руб./дн.	Трудоемкость,	Основная
			раб. дн.	з/п, руб.
			Исп.1	Исп.1
Руководитель	14 584	861,9	3,7	3189
Студент	2 275	134,4	35,5	4771,2
Итого				7960,2

### **Дополнительная заработная плата исполнителей темы**

Дополнительную заработную плату рабочей группы устанавливают, с учетом величины предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат по особым случаям: отклонение от нормальных условий труда, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.

Расчет дополнительной заработной платы производится по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times Z_{\text{осн}}, \text{ где}$$

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Расчет заработной платы равен:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}$$

Таблица 20. Расчет дополнительной и обычной заработной платы

Исполнитель	Основная	$k_{\text{доп}}$	Дополнительная	Заработная
	з/п, руб.		з/п, руб.	плата, руб.
	Исп.1		Исп.1	Исп.1
Руководитель	3189	0,15	478	3667
Студент	4771,2		715,7	5486,9
Итого			1193,7	9153,9

### Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Данная часть раздела рассматривает обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам. Отчисления производятся органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \text{ где}$$

$k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (ПФ, ФСС и пр.).

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (Таблица 21).

Таблица 21. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	k <sub>внеб.</sub> , %	Заработная плата, руб.	Страховые взносы, руб.
		И.1	И.1
Руководитель	30	3667	1100
Студент		5487	1646
Итого			2746

### Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат на проведение научно-исследовательской работы по теме ВКР является основой для формирования бюджета проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 22.

Таблица 22. Расчет бюджета затрат НТИ.

Наименование статьи	Сумма, руб.
	Исп.1
1. Материальные затраты НТИ	1376
2. Затраты по основной з/п	7960,2
3. Затраты по дополнительной з/п	1193,7
4. Отчисления во внебюджетные фонды	2746
6. Бюджет затрат НТИ	13275,9

Финансирование данного научно-технического исследования частично производилось средствами ТПУ и оно заключалось в предоставлении помещения и специального оборудования для работы над проектом.

Строительный 3D принтер для проведения исследования был предоставлен компанией ООО Объединение строительных технологий.

## **Вывод**

В результате проделанной работы были выполнены анализ и расчет основных параметров для реализации успешного конкурентоспособного изделия – керамический вазон изготовлений с использованием строительного 3D принтера.

В ходе работы над частью выпускной квалификационной работы «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проанализирован рынок потребителей для изготавливаемой продукции и проведен анализ конкурентных технических решений. Проведен SWOT-анализ, выявлен коммерческий потенциал разработки. Был обозначен календарный план-график выполнения работ и в соответствии с ним были посчитаны основная, дополнительная и обычная заработные платы для руководителя и исполнителя. Также были рассчитаны материальные затраты для трех исполнений и финансовая и ресурсоэффективность. Бюджет затрат научно-технического исследования составил 13275,9 рублей.

## **Заключение**

В ходе работы над ВКР были систематизированы и закреплены знания в сфере профессиональной деятельности, которая включает совокупность средств, способов и методов обработки различных материалов с целью создания художественно-промышленных изделий. Основная цель проекта достигалась путем последовательного решения поставленных задач.

Проведен исторический обзор появления и развития 3D печати и аналитический обзор в ходе, которого были выявлены особенности ландшафтного дизайна и применение вазонов как малых декоративных форм в ландшафтном дизайне. Так же проведен обзор 3D печати глиной в настоящее время и изучены характеристики и особенности строительного 3D принтера используемого в данной ВКР. На основании исследования разработана коллекция вазонов для ландшафтного дизайна с применением технологии 3D печати глиной на строительном принтере.

При выполнении выпускной квалификационной работы были пройдены все этапы проектирования изделия: разработана форма изделий, описаны технологические процессы изготовления изделия, определена себестоимость проектируемого изделия при единичном производстве.

Итогом проведенной работы является созданный вазон для ландшафтного дизайна с применением технологии 3D печати глиной.

## **Список публикаций**

1. Лобач И.Н., Аллагулова Р.И. «Vacuum moulding plants as a pollution-free way of manufacture» // 2 Международная научная конференция «Иностранный язык в контексте проблем профессиональной коммуникации» 27-29 апреля 2015 г. Диплом 2 степени.

## Список использованных источников

1. Семериков, Иван Савельевич. Основы технологии художественной керамики: учебное пособие / И. С. Семериков, Н. А. Михайлова; Уральский государственный технический университет; под ред. Н. И. Тимофеева. — Екатеринбург: Изд-во УГУТУ, 2006. — 264 с.: ил. — Библиогр.: с. 258-261. — ISBN 5-324-00898-1.
2. Нижибицкий, Олег Николаевич. Художественная обработка материалов : учебное пособие / О. Н. Нижибицкий. — СПб.: Политехника, 2007. — 208 с.: ил. — Учебное пособие для вузов. — Рекомендуемая литература: с. 206. — ISBN 978-5-7325-0725-6.
3. Технология керамики и огнеупоров: учебник/ П.П. Будников [и др.]; под ред. П.П. Будникова. – 3-е изд., перераб. И до. – Москва: Госстройиздат, 1962. – 707 с.: ил. – Библиогр.: с. 690-694.
4. Печи и сушила силикатной промышленности : учебник / Д. Б. Гинзбург [и др.]; под ред. П. П. Будникова. — Москва: Промстройиздат, 1956. — 456 с.: ил. — Библиогр.: с. 449-453.
5. Акунова, Л.Ф., Приблуда, С.З. Материаловедение и технология производства художественных керамических изделий./ Акунова Л.Ф., Приблуда С.З. -М.: Феникс. -130 с.
6. История 3D печати [Электронный ресурс] URL: <http://www.orgprint.com/wiki/3d-pechat/istorija-3d-pechati> , свободный – Яз. Рус. Дата обращения: 15.05.2017 г.
7. 3D-принтер [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/3D-%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80> , свободный – Яз. Рус. Дата обращения: 15.05.2017 г.

9. Лунева Д.А., Кожевникова Е.О., Калошина С.В. Применение 3D-печати в строительстве и перспективы ее развития // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2017. – Т. 8, № 1. – С. 90–101.

10. Теодоронский В.С., Боговая И.О. Объекты ландшафтной архитектуры: Учебное пособие для студентов спец. 260500. – М.: МГУЛ, 2003. – 300 с.: ил.

11. Печать керамических объектов [Электронный ресурс] URL: <https://3d-daily.ru/equipment/3dprint-ceramic-objects.html> , свободный – Яз. Рус. Дата обращения: 23.03.2017 г.

12. Изюмина ландшафтного дизайна, малые архитектурные формы [Электронный ресурс] URL: [http://ekdecor.ru/rodzinka\\_landshaftnogo\\_dizaynu\\_mali\\_arhitekturni\\_formi/](http://ekdecor.ru/rodzinka_landshaftnogo_dizaynu_mali_arhitekturni_formi/), свободный – Яз. Рус. Дата обращения: 04.03.2017 г.

13. ГОСТ 12.1.005-88(2001) Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

14. СанПиН 2.2.4/2.18.005-96 Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ): Санитарные правила и нормы. – М.: Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 2002. – 28 с.

15. ГОСТ Р 12.3.047-98 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

16. ГОСТ Р 12.1.009-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Термины и определения.

17. ГОСТ 17.2.3.02-2014 Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями.

18. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение

19. ГОСТ 12.1.003-88 (1999) Шум. Общие требования безопасности.

20. ГОСТ 12.0.003-74 Опасные и вредные производственные факторы.

#### Классификация

21. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

## Приложение А

