

**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 ТМСПР

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Разработка декоративных механических конструкций
УДК 688.761-025.13-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Ж31	Чуйко Татьяна Андреевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ТМСПР	Василькова М.А.			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	В.В. Спицын	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Пустовойтова М.И.	К.Х.Н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Томск – 2017 г.

## ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Из планируемых результатов обучения наиболее ярко проиллюстрированы:

Код результата	Результат обучения
<i>Общекультурные компетенции</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	Чуйко Т.А.

Тема работы:

Разработка декоративных механических конструкций	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№1394/ от 28.02.2017

Срок сдачи студентом выполненной работы:

	13.06.2017
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><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 простейших и сложных механизмов;</li><li>2. Провести обзор существующих декоративных механических решений;</li><li>3. Дать сравнительную характеристику материалов, используемых при создании панно;</li><li>4. Изучить особенности лазерной резки и гравировки;</li><li>5. Обосновать выбор технологии и материала для создания декоративного механического панно;</li><li>6. Разработать технологический процесс для изготовления макета панно;</li></ol>
---	---

	<p>7. Разработать дизайн декоративного панно;</p> <p>8. Изучить основные факторы, влияющие на человека и окружающую среду в процессе работы с ПЭВМ, станками лазерной резки;</p> <p>9. Провести анализ и расчет параметров ресурсоэффективности и ресурсосбережения;</p>
<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>	<p>1. Исторический и литературно-патентный обзор;</p> <p>2. Объект и методы исследования;</p> <p>3. Расчет и анализа;</p> <p>4. Результаты проведенного исследования;</p> <p>5. Социальная ответственность;</p> <p>6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</p> <p>7. Заключение по работе.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>В электронной форме на диске CD-R: фотографии и визуализация, чертежи деталей и пояснительная записка.</p>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Художественная и технологическая часть	Василькова М.А, ассистент каф.ТМСРР
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Спицын В.В., доцент каф.МЕН
Социальная ответственность	Пустовойтова М.И., доцент каф.ЭБЖ

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	11.02.2017
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Василькова М.А.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Ж31	Чуйко Т.А.		

**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

Уровень образования бакалавр

Кафедра ТМСПР

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

<b>Дата контроля</b>	<b>Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)</b>	<b>Максимальный балл раздела (модуля)</b>
10.02.17	<i>Получение задания</i>	10
26.02.17	<i>Проведение исторического обзора</i>	10
07.03.17	<i>Поиск аналоговых решений</i>	10
21.03.17	<i>Разработка движения механизма панно</i>	10
28.03.17	<i>Поиск художественного образа изделия</i>	10
31.03.17	<i>Эскизирование</i>	10
04.04.17	<i>Детальная проработка общей концепции</i>	10
18.04.17	<i>Проработка конструкции изделия</i>	10
21.04.17	<i>Выбор материала</i>	10
26.04.17	<i>Выбор технологии</i>	10
02.05.17	<i>Проработка сборки элементов конструкции</i>	10
09.05.17	<i>Утверждение сделанной работы и внесение коррективов</i>	10
12.05.17	<i>Разработка чертежей</i>	10
16.05.17	<i>Отрисовка раскроя в CorelDraw для лазерной резки</i>	10
19.05.17	<i>Утверждение и проверка элементов раскроя</i>	10
22.05.17	<i>Лазерная резка деталей</i>	10
24.05.17	<i>Сборка элементов декоративной механической</i>	10

	<i>конструкции</i>	
<i>26.05.17</i>	<i>Оформление главы «Конструкторская часть»</i>	<i>10</i>
<i>30.05.17</i>	<i>Утверждение главы «Финансовый менеджмент»</i>	<i>10</i>
<i>30.05.17</i>	<i>Утверждение главы «Социальная ответственность»</i>	<i>10</i>
<i>2.06.17</i>	<i>Оформление глав «Художественная часть», «Технологическая часть»</i>	<i>10</i>
<i>05.06.17</i>	<i>Готовый диплом без презентационного материала</i>	<i>10</i>
<i>08.06.17</i>	<i>Презентационный материал и презентация</i>	<i>10</i>
<i>10.06.17</i>	<i>Предзащита</i>	<i>10</i>

Составил преподаватель:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент	Василькова М. А.			

**СОГЛАСОВАНО:**

<b>Зав. кафедрой</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
ТМСР	Вильнин А.Д.			

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку, содержащую 76 страниц, включает 24 рисунка, 16 таблиц.

Ключевые слова: конструкции, панно, фанера, механизмы.

Объект исследования – технология создания декоративного механического панно.

Цель ВКР – разработка дизайна и создание декоративного механического панно для интерьера ресторана «Карл у Клары».

В процессе выпускной квалификационной работы были разработаны конструкции и подобрана технология изготовления декоративного механического панно. Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010. При создании использовались программные продукты: CorelDraw X7, КОМПАС 16. Художественная часть создавалась с помощью Adobe Photoshop CC 2015.

В результате исследования было создано готовое изделие-декоративное механическое панно.



## 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 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
3. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования.
4. ГОСТ 12.1.005.88 ССБТ. Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
5. ГОСТ 12.1.013-78 Система стандартов безопасности труда. Строительство. Электробезопасность.
6. ГОСТ 12.2.032 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя.
7. ГОСТ 12.3.002-75 Процессы производственные. Общие требования безопасности.
8. ГОСТ 12.1.003–83 Шум. Общие требования безопасности
9. ГОСТ 12.3.002—75 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
10. ГОСТ Р 22.0.01-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения.
11. ГОСТ Р 50948-98. Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности.
12. ГОСТ 50923- 96. Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования к производственной среде. Методы измерения.
13. СанПиН 2.24.548-96 Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
14. СНиП II – 4 – 79. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования.

15. СанПиН 2.2.2.542-96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, ПЭВМ и организация работы.
16. СанПиН 2.2.4-2.1.8.566-96 Допустимые уровни вибрации на рабочих местах в помещениях жилых и общественных зданий
17. ГОСТ 3.1109-82. Единая система технологической документации. Термины и определения.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕФЕРАТ .....	8
НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ .....	9
ВВЕДЕНИЕ .....	13
1. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	15
1.1 Исторический обзор .....	15
1.1.1. Анализ простейших механизмов.....	15
1.1.2. Анализ сложных автоматических механизмов .....	22
1.2 Обзор существующих декоративных панно.....	21
1.2.1. Обзор существующих решений механических панно .....	23
2. ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ.....	26
2.1 Сравнительные характеристики материалов для панно .....	26
2.1.1. Фанера .....	26
2.1.2. Эпоксидная смола .....	30
2.2 Существующие способы обработки.....	31
2.2.1. Лазерная обработка .....	31
2.2.2. Гравировка .....	34
2.2.3. Склеивание .....	34
2.3 Обоснование выбора материалов и технологий .....	25
2.3.1. Выбор материалов .....	35
2.3.2. Выбор технологий .....	36
3. РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА .....	37
3.1 Подготовка проекта.....	37
3.3.1. Характеристика проектируемого изделия .....	37
3.3.2. Эскизирование .....	38
3.3.3. Отрисовка в CorelDraw .....	39
3.3.4. Лазерная резка элементов .....	40
3.3.5. Процесс склеивания декоративного панно .....	41
3.3.6. Окончательная сборка .....	41

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	42
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	43
5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования .....	45
5.1.2 Потенциальные потребители результатов исследования .....	45
5.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	47
5.2.1. Структура работ в рамках научного исследования .....	48
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	54
5.2.3 Бюджет научно-технического исследования (нти) .....	53
5.2.4 Расчет себестоимости изделия .....	56
6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	57
6.1 Производственная безопасность.....	57
6.2 Экологическая безопасность.....	69
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	70
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	71
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	73
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА .....	74
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	75

## ВВЕДЕНИЕ

В условиях развития современного мира и его глобализации искусство также претерпевает изменения. Оно не ограничивается ни выбором материала, ни методами, ни формой. В связи с этим сегодня часто можно услышать такое словосочетание как механическое панно, то есть такое произведение искусства, которое не подчиняется четким и определенным правилам ни в задумке, ни в исполнении. Основной, отличительной функцией является привлечение внимания и визуальное взаимодействие со зрителем. Новые технологии и материалы дали невероятные возможности, которые невозможно было даже вообразить в прежние эпохи, но именно в прошлом находят свои истоки будущее. Простейшие механизмы появились именно там, а теперь мы активно используем их в современном мире, усложняя и совершенствуя.

Целью данной работы было изготовить декоративное механическое панно в ресторан кухни русских немцев «Карлу Клары».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть простейшие механизмы и их дальнейшее развитие и применение;
- провести обзор существующих декоративных механических решений;
- дать сравнительную характеристику материалов, используемых при создании панно;
- изучить особенности лазерной обработки;
- обосновать выбор технологии и материала для создания изделия;
- разработать дизайн и создать макет декоративного механического панно;
- рассмотреть вопросы, связанные с производственной и экологической безопасностью;

– рассчитать ресурсоэффективность и ресурсосбережение данного вида изделий.

Научная новизна работы заключается в выявлении сравнительных характеристик материалов и технологий, используемых в декоративных панно, формирующихся на технологической основе.

Практическая значимость работы заключается в обосновании выбора технологии лазерной обработки в процессе создания декоративного механического панно для ресторана «Карл у Клары». А также разработка дизайна и создание макета данного изделия.

Для написания работы использовался большой круг современных источников, в том числе работы Гликин М.С, Волынский В.Н, Кухта М.С. и др. Помимо этого изучен широкий круг периодических изданий.

# 1. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Исторический обзор

### 1.1.1. Анализ простейших механизмов

Одной из первых механических игрушек был летающий голубь, сделанный Архитом Тарентским. Игрушка была деревянной и двигалась по проволоке на пару. Голубь был изготовлен из дерева и служил неким пособием по изучению механизма птичьего полета.

Легкий полый корпус голубя имел цилиндрическую форму, по бокам располагались основные крылья, а в задней части помещались небольшие подкрылки. Заостренная передняя часть конструкции напоминала птичий клюв. Форма голубя придавала ему превосходные аэродинамические свойства, позволяющие осуществлять полет с высокой скоростью и на значительные расстояния. Отверстие в задней части птицы вело к внутреннему пузырю и соединялось с герметичным котлом нагревания. По мере накопления в котле пара, его давление в определенный момент превосходило сопротивление соединения и отправляло голубя в полет. Голубь мог пролететь несколько сот метров.

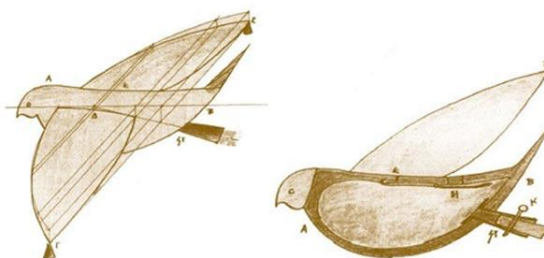


Рисунок 1.

Следующим человеком, внёсшим огромный вклад в механику, является Леонардо да Винчи. Леонардо верил в то, что механика является ключом к тайнам мироздания. Он изучал поведение воды, воздуха, света, и сумел определить механизм их движения в различных условиях. Да Винчи создал

множество рисунков с изображением вихревого движения воды в водовороте, потока воздуха, и природы света с его тенями и отражением. Всё это время главным принципом его работы было стремление понять сокрытые от человеческого глаза физические и механические принципы. Да Винчи считал человеческое тело сложной и развитой машиной, способной двигаться, используя принцип, схожий с механическим. Он изучал, каким образом анатомия формирует поведение человека и животных. Учёный предположил, что поскольку принцип движения человеческого тела и силы природы известны, на основании этого можно сделать выводы о принципах движения машин, которые бы подражали природе. Он изучал анатомию, физиогномику и механизмы, которые легли в основу большинства его научных открытий и изобретений.

К наиболее известным изобретениям да Винчи в области механики относятся: маховик, система шарикоподшипника, винтовая пружина, устройства для трансформации непрерывного движения в переменное и наоборот, стереоскоп.

### **Подъёмное устройство на телеге**

Леонардо спроектировал множество подъёмных кранов. На рисунке изображён высокий кран, установленный на тележку, который мог передвигаться вдоль направляющего каната, протянутого над ним. Такое устройство могло применяться при строительстве куполов многих известных соборов Флоренции. Из документов известно, что с самых ранних своих лет Леонардо воображал и проектировал конструкции, способные поднимать тяжёлые грузы.



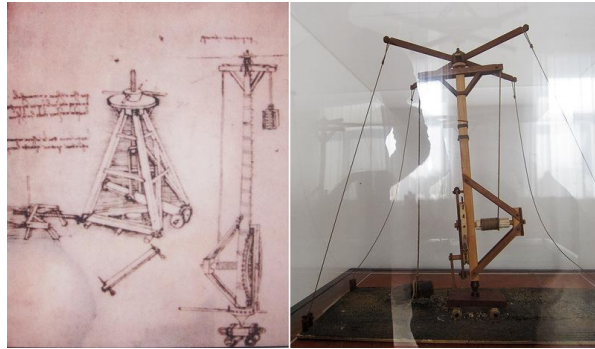


Рисунок 2. Подъёмное устройство.

### Телега с ручным приводом

Верхний рисунок показывает способ передачи движения на ось телеги. Рукоять поворачивает зубчатое колесо, которое приводит в движение проекторный механизм, соединённый с осью телеги, которая начинала вращать колёса. При повороте телеги движение передавалось только одному колёсу, таким образом, второе колесо могло вращаться с другой скоростью. Работа дифференциала в конструкции привода современного автомобиля основана на этом же принципе.



Рисунок 3. Телега с ручным приводом.

### Одометр

Это устройство для точного измерения расстояния. Одометр Леонардо представлял собой тачку с зубчатыми колёсами. Каждый раз после того как колесо тачки совершало полный оборот, маленькое вертикальное колесо перемещалось на один зубец. В свою очередь горизонтальное колесо также поворачивалось на один зубец и выбрасывало через маленькое отверстие

камень или деревянный шарик в специальный ящик. Сбор и подсчёт этих камней давал возможность установить количество оборотов колеса на земле и тем самым измерить расстояние.



Рисунок 4. Одометр.

### **Шестерёночный механизм**

Зубчатое колесо, изобретённое Архимедом в III веке до н.э., было хорошо известно во времена Леонардо. Да Винчи работал над усовершенствованием различных видов механизмов, способных передавать движение и усилие. Сочетание зубчатого колеса с цевочной шестернёй неоднократно встречается в разработках Леонардо. Цевочная шестерня представляет собой несколько маленьких цилиндров, находящихся между дисками. На рисунке изображено зубчатое колесо с перпендикулярными штырями, расположенными по окружности колеса. Устройство передавало движение в момент, когда рукоять поворачивала цевочную шестерню, цеплявшуюся за штыри зубчатого колеса и вращавшую колесо. Во втором варианте устройства рукоять приводила в движение зубчатое колесо. Схожий механизм применяется в устройстве некоторых современных часов.

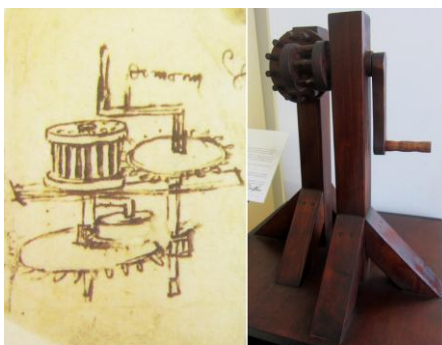


Рисунок 5. Шестерёночный механизм

## Спиральный

Этот механизм для передачи вращательных движений встречается в работах Леонардо довольно часто. Спираль в верхней части устройства контактировала с зубчатым колесом по всей его дуге, а не только отдельной его части. Поскольку спираль одновременно захватывала сразу несколько зубцов, сила распространялась на большую площадь, что сокращало риск повреждения в случае поломки под давлением одного зубца. В этом устройстве Леонардо продолжил развивать принципы Архимедова винта.

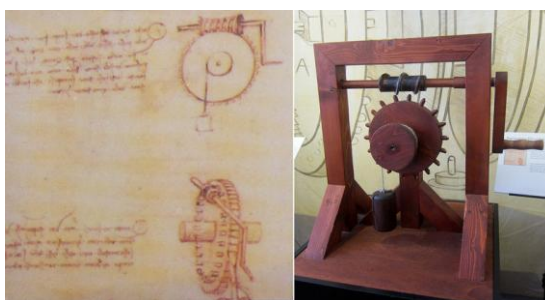


Рисунок 6. Спиральный.

## Автоматический блокирующий механизм

В любом механическом процессе с участием тяжёлых предметов важно, чтобы в случае неполадки движение колеса в устройстве не вышло из-под контроля. Леонардо занимался изучением нескольких разновидностей системы, позволяющей блокировать вращение колеса в неверном направлении в процессе поднятия груза. Задвижка на устройстве зажимает зубцы колеса, не давая ему вращаться в противоположную сторону, бросив груз. Сегодня этот принцип лёг в основу храпового механизма.

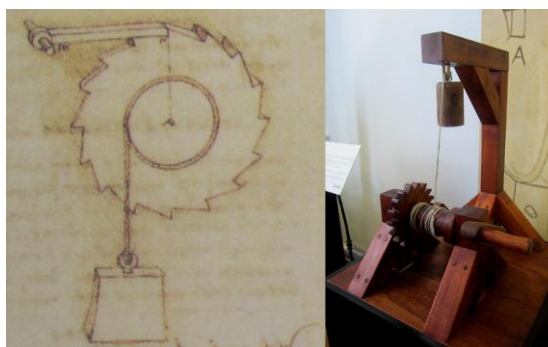


Рисунок 7. Блокирующий механизм.

### **1.1.2. Анализ сложных автоматических механизмов**

На основе принципа работы часового механизма гениальные умельцы стали создавать движущиеся фигурки людей и животных. Особым направлением прикладной механики стало создание музыкальных шкатулок. Танцующие фигурки на их поверхности создавали праздничное настроение, поэтому такие изделия ценились очень высоко. А если кукла умела делать сложные движения – писать или играть на музыкальном инструменте, то становилась шедевром механического искусства.

«Писатель», часовой автоматический механизм, который был создан еще в 1770-х годах известным часовщиком швейцарского происхождения, Пьером Жаке-Дро. Созданный механизм предназначался для записи слов и предложений до 40 символов. Эта уникальная машина-Писатель работает от силы сжатой пружины, которая заводится специальной рукояткой. Сжатая пружина обладает потенциальной энергией, за счет которой тело может совершать работу. Когда мы заводим игрушку, поворачивая ключ, пружина внутри игрушки сжимается, увеличивается ее потенциальная энергия. Чем больше оборотов мы сделаем, тем сильнее сожмем пружину, тем больший запас потенциальной энергии получит пружина. Пружина внутри игрушки начинает раскручиваться, потенциальная энергия пружины превращается в кинетическую энергию игрушки. В основе работы этой игрушки лежит закон сохранения механической энергии.

Важную роль в механизме играют кулачки игрушки, потому что они контролируют не только штрихи пера, а и уровень давления на бумагу.

Другой удивительной особенностью механизма является то, что Писатель способен следить глазами за словами, которые он воспроизводит. Сложность данного механизма невероятна. Но, если проанализировать отдельные элементы частей механизма, то можно понять, что он весь состоит из простых элементов, которые были придуманы ещё Леонардо да Винчи и

другими изобретателями. Сложность заключается в комбинировании этих механизмов и невероятной часовой точности элементов, что является умелых рук дел мастера.



Рисунок 8.



Рисунок 9.

## 1.2. Обзор существующих декоративных панно

Панно – это элемент декора помещения, который призван украшать стены, потолок, а иногда даже фасады зданий. Панно отличается от обычной картины тем, что картины служат для украшения интерьера: прежде всего, способом своего изготовления. Если картиной считается, прежде всего,

произведение живописного искусства, то панно может быть скульптурным, мозаичным, тканевым, деревянным и даже пластиковым. Далее рассмотрим виды панно более подробно.

Различают следующие виды декоративных панно:

- тканевые: это всевозможные вышитые картины, гобелены и аппликации на ткани. Они могут быть выполнены вручную или серийно, в форме машинной вышивки;
- из камня: здесь чаще всего используется натуральный камень – гранит, мрамор, базальт и другие. Очень красиво смотрятся панно из камня в мозаичной технике;
- деревянные – чаще всего это панно с абстрактным сюжетом, к примеру, резные деревянные панно из дуба, березы, бука, сосны и других пород дерева. Иногда их дополняют инкрустацией из полудрагоценных камней, что отлично смотрится в классическом интерьере;
- керамические – представляют собой мозаичные картины из керамической плитки, пригодные для размещения в ванной или рабочей зоне кухни;
- скульптурные – являются объемными, что качественно отличает их от прочих видов панно. Такие мини-скульптуры выполняются из гипса, фактурной штукатурки, металла, дерева.
- графические – в отличие от рисованных или написанных картин, этот вид панно выполняется с помощью современных видов печати, включая фотопечать. Сюда же можно отнести репродукции картин;
- прочие: сюда можно отнести панно ручной работы, сделанные с использованием самых различных материалов (морских ракушек, сухоцветов, круп и зерен, глины, соленого теста и т.п.).



### 1.2.1. Обзор существующих решений механического панно

Под мощным влиянием научно-технического прогресса меняется система мировосприятия человека, соответственно меняются и средства художественного представления. Для этого создатели используют различные приёмы и технологии. В данном разделе ВКР рассматриваются различные приёмы и технологии создания наиболее впечатляющих панно, которые легли в основу разработки декоративного динамического панно «Карл у Клары».

#### Кинетическое искусство Кристин Сур

«Кинетическое искусство – направление в современном искусстве, в основе которого лежит идея движения формы» [19, с. 76]. Движущиеся картины Кристин Сур соединили в себе кинетическое искусство и живопись в единое целое.



Рисунок 10. Механизм работы.

Эти картины относятся к стилю примитивизм и на первый взгляд кажутся повседневными интерьерными иллюстрациями, но такое впечатление остаётся до поворота рукоятки на раме картины, она и приводит картину в действие.

В качестве материала художница использует берёзовую фанеру или тонкие листы ДВП. Инженерная задача процесса создания довольно сложна-необходимо обеспечить систему передач, вписываясь при этом в ограничения по толщине и массе картины. Осложняется задача и тем, что картина крепится на стене, поэтому никаких лишних выпирающих элементов быть в ней не

должно. Художница-изобретатель реализует в двухмерном пространстве то же, что скульпторы-кинетисты - в трёхмерном. С одной стороны, это даёт некоторые ограничения, но с другой - упрощает процесс изготовления, потому что часть элементов и деталей можно стандартизировать.

### **Арт-механика Виктора Григорьева**

Работы этого художника проживают рядом с людьми особенную, самостоятельную жизнь, постоянно находясь во внимании и восхищении зрителей. Виктор Григорьев делает свои работы из металла, дерева, стекла и оргстекла. Объекты Виктора Григорьева бывают не только эстетичными, но и функциональными: светильники или фонтаны. Колористические решения создатель обычно выбирает спокойные, вызывающие ассоциации со старыми фотографиями: белый, охристый, коричневый.

Художник в своём творчестве соединяет традиции художественного модернизма с законами механики, детские технические пристрастия с изобретательным искусством. Его кинетические композиции напоминают гармоничные сочетания театрального макета и заводной игрушки. «Виктор Григорьев-маэстро современного кинетизма, считает, что движущиеся фигуры, игрушки, «живые» картины - это только часть возможностей и ресурсов направления, получившего название арт-механика. В движении заложены огромные возможности-оно так же важно для искусства, как цвет и композиция» [20, с. 13].



Рисунок 11. «Ихтиандрушка».



Рисунок 12. «Полёт».



## Деревянные скульптуры Дэвида Роя

Для того чтобы понять, что представляют собой картины этого человека, нужно увидеть их в движении, ведь это не просто скульптуры, они кинетические. Творец создаёт необычные произведения декоративно-прикладного искусства, соединяющие эстетику визуального образа и строгость тщательно выверенной инженерной конструкции. Сила, приводящая механизм скульптуры в движение-ветер. Детали искусно вырезаны из обычной березовой фанеры. По словам автора, даже слабое движение воздуха активизирует работу его произведений, после чего они остаются в движении от минуты до 16 часов за счёт собственного импульса. Дэвид рассказывает, что идеи одних скульптур живут и совершенствуются у него в голове годами, в то время как другие «выстреливают» и превращаются в настоящие работы в течение нескольких дней. Впрочем, как и многие другие авторы, наш герой уверяет, что любое его произведение в реальности совершенно не похоже на то, что он задумывал вначале.

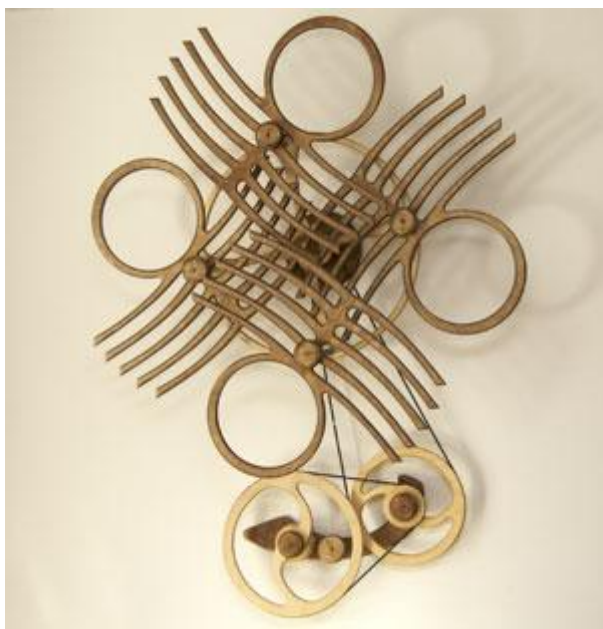


Рисунок 13. «Свирель».



Рисунок 14. «Музыка».

## **2. ВЫБОР МАТЕРИАЛА И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ**

В данном разделе ВКР описываются: концепция создания динамического декоративного панно «Карл у Клары», его составные части, методы разработки и материалы для изготовления, кроме того, производится обзор существующих технологий изготовления в рамках заданной темы. Конечным результатом данной работы являются предложенные варианты изготовления панно «карта», модели в программе CorelDraw, создание в материале изделия. При работе использовались следующие методы:

1. Историко – культурный анализ;
2. Методы сравнительного анализа;
3. Инженерные и художественные методы проектирования;

### **2.1. Сравнительные характеристики материалов для панно**

#### **2.1.1. Фанера**

«Фанера (древесно-слоистая плита) это многослойный материал, который состоит из шпона со склеенными листами. Количество слоев специально подготовленного шпона от 3 и больше, обычно нечетное. Слои фанеры укладываются направлениями волокон перпендикулярно предыдущему слою, это делается для увеличения прочности» [21, с.93].

#### **Классификация:**

- 1) Если волокна лицевых слоев направлены вдоль длинной стороны, фанера является продольной, когда волокна направлены вдоль короткой стороны – поперечной;
- 2) Существуют сорта и типы, которые различаются по своему назначению, сроку службы, стоимостью и внешнему виду;
- 3) Фанера бывает строительной, промышленной, мебельной, конструкционной и упаковочной по назначению;

4) По видам чаще всего подразделяют на ФСФ – фанера повышенной влагостойкости и ФК – влагостойкая;

5) По внешнему виду, в зависимости от количества дефектов поверхности наружного слоя, разделяют на 5 видов: элитные, первый, второй, третий и четвертые сорта.

#### **По материалу изготовления:**

Хвойная фанера-фанера, внешние слои у которой изготавливаются из лущеного шпона древесины хвойных пород: сосны, лиственницы, ели, пихты, кедра. Хвойная фанера несколько лучше лиственной, поскольку шпон, изготовленный из древесины хвойных пород, как правило, имеет меньше дефектов. Благодаря наличию природных смол древесина хвойных пород обладает большей водостойкостью. Недостатком фанеры из шпона хвойных пород считают несколько меньшую прочность и плотность. Древесина сосны при равной влажности примерно на 20% легче древесины березы и примерно на столько же уступает по прочности на изгибание. Кроме того, внешние слои шпона при повышенной температуре начинают выделять смолу, а это не всегда желательно.

#### **По количеству слоёв фанера бывает:**

- 1) Трёхслойная
- 2) Пятислойная
- 3) Многослойная

В большинстве случаев листы фанеры имеют нечётное количество слоёв шпона: шпон расположен симметрично относительно среднего слоя. Если слоёв шпона в фанере четыре, то центральные слои располагают и склеивают перпендикулярно наружным, что увеличивает общую прочность и стойкость к деформации.

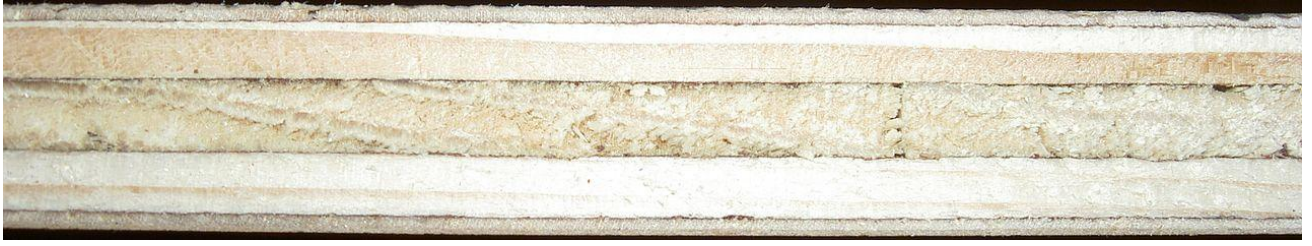


Рисунок 15. Фанерные слои.

### **По способу пропитки:**

Водостойкая фанера — материал, обработанный специальным образом для увеличения сопротивления влаге. Максимально увеличить влагостойкие характеристики фанеры может помочь ламинирование.

- ФБА — это листы фанеры, которые проклеены натуральным альбуминоказеиновым клеем. Преимущество фанеры ФБА в том, что она является экологически чистым строительным материалом, но её небольшая влагостойкость ограничивает применения этой марки.

- ФСФ (фанера, изготавливаемая с применением смоляного фенолформальдегидного клея). Эта фанера характеризуется относительно высокой износостойкостью, механической прочностью и высокой водостойкостью. ФСФ — один из самых популярных видов фанеры, используется в строительстве, производстве, кровельных работах.

- ФСФ-ТВ (фанера огнезащищенная). Обладает свойствами фанеры марки ФСФ, но не подвержена горению, относится к группе трудногорючих материалов. Применяется в пассажирском вагоностроении и промышленном/гражданском строительстве.

- ФК (фанера, получаемая при приклеивании шпонов карбамидным клеем). Обладая меньшими водостойкими характеристиками, ФК используется преимущественно при внутренней отделке помещений, в мебельном производстве, при изготовлении деревянной тары, при работе с конструкциями внутри помещения.

- ФБ (фанера, пропитанная бакелитовым лаком, впоследствии склеивается). Этот вид обладает максимальной сопротивляемостью воздействию агрессивной среды и может использоваться в условиях тропического климата, при повышенной влажности и даже под водой.

- БС (фанера, пропитанная бакелитовым клеем, С — спирторастворимый). Эта фанера обладает фантастическими свойствами — сверхвысокой прочностью, стойкостью к агрессивным средам, гибкостью, упругостью, водонепроницаема, не гниет, не раскисает. Её ещё называют авиационная фанера за то, что раньше использовалась только в авиа- и судостроении.

- БВ (фанера, пропитанная бакелитовым клеем, В — водорастворимый). Эта фанера обладает теми же свойствами, что и предыдущая, за исключением влагостойкости, т.к. клей, применяемый при склеивании слоев, водорастворим.

### **По виду обработки поверхностей**

- НШ — нешлифованная фанера

- Ш1 — материал, шлифованный с одной стороны

- Ш2 — материал шлифованный с двух сторон

### **Достоинства**

- Фанера влагостойкий материал, который в отличие от обычной доски, почти в 2 раза меньше подвержен воздействию влаги;

- Этот строительный материал обладает свойством гибкости, что необходимо при изготовлении мебели;

- Гниение фанеры, в отличие от натуральной древесины, происходит в 2 раза медленнее;

- Фанера проста в применении и устойчива к воздействию высоких температур, подогрева, а также солнечных лучей;

- Поверхность этого строительного материала устойчива к воздействию моющих средств и хорошо противостоит загрязнениям;

- Фанера используется, как для строительства в жилых зонах, так и в офисных и промышленных;
- Монтаж фанеры занимает минимум человеческих ресурсов, так как этот материал очень прост в монтаже;
- Также фанера является износостойчивым материалом, служит долгие годы и требует минимум ухода.

### **2.1.2. Эпоксидная смола**

«Эпоксидная смола – это синтетический олигомер, применяемый практически во всех промышленных и хозяйственных отраслях» [13, с. 264]. Эпоксидная смола не используется отдельно без отвердителя, благодаря которому она и приобретает свои свойства. Первый состав эпоксидной смолы был получен французским химиком Кастаном в 1963 году. Сейчас смолу получают поликонденсацией эпихлоргидрина с разными органическими соединениями: от фенола до пищевых масел. Данный способ получения получил название «эпоксидирование». Ценные сорта получают из каталитического окисления непредельных соединений. В качестве отвердителя применяют ангидрид, полуфункциональный амин и кислоты. После смешения с отвердителем эпоксидная смола переходит в твердое, нерастворимое и неплавкое состояние. Эпоксидные смолы используются в качестве изоляционного материала, с использованием эпоксидной смолы получают различные пластмассы, клеи, лаки и заливочные компаунды. На основе эпоксидных смол создают различные промышленные материалы, такие как углепластик. Композиты на основе эпоксидной смолы применяют в крепежных болтах ракет. Также часто эпоксидные смолы используют в качестве пропиточного материала, предназначенного для ремонта и изготовления различных корпусов. «Эпоксидные смолы применяют в строительстве, в качестве бытового клея, в качестве герметика, а также в декоративных целях, при использовании специальных инструментов создают украшения из

эпоксидной смолы и используют ее в качестве декоративного покрытия» [13, с. 465].

### **Преимущества:**

В отличие от аналогичных материалов, эпоксидная смола имеет ряд преимуществ:

- Достаточно высокая прочность клеевого шва;
- Незначительная усадка;
- В отвержденном виде минимальная влагопроницаемость;
- Минимальная подверженность к абразивному износу;
- Хорошие физико-механические параметры.

Из данного анализа материала можно сделать вывод, что на современном этапе развития научно-технический прогресс предоставил в распоряжение творцов широкий выбор материалов. Рассмотренные материалы обладают достоинствами и недостатками, это необходимо учитывать при разработке дизайна и выборе технологии создания декоративного динамического панно. Следует отметить, что важную роль в данном выборе будут играть использование объекта, условия его размещения в интерьерном пространстве.

## **2.2. Существующие способы обработки**

Для того чтобы выбрать оптимальную технологию изготовления будущего изделия, необходимо рассмотреть особенности некоторых из видов обработки, их недостатки и перимущества.

### **2.2.1. Лазерная обработка**

Лазерная резка – это высокоэффективный и современный способ резки, обработки и раскроя различных материалов. При помощи данного способа получают высококачественные изделия за короткий временной срок. В настоящее время технологии современной лазерной резки применяются все чаще в различных областях производства. Главное отличие лазерное резки от других способов обработки – это отсутствие механического воздействия на

обрабатываемый материал, возникающие деформации, как временные, так и остаточные, являются минимальными. Благодаря этому лазерную резку позволяет получать высокую точность даже на легкодеформируемых и нежестких деталях. Высокая производительность в сочетании с высоким качеством реза процесса обуславливается большой мощностью лазерного излучения. «Благодаря простому и сравнительно легкому управлению лазерным излучением, осуществляется качественная резка по сложному контуру объемных и плоских деталей» [10, с.77].

Долгие годы не удаётся заменить лазерную резку другими методами обработки, такими как гидроабразивная, плазменная или фрезерная, т.к. они уступают лазерной резке по некоторым параметрам. Гидроабразивная резка уступает в скорости обработки, плазменная не позволяет обрабатывать фанеру, пластик и другие органические материалы.

Лазерная резка осуществляется за счет сфокусированного лазерного луча, управляемого компьютером, методом прожига листовых материалов лучом лазера. Лазерный луч позволяет разрезать практически любые материалы и обеспечивает высокую концентрацию энергии. Под воздействием лазерного луча, в процессе резки, материал на разрезаемом участке плавится, испаряется, возгорается или выдувается струей газа. При этом возможно получение узких резов с минимальной зоной термического влияния.

### **Преимущества и недостатки лазерной обработки**

У резки фанеры с использованием лазера есть много преимуществ, такие как:

- Воздействие лазерного луча при резке позволяет осуществить бесконтактную обработку поверхности материала. При соприкосновении фанеры с лазерным лучом происходит резкое повышение температуры, вследствие чего возникает повышение температуры в микро-области воздействия луча и испаряется влага,



содержащаяся в фанере. Шов обладает минимальной шириной в 0,01 мм, поэтому зона термического влияния очень мала.

- Ровные и аккуратные края среза даже на мелких и утонченных деталях, что говорит об очень высоком качестве резки и получаемых изделий.
- Отсутствие необходимости приложения физических усилий в процессе резки фанеры благодаря оборудованию с ЧПУ (числовым программным управлением) и минимальному диаметру лазерного луча.
- Станки с ЧПУ и лазером из-за использования цифровых эскизов желаемого изделия в высокой степени снижают сложность процесса резки деталей сложной конструкции и формы.
- Дополнительная обработка поверхности для избавления от дефектов, разных шероховатостей не нужна после процесса резки фанеры лазером.
- Высокая скорость работы лазерного станка, что в несколько раз повышает коэффициент производительности и уменьшает финансовые затраты для постобработки изделия.

Несмотря на обилие преимуществ резки фанеры при помощи лазерного луча, у этого современного и пользующегося популярностью метода есть несколько минусов:

- Качественное лазерное оборудование стоит достаточно дорого, что повышает и себестоимость резки на лазерах;
- В процессе резки края деталей обугливаются, что приводит к менее привлекательному внешнему виду изделия. Существует риск возгорания материала. Постоянное обдувание поверхности удаляет продукты сгорания с обрабатываемого края, между тем, срез все равно остается черным;
- Поскольку изделие легко повредить - требуется высококвалифицированный специалист, мастер должен оп внешнему виду определить вид клея, породу дерева, из которого сделан шпон.

Лазерная резка фанеры позволяет получать наиболее совершенные виды готового изделия, достичь точных измерений и раскроя, ускорить процесс производства.

### **2.2.2. Гравировка**

«Гравировка-нанесение надписи, рисунка ручным или механическим способом на различные поверхности материалов: камень, стекло, металл, дерево. Полученный рисунок может быть углубленным и выпуклым» [10, с.280].

Хоть такой способ обработки материала как гравировка появился давно, но до сих пор он не теряет своей актуальности и сегодня является одним из востребованных способов. Причиной тому является возможность получить изображения различной сложности и детализации даже на самых тонких изделиях. Для нанесения гравировки сегодня используют как фрезерный, так и лазерный станок. На фрезерном станке гравировку можно получить спиральными или круглыми фрезами. Лазерную гравировку же получают при нанесении изображения на какие-либо изделия с помощью лазерного сфокусированного луча. Получившееся изображение имеет небольшую глубину, что отличает лазерную гравировку от процесса лазерной резки, луч испаряет только часть материала.

Для лазерной гравировки фанера является одним из лучших материалов. Совмещение лазерной резки и гравировки даёт возможность получить неповторимые декоративные изделия. Изображение, которое будет получено лазером на фанере-долговечно и контрастно. На конечный цвет обработки влияет состав и режим обработки материала, цвет варьируется от бледно-жёлтого до тёмно-коричневого.

### **2.2.3. Склеивание**

Склеивание – получение неразъемного соединения деталей, на основе адгезии склеиваемого материала и клеевой прослойки. Из клея формируется

клеевая прослойка, путем заполнения им в зазор между деталями. Прочность соединения определяется как адгезией, так и когезией соединяемого материала и прослойки, а также качеством соединительного шва.

Методом склеивания можно соединять разнородные материалы, при этом не нарушая их свойства и структуру, склеиванием можно объединять большие поверхности, придавая материалам высокую трещиностойкость.

Процесс склеивания включает в себя несколько технологических операций, таких как: приготовление клеевого раствора, подготовка и обработка соединяемых поверхностей, соединение поверхности, отверждение клея, контроль качества клеевого шва. Клеи обычно наносят на соединяемые поверхности. При помощи давления соединяемые поверхности фиксируют друг с другом - это позволяет получить достаточно высокий контакт между поверхностями и клеевым раствором.

Таким образом, были рассмотрены некоторые из технологий обработки материалов, используемых при создании декоративного динамического панно «Карл у Клары». Различные технологии обладают как достоинствами, так и недостатками, всё это следует учитывать при выборе материалов и работы с ними. Обоснование выбора материала и технологии обработки будет рассмотрено далее.

### **2.3. Обоснование выбранного материала и технологии**

В данном разделе ВКР по вышерассмотренным технологиям и материалам определяются самые оптимальные для применения их в изготовлении декоративного динамического панно «Карл у Клары».

#### **2.3.1. Выбор материала**

Для изготовления основы динамического панно была выбрана берёзовая фанера бмм, выбор основывается на качествах данного материала, эксплуатационных свойствах и внешнем виде. Для изготовления различных декоративных элементов были выбраны: бронзовая труба 1, 6 мм, люверсы.

Данные материалы отвечают всем необходимым параметрам внешнего вида и качества.

### **2.3.2 Выбор технологии**

Основываясь на проведенном выше анализе, самым оптимальным способом получения основных элементов панно является резка на лазерном станке. Она отвечает всем заявленным параметрам обработки берёзовой фанеры, позволяет получать наиболее совершенные виды готового изделия. Для внесения дополнительных декоративных составляющих будет использоваться лазерная гравировка, цвет обработки после лазера подходит к общей цветовой гамме работы, что позволяет привести её к конечному планируемому декоративному виду.

Таким образом, в ходе анализа имеющихся материалов и технологий обработки материала на основе рационального подхода, учета пожеланий заказчика и основных функций панно были выбраны материалы и технология для будущего изделия.

### **3. РАСЧЁТЫ И АНАЛИТИКА**

В данном разделе рассматриваются этапы проектирования и изготовления элементов декоративного динамического панно.

Декоративное панно является уникальным и единичным вследствие чего необходимо подобрать единичный тип производства, для того чтобы затраты на изготовление были оптимальными, а качество изделия высоким.

Достоинством данного единичного является его уникальность, но недостатком служит высокая стоимость готового изделия.

#### **3.1. Подготовка проекта**

##### **3.1.1. Характеристика проектируемого изделия**

Изделие состоит из нескольких основных элементов:

- 1) Основа из фанеры, которая крепится к стене и несёт дополнительную декоративную составляющую;
- 2) Главные элементы композиции: вороны;
- 3) Кулачковый механизм, который приводит в движение ворон.

Механическое панно состоит из двух движущихся объектов, которые приводятся в движение рукояткой. Рукоятка приводит в движение ось, которая в свою очередь вращает закреплённые на ней противофазные кулачки, они давят на поверхность, закреплённую на оси объекта, создаётся эффект вращения птиц. Приводы, которые приводят в движение клюв и крылья, при повороте корпуса птицы, прикрепляются к основной плоскости кронштейна.

Основные размеры кулачковых механизмов определяются из кинематических, динамических и конструктивных условий. Кинематические условия определяются тем, что механизм должен воспроизводить заданный закон движения. Конструктивные требования определяются из условия достаточной прочности отдельных деталей механизма – сопротивляемости износу соприкасающихся кинематических пар.

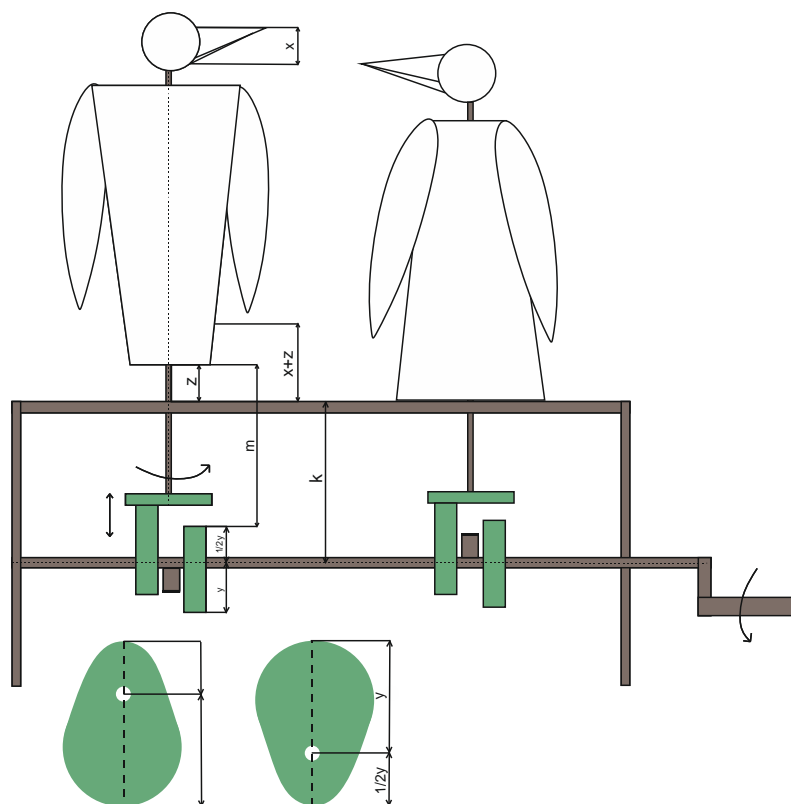


Рисунок 16. Схема движения.

Для того чтобы определить размеры и геометрию отдельных частей механизма, необходимо задать размер, относительно которого в дальнейшем будет составляться пропорциональное соотношение, по которому можно вычислить все необходимые данные для получения работающего механизма.

### 3.1.2. Эскизирование

После того, как была определена схема движения, необходимо было заняться этапом эскизирования декоративных составляющих механического панно. Следовало учесть пожелания заказчика и интерьерную составляющую бара. Из представленных эскизов, заказчик выбрал идею представленную ниже на рисунке 18. Затем этот эскиз оптимизировался под выбранную технологию и материалы.

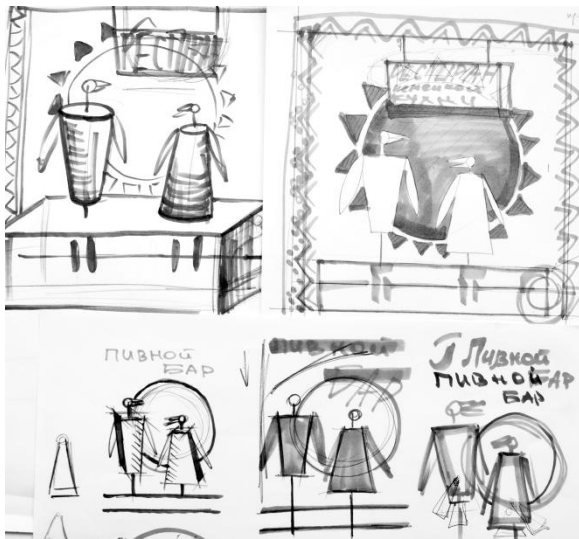


Рисунок 17. Эскиз 1.

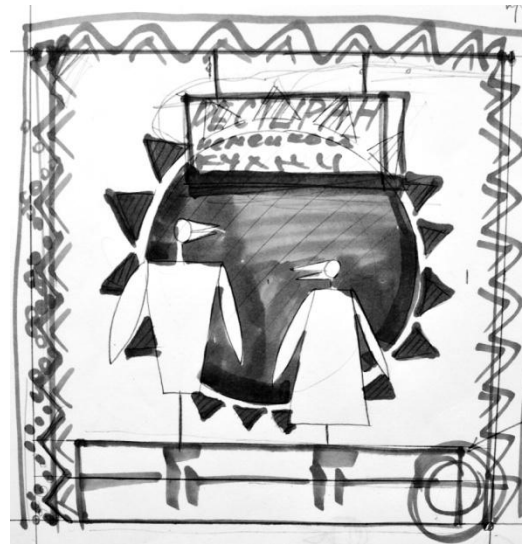


Рисунок 18. Эскиз 2.



Рисунок 19.

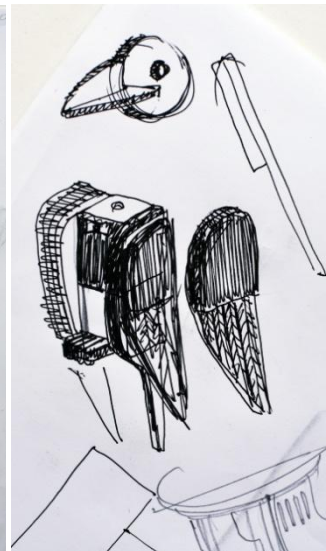


Рисунок 20.

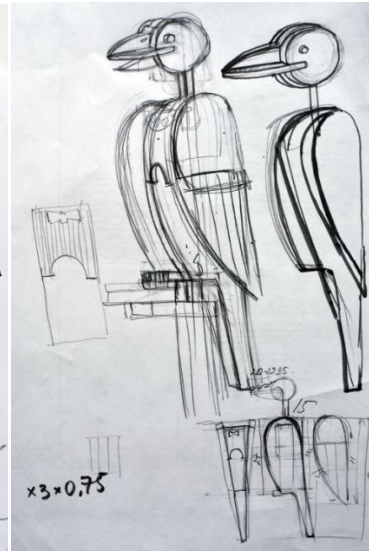


Рисунок 21.

### 3.1.3. Отрисовка в CorelDraw

CorelDRAW- это программа для создания и редактирования иллюстраций, основанная на принципах векторной графики. Это значит, что любой произвольный объект и его форма на печатной странице CorelDRAW описывается математическими формулами. При этом точность описания может достигать десятой доли микрона [12, с.36].

Данный программный продукт удобен в использовании для будущей резки на лазерном станке.

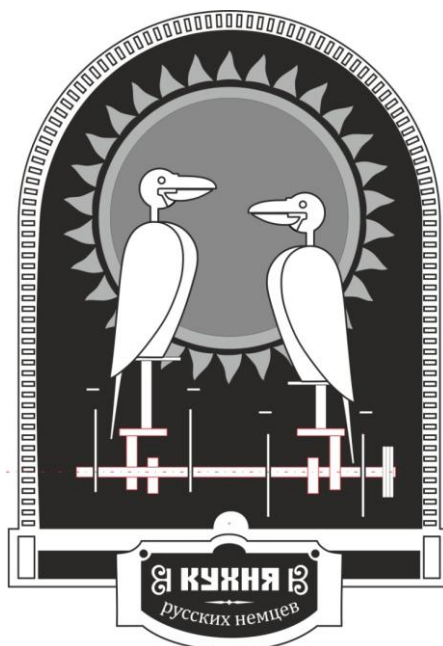


Рисунок 22. Слои в сборке.

### 3.1.4. Лазерная резка элементов

Для того чтобы вырезать необходимые элементы, нужно сделать их раскрой. Этой операции предшествовал этап выявления оптимальных размеров будущего изделия. Для этого вручную было сделано несколько чертежей. После поиска подходящих пропорций и размеров, чертежи были оформлены в программе КОМПАС 16. Приложение А.

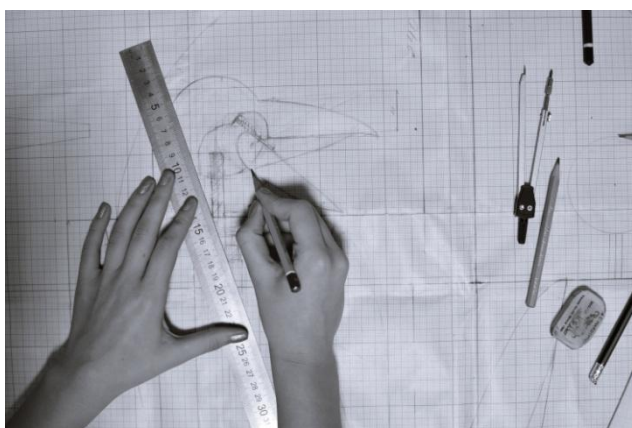


Рисунок 23. Проработка чертежа.

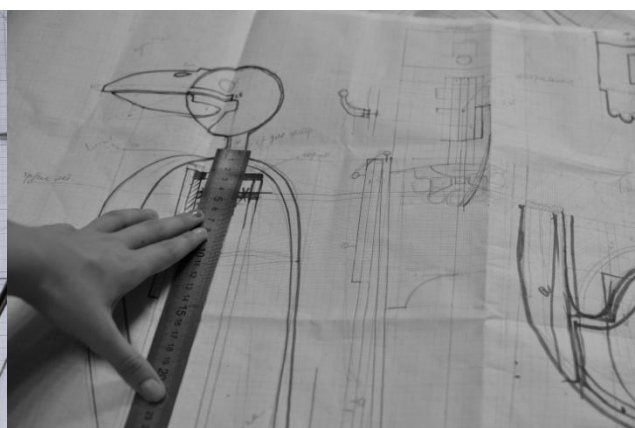


Рисунок 24. Проработка чертежа 2.



Все элементы будущего изделия были отрисованы в размер в программе CorelDraw для удобства резания их на лазерном станке. Раскрой элементов представлен в Приложении Б.

### **3.1.5. Процесс склеивания декоративного панно**

Склейка составных частей панно из фанеры производится эпоксидной смолой, так как её состав придаст максимально прочное склеивание элементов между собой, что важно для работы механической системы.

### **3.1.6 Окончательная сборка изделия**

После того, как все части подготовлены, можно приступить к сборке макета.

Таким образом, пройдя все технологические этапы, был получен готовый макет декоративного механического панно, отвечающего всем требованиям технического задания, пожеланиям заказчика и несущий в себе необходимые эстетические и функциональные качества, который в завершённом виде представлен в Приложении В.

## **4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **Введение**

В данном разделе ВКР выполняется анализ и расчёт основных параметров для реализации заказного изделия, которые не только является эксклюзивным единичным экземпляром, выполненным по пожеланиям заказчика, но и отвечает современным требованиям ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Продуктом, для запуска на рынок, является декоративное механическое панно.

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

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью разработать наиболее эффективный и выгодный технологический процесс изготовления декоративного механического панно.

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 исследовать разработки аналоговых решений изготовления;
- провести SWOT-анализ;
- подобрать возможные альтернативы научного исследования;
- провести планирование НИР.

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

### **4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования**

Основной задачей любого проекта является привлечение клиента. Рассматриваемый случай имеет характерные особенности: объект – пивной ресторан с наличием обеденного бизнес-меню, территориальная близость банка, бизнес-центра, двух заводов и пивного клуба, гастрономическая специфика – кухня русских немцев, живая музыка по вечерам, авторские моноспектакли. Все эти составляющие обеспечивают поток клиентов. Целевая аудитория-это группа людей в возрасте от 25-60 со средним и высоким достатком.

Для дополнительного привлечения людей заказчик (владелец пивного клуба) сделал заказ на дополнительную интерьерную составляющую в своём клубе: декоративное механическое панно.

### **4.1.2. Анализ конкурентных технических решений**

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет дать оценку сравнительной эффективности разрабатываемого изделия, а также определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, пример которой приведен в таблице 1. Для этого необходимо отобрать не менее трех конкурентных товаров и разработок.

Таблица 1. Основные конкуренты разработки.




Название	Изображение
1. Виктор Григорьев «Ихтиандрушка»	
2. Кристин Сур «Sweep»	
3. Дэвид Рой «Солнечный танец»	

Таблица 2. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		Б <sub>1</sub>	Б <sub>2</sub>	Б <sub>3</sub>	Б <sub>4</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	К <sub>3</sub>	К <sub>4</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>									
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	4	4	5	5	0,4	0,4	0,5	0,5
2. Надежность	0,05	4	5	5	4	0,2	0,25	0,25	0,2
3. Уровень шума	0,08	4	4	4	4	0,32	0,32	0,32	0,32
4. Безопасность	0,2	4	5	4	5	0,8	1	0,8	1
5. Простота эксплуатации	0,1	5	5	5	5	0,5	0,5	0,5	0,5
6. Качество интеллектуального интерфейса	0,05	4	4	4	5	0,2	0,2	0,2	0,25
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>									
1. Конкурентоспособность продукта	0,09	4	4	5	5	0,36	0,36	0,45	0,45
2. Уровень проникновения на рынок	0,04	3	4	4	4	0,12	0,16	0,16	0,16
3. Цена	0,08	5	3	4	4	0,4	0,24	0,32	0,32
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,18	4	4	5	5	0,72	0,72	0,9	0,9
5. Послепродажное обслуживание	0,03	4	4	4	4	0,12	0,12	0,12	0,12
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>49</b>	<b>50</b>	<b>4,14</b>	<b>4,27</b>	<b>4,52</b>	<b>4,72</b>

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в таблице 2, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

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

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Основываясь на полученных результатах таблицы, можно сделать вывод, что сильной стороной конкурентов является известность, за счет, которого растет число потребителей. Главные требования, предъявляемые к механическому панно - это привлечение покупателей, надежность и конкурентоспособность.

### 4.1.3. SWOT-анализ

SWOT-анализ SWOT – анализ представляет собой комплексный анализ научно- исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта, проводится в несколько этапов. Все сильные и слабые стороны проекта, которые проявились или могут появиться описаны в таблице.

Таблица 4. Итоговая матрица SWOT

	<b>Сильные стороны научно–исследовательского проекта:</b> С1. Высокие эстетические характеристики. С2. Сочетание разных материалов. С3. Небольшая производственная площадь	<b>Слабые стороны научно–исследовательского проекта:</b> Сл1. Известная технология. Сл2. Отсутствие оборудования и технологической оснастки проекта
<b>Возможности:</b> В1. Комбинирование нескольких технологий при изготовлении изделия. В2. Возможность реализации проекта в различных сферах.	В1С1: Малая конкуренция, оригинальная идея. В2С2 Витрина сочетает различные техники и материалы. В2С3 Может быть оснащена вспомогательным оборудованием	В1Сл1: Авторская стилизация может ограничить потребительскую аудиторию В2Сл2: Проблематичность организации помещения для мелкого производства
<b>Угрозы:</b> У1. Высокое качество продукта конкурентов. У2. Различие между концептом витрины и требований заказчика.	У1С2: Среди конкурентов развита технология изготовления за счет большего опыта У2С3: Создание предприятия по изготовлению витрин сопряжено с финансовым риском, затраты на материалы и технологическую оснастку не окупаются в случае единичного изготовления	У1Сл2: Из-за недостатка опыта обращения с оборудованием изделие может уступать в качестве обработки и по технологическим параметрам.

Второй этап SWOT –анализа заключается в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта, отражающую различные комбинации взаимосвязей областей матрицы SWOT (таблицы 5-7).

Таблица 5. Соответствие сильных сторон и возможностей

Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		C1	C2	C3
	B1	+	0	0
	B2	0	+	+

Таблица 6. Соответствие слабых сторон и возможностей

Слабые стороны проекта			
Возможности проекта		Сл1	Сл2
	B1	+	0
	B2	0	+

Таблица 7. Соответствие сильных сторон и угроз

Сильные стороны проекта				
Угрозы		C1	C2	C3
	У1	0	+	0
	У2	-	-	+

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме взаимосвязанных параметров проекта.

## 4.2. Планирование научно-исследовательских работа

### 4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

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 8).

Таблица 8. 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 аналогов, исторический обзор по теме	Студент
	3	Патентное исследование	Студент
	4	Выбор направления исследований	Руководитель темы Студент
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель темы Студент
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Разработка эскизов	Студент
	7	Обсуждение эскизов, доработка	
Изготовление изделия	8	Изготовление модели, лазерная резка, сборка изделия	Студент
Оформление отчёта по ВКР	9	Составление пояснительной записки	Студент
Подведение итогов работы	10	Проверка содержания пояснительной записки	Руководитель темы

### 5.2.2. Определение трудоёмкости выполнения работ

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



Ожидаемое значение трудоемкости  $t_{ожі}$  рассчитывается по формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, (2)$$

Вычислить продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , с учетом параллельности выполнения работы несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, (3)$$

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

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

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

### 5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \text{ где (4)}$$

$T_{кал}=366$  – количество календарных дней в 2017 году;  $T_{вых} = 119$  – количество выходных дней в году;  $T_{пр}=78$  – количество праздничных дней в году.  $k_{кал}=1,126$

Все рассчитанные значения занесены в таблицу 9.

На основе таблицы 9 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. Результаты графика приведены в таблице 9.

Таблица 9. Временные показатели научного исследования.

№	Содержание работ	Мин. время выполнения (дни)	Макс. время выполнения (дни)	Ожидаемая трудоемкость выполнения, $t_{ожі}$	Длительность работ в рабочих днях, $T_{рі}$	Длительность работ в календарных днях, $T_{кі}$
1	Разработка ТЗ (Р)	1	2	1,4	0,7	0,7882
2	Изучение материалов (С)	4	5	4,4	2,2	2,4772
3	Патентное исследование (С)	4	6	4,8	2,4	2,7024
4	Выбор направления исследования (Р+С)	1	3	1,8	0,9	1,0134
5	Календарное планирование работ по теме (Р+С)	1	3	1,8	0,9	1,0134
6	Создание эскизов(С)	3	4	3,4	1,7	1,9142
7	Разработка тех. процесса модели (С)	5	7	5,8	2,9	3,2654
8	Сборка изделия (С)	8	10	8,8	4,4	4,9544
9	Оформление отчета (С)	12	15	13,2	6,6	7,4316
10	Подведение итогов работы (Р)	1	2	1,4	0,7	0,7882
	Итого			46,8	23,4	26,348

Таблица 10. Диаграмма Ганта.

м	Вид работ	Исполнители	T <sub>к</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февр.		март			апрель			май		июнь		
				1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	
1	Разработка ТЗ	Руковод.	1	1	2											
2	Изучение материалов	Студент	3	1	2	3										
3	Патентное исслед.	Студент	4		1	2	3	4								
4	Выбор напр-я исслед.	Руковод. Студент	1					1	2							
5	Календарное планирование работ по теме	Руковод. Студент	1					1	2							
6	Проведение теор. расчетов	Студент	4				1	2	3	4						
7	Разработка декора	Студент	5					1	2	3	4	5				
8	Изготовление изделия	Студент	7				1	2	3	4	5	6	7			
9	Оформление отчета	Студент	10					1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	Подведение итогов работы	Руковод.	1													1

■ – Студент

▨ – Руководитель темы

#### 4.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Материальные затраты на выполнение ВКР. Для расчета бюджета НТИ необходимо провести анализ таких затрат, как: 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; накладные расходы. Расчет материальных затрат НТИ. Материальные затраты на выполнение ВКР формируются исходя из

стоимости всех материалов, используемых для создания проекта. Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i}, \quad (5)$$

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, занесены в таблицу 11.

Таблица 11. Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на мат-лы, Z <sub>м</sub> , руб.
Фанера 6 мм	м <sup>2</sup>	2	650	1300
Клей ПВА	л	1	75	75
Клей ПВА строительный	л	1	57	57
Проволока 3 мм	м	3	38	114
Труба бронзовая	шт	3	280	840
Кронштейн-крепёж	шт	2	70	140
Итого				2646

Таблица 12. Затраты на производство

Наименование услуги	Стоимость услуги, руб
Лазерная резка	150
Сборка составных частей	2000
Итого:	2150

#### 4.2.5. Основная заработная плата исполнителей темы

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.

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, (6)$$

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

Основная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, (7)$$

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

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 13).

Среднедневная заработная плата определяется по формуле:

$$Z_{зпi} = \frac{D+D \cdot K}{F}, (8)$$

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 14 584,32 рубля. Оклад дипломника составляет 5 707 рублей.

Среднедневная заработная плата для руководителя рассчитывается по формуле:

$$Z_{зп1} = \frac{14584,32 + 14584,32 \cdot 0,3}{22} = 861,8 \text{ руб.}$$

Для дипломника:

$$Z_{зп1} = \frac{5707 + 5707 \cdot 0,3}{22} = 336,8 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в проектировании разработки:

$$Z_{осн.зп} = \sum t_i \cdot Z_{зпi}, (9)$$

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 13.

Таблица 13. Расчет основной заработной платы.

Исполнитель	Оклад (руб.)	Средне- дневная заработная плата (руб./дн.)	Трудо- емкость, (раб. дн.)	Основная заработная плата* (руб.)
1.Руководитель	14 584	861,9	21	18099,9
2.Студент	5 707	336,8	48	16166,4
Итого:	34266,3			

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 и т.д. Расчет дополнительной заработной платы производится по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, (10)$$

где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы, принимается за 0,12

Расчет заработной платы равен:

$$З_{зп.} = З_{осн.} + З_{доп.}, (11)$$

Результаты представлены в таблице 14.

Таблица 14. Расчет дополнительной и обычной заработной платы

Исполнитель	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	2714,985
Студент	2424,96
Итого	5139,945

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{ст.вып.} = k_{соц} \cdot (ЗП_{осн} + ЗП_{доп})$$

, где  $k_{соц}$  – коэффициент, учитывающий социальные выплаты организации. В настоящее время  $k_{соц} = 0,3$ . По расчетам выплаты за руководителя составили 6244,47, а за студента 5577,4. Итого: 11821,878

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{накл.} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{нр}$$

, где  $k_{нр}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. В экономической части при определении величины коэффициента накладных расходов можно ориентироваться на значения 50%. Таким образом величина накладных расходов составляет:  $З_{накл.} = (34266,3 + 5139,945 + 11821,878) \cdot 0,5 = 25614,06$  рублей.

#### 4.2.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 13.

Таблица 15.

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	4596
2. Затраты по основной заработной плате	34266,3
3. Затраты по дополнительной заработной плате	5139,945
4. Отчисления во внебюджетные фонды	11821,878
5. Накладные расходы	25614,06
6. Бюджет затрат НТИ	81438,183

#### Вывод

В ходе работы над данной частью выпускной квалификационной работы была рассчитана себестоимость ВКР. Проведя оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, выявлены доступные производителю сегменты рынка. Матрица SWOT выявила слабые стороны проекта и риски для производителя. Такой анализ необходим для запуска продукта на рынок. Это позволяет повысить конкурентоспособность изделия.



## **5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

### **Введение**

В данном разделе бакалаврской работы проведен анализ возможных факторов производственной среды при работе за компьютером и лазерном станке в процессе разработки декоративных механических конструкций. Также рассмотрены возможные ЧС и меры по улучшению качества условий труда для ПЭВМ и лазерного станка.

Целью раздела является описание возможных факторов производственной среды технологического процесса производства деревянных изделий, а также разработка мероприятий по предотвращению негативного воздействия на здоровье людей, создание безопасных условий труда для рабочих, перечисление организационных и технических мер, предусмотренных для ЧС, а также изучение вопроса охраны окружающей среды.

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

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

### **5.1. Производственная безопасность**

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке или эксплуатации проектируемого решения.

Для выбора факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-74. В зависимости от природы воздействия факторы делятся на: физические, химические, биологические и психофизические. Перечень опасных и вредных факторов представлены в виде таблицы.

Таблица 16. Опасные и вредные факторы при выполнении работ при разработке и изготовлении механической конструкции.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)	Нормативные документы
Работа за компьютером	<p>Физические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Отсутствие или недостаток естественного света</li> <li>-Недостаточная освещенность рабочей зоны</li> <li>-Повышенная яркость света</li> <li>-Пониженная контрастность</li> <li>- Электрический ток</li> </ul> <p>Психофизические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Умственное перенапряжение</li> <li>-Монотонность труда</li> </ul>	<p>ГОСТ 12.2.032 ССБТ. «Рабочее место, при выполнении работ сидя».</p> <p>СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования».</p>
Работа в цеху	<p>Физические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны</li> <li>-Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов</li> <li>-Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования</li> <li>-Электрический ток</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> <li>-Статические физические перегрузки</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» СанПиН 2.2.4- 2.1.8.566-96 «Допустимые уровни вибрации на рабочих местах в помещениях жилых и общественных зданий» ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».</p>

		ГОСТэ12.1.003–83 «Шум. Общие требования безопасности».
--	--	--

Таблица 17. Опасные и вредные факторы при разработке и изготовлении деревянных изделий.

Оборудование	Вредные и опасные факторы	Меры защиты
1)ПЭВМ 2)Лазерная установка	-повышенная контрастность -зрительное напряжение	Соблюдение условий освещения, индивидуальная защита – очки с защитным покрытием
	-физическое перенапряжение	Эргономичная мебель, соблюдение требований организации рабочего места
	-недостаточная освещенность рабочего места	Применение комбинированной системы освещения с использованием люминесцентных ламп типа ЛБ и ЛД
	-повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Организация вентиляции помещения, индивидуальные средства защиты (маски, очки)
	-повышенный уровень шума (УЗД=90дБА ПДУ=80дБА) и вибрации (f=18Гц ПДУ=92дБ) на рабочем месте, возникающие при работе лазера (лазерной установки)	Использование звукопоглощающих покрытий $\alpha \geq 0,5$ , защитных кожухов, перфорированных экранов, упругая подвеска, амортизация, индивидуальные средства защиты (антивибрационные пояса, спец. одежда)
	-повышенная пульсация светового потока	Оградительные поглощающие или отражающие устройства
	-монотонность трудового процесса	Перерывы в работе, смена деятельности

-острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Ограждение опасных зон режущих инструментов и обрабатываемого материала
-повышенная температура поверхностей оборудования	Использование термоизолирующих установок
-повышенная температура поверхностей ПК	Использование охлаждающих систем
-повышенное значение напряжения в цепях управления и источниках электропитания лазеров (лазерных установок)	Изолирующие устройства и покрытия; устройства защитного заземления и зануления; устройства автоматического отключения
-повышенный уровень статического электричества	Заземляющие устройства; нейтрализаторы; увлажняющие устройства; экранирующие устройства
-повышенный уровень лазерного излучения	Оградительные устройства; предохранительные устройства; устройства автоматического контроля и сигнализации
-взрывоопасность в системах накачки лазеров -появление в зоне работы взрывоопасных, пожароопасных и ядовитых сред	Применение предохранительных устройств: от перегрузки станка, от перехода движущихся узлов за установленные пределы. Первичные средства пожаротушения: – пенные и углекислотные огнетушители, ящики с песком

### **Возникающие факторы при работе за ПВЭМ**

Данные факторы могут привести к нарушению функционального состояния зрительного анализатора и центральной нервной системы. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 для снижения нагрузки на органы зрения

пользователя при работе на ПЭВМ необходимо соблюдать следующие условия зрительной работы:

При работе на ПЭВМ пользователь выполняет работу высокой точности, при минимальном размере объекта различения 0,3-0,5мм (толщина символа на экране), разряда работы III, подразряда работы Г (экран - фон светлый, символ - объект различения - темный или наоборот), следовательно,

— Естественное боковое освещение должно составлять 2%, комбинированное искусственное освещение - 400 лк, при общем освещении - 200 лк.

— Уровень освещенности рабочих мест должен соответствовать характеру выполняемой работы,

— Распределение яркости на рабочих поверхностях и в окружающем пространстве должно быть достаточно равномерным,

— Должно обеспечиваться отсутствие резких теней, прямой и отраженной блескости (блескость - повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая ослепленность);

— В качестве средств индивидуальной защиты рекомендуется ношение очков с особым покрытием. Покрытие наносится с целью задержки вредных для глаз областей спектра, излучаемых монитором, а также защиты глаз от постоянного его мерцания.

Выполнение многих операций требует длительного нахождения в позах, требующих длительного статического напряжения мышц спины шеи, рук, ног, что приводит к их утомлению и появлению специфических жалоб. Для предотвращения появления неприятных ощущений рекомендуется использовать эргономичную мебель. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03: конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла)

следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ.

Недостаточная освещенность 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. Недостаточная освещенность рабочей зоны приводит к перенапряжению органов зрения, в результате чего снижается острота зрения, и человек быстро устает. Средство коллективной и индивидуальной защиты – установка источников освещения по СП 52.13330.2011.

### **Микроклимат производственных помещений**

Состояние здоровья человека, его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте. Не имея возможности эффективно влиять на протекающие в атмосфере климатообразующие процессы, люди располагают качественными системами управления факторами воздушной среды внутри производственных помещений.

Микроклимат производственных помещений — это климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей (ГОСТ 12.1.005 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны"). Требования этого государственного стандарта установлены для рабочих зон — пространств высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного и временного пребывания работающих. Постоянным считают рабочее место, на котором человек находится более 50 % рабочего времени (или более 2 ч непрерывно). Если при этом работа осуществляется в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

Факторы, влияющие на микроклимат, можно разделить на две группы: нерегулируемые (комплекс климатообразующих факторов данной местности) и регулируемые (особенности и качество строительства зданий и сооружений, интенсивность теплового излучения от нагревательных приборов, кратность воздухообмена, количество людей и животных в помещении и др.). Для поддержания параметров воздушной среды рабочих зон в пределах гигиенических норм решающее значение принадлежит факторам второй группы.

ГОСТ 12.1.005 установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия. Данные работы можно отнести к работам средней тяжести с затратой энергии 175...232 Вт (категория Па), связанным с постоянной ходьбой, выполняемые стоя или сидя, но не требующие перемещения тяжестей.

### **Работа на лазерном станке**

При работе на лазерном станке возникает ряд факторов, которые влияют на деятельность: пыль, шум, вибрации, пульсации светового потока.

Пыль. На рабочих местах может возникать пыль вследствие процессов дезинтеграции (т.е. разрушения), конденсации (при попадании паров, образующихся в высокотемпературных процессах, в воздух рабочей зоны).

Воздействие пыли приводит к трем видам профзаболеваний:

- 1) Заболевание легких - пневмокониозы;
- 2) Дерматиты - заболевания кожи;
- 3) Конъюнктивиты - воспаление роговой оболочки глаза.

Нормирование пыли в воздухе рабочего помещения осуществляется по ГОСТ ССБТ 12.1.005-88

Меры профилактики пылевых заболеваний:

- борьба с образованием пыли;
- изменение технологии процесса,
- герметизация оборудования,
- вентиляция;

—устройство пылеуловителей;  
—биологическая профилактика (ультрафиолетовое облучение);  
индивидуальные средства защиты (респиратор, спец одежда, противопылевые очки).

Шум. 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 75 дБА (согласно ГОСТ 12.1.003–83) В качестве защиты можно использовать звукопоглощающие покрытия с  $\alpha \geq 0,5$ , защитные кожухи, перфорированные экраны.

В настоящее время доказано, что шум – это общебиологический раздражитель, то есть он оказывает воздействие не только на орган слуха, но и на весь организм в целом. В первую очередь влияние шума сказывается на структурах головного мозга, что вызывает неблагоприятные изменения в функциях различных органов и систем. Таким образом, действие шума можно разделить на специфическое и неспецифическое. Специфическое действие шума проявляется в изменениях, которые наступают слуховом анализаторе, а неспецифическое – в изменениях, возникающих в других органах и системах человека.

Вибрации. Механические колебания машин и механизмов, которые характеризуются такими параметрами, как частота, амплитуда, колебательная скорость, колебательное ускорение. Вибрацию порождают неуравновешенные силовые воздействия, возникающие при работе машин. При изучении вибраций тела человека принято выделять общую вибрацию всего тела (передается через опорные поверхности) и локальную (передается на руки при работе с ручными машинами). Общую вибрацию по источнику возникновения подразделяют на три категории: транспортную, транспортнотехнологическую, технологическую.



Воздействуя на организм человека, вибрации 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.

Вибрация нормируется в соответствии с ГОСТ 12.1.012-90. В качестве меры защиты могут выступать: спец. одежда, поглощающая обувь, коврики.

Пульсация светового потока. Так как частота пульсации превышает критическую частоту слияния мельканий, пульсация светового потока на глаз практически не воспринимается, но она неблагоприятно влияет на человека, вызывая повышенную утомляемость. Отрицательное воздействие пульсации возрастает с ее увеличением, появляется напряжение на глазах, усталость, трудность сосредоточения на сложной работе, головная боль. Пульсация света характеризуется коэффициентом пульсации (КП, %).

Согласно действующим гигиеническим нормам уровень пульсаций светового потока должен быть:

– в помещениях, оборудованных компьютерами — не более 5% (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03);

– в учреждениях общего образования, начального, среднего и высшего специального образования — 10% (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03). В качестве средств защиты используются оградительные поглощающие или отражающие устройства.

Иными словами, если в воспринимаемой органами зрения человека информации присутствует пульсация освещённости или яркости, частотой ниже указанных, то она воздействует непосредственно на сетчатку глаза человека, затем поступает в зрительный тракт и уже через наружное коленчатое

тело, зрительную радиацию, анализируется в первичной зрительной коре. В результате, мы можем описать условия получения зрительной информации: яркость и контраст изображения, цвета и оттенки, есть ли пульсации яркости или освещённости. Если же параметры изображения нас не устраивают, то мы пытаемся как-то приспособиться к их восприятию и, в конце концов, сознательно ограничиваем время визуального восприятия этой информации ввиду дискомфорта.

### **Сборка и монтаж конструкций**

Монотонность выполняемых операций. Влияние монотонности на организм человека весьма сложно и многообразно. В психологическом плане монотонность может вызывать у работающих ощущение особых психических состояний, выражающихся в скуке, рассеянности внимания, склонности к сонному состоянию, апатии, раздражительности, пониженном интересе к работе и др.

Основываясь на положительной эффективности общего физиологического принципа смены видов деятельности, рекомендовать освоение выполнения нескольких операций каждым работником и ежедневное систематическое чередование их в течение смены. При этом следует исходить из чередования операций с более монотонных на менее монотонные и, наоборот, с работ со значительным контролем и вниманием на операции с нагрузкой на двигательные функции и т.д. Для достижения высокой производительности труда необходимо всячески способствовать автоматизации рабочего стереотипа, как самого экономного для организма.

Поэтому при выполнении сложных операций не всегда рационально проводить смену операций в течение рабочего дня. В этих случаях смену операций следует проводить ежедневно (согласно ГОСТ 12.3.002-75).

## Анализ опасных факторов, возникающих при разработке и эксплуатации декоративных механических конструкций

Таблица 18. Опасные факторы, их возможные источники и меры защиты.

Факторы	Возможные источники и меры безопасности
1) острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Источником опасности могут стать инструменты, используемые при нарезке пластмассы, гофрокартона и проволоки, а также кромки нарезаемых материалов. Для обеспечения защиты следует оградить опасные зоны режущих инструментов и обрабатываемого материала (ГОСТ 12.4.011-89 «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»).
2) повышенная температура поверхностей оборудования	Источником является лазерная установка, на которой производится нарезка деталей. Для обеспечения защиты рекомендуется ограждение рабочей зоны, а также использование термоизолирующих установок (ГОСТ 12.4.011-89 «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»).
3) повышенная температура поверхностей ПК	Источником является используемая в работе ПЭВМ. Для обеспечения защиты рекомендуется использование охлаждающих систем.
4) повышенный уровень статического электричества	Источником являются поверхности ПЭВМ и лазерной установки, а также поверхности обрабатываемых материалов (гофрокартона и пластика). Для снижения уровня статического электричества рекомендуется использование таких средств защиты, как: заземляющие устройства; нейтрализаторы; увлажняющие устройства; антиэлектростатические вещества; экранирующие устройства (ГОСТ 12.4.011-89 «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»)
5) повышенное значение напряжения в электрических цепях.	Источником являются ПЭВМ и источник электропитания лазера. В качестве мер защиты от поражения электрическим током выступают проверка технических характеристик установок, которые должны

	<p>соответствовать следующим значениям: <math>U=380В</math>, <math>J=10А</math>, <math>f=50Гц</math>. Также рекомендуется применение контурного заземления, а сопротивление должно быть <math>R3 \leq 4Ом</math>.</p> <p>Кроме того, рекомендуется наличие следующих средств защиты: устройства автоматического контроля и сигнализации; изолирующие устройства и покрытия; устройства защитного заземления и зануления; устройства автоматического отключения; устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения; устройства дистанционного управления; предохранительные устройства; молниеотводы и разрядники; знаки безопасности. (ГОСТ 12.4.011-89. «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»).</p>
б) повышенный уровень лазерного излучения	<p>Источник является используемая в работе лазерная установка. В качестве средств защиты рекомендуется использовать следующие: оградительные устройства; предохранительные устройства; устройства автоматического контроля и сигнализации; устройства дистанционного управления; знаки безопасности (ГОСТ 12.4.011-89. «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»).</p>
7) взрывоопасность в системах накачки лазеров	<p>Источник – лазерная установка, меры защиты - применение предохранительных устройств: от перегрузки станка, от перехода движущихся узлов за установленные пределы, от внезапного падения или повышения напряжения электрического тока(ГОСТ 12.4.011-89. «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»).</p>
8) появление в зоне работы взрывоопасных, пожароопасных и ядовитых сред (вследствие применения аэрозольных красок)	<p>Источником являются легковоспламеняющиеся соединения, присутствующие в составе аэрозольных красок и клеев. Меры защиты - профилактические мероприятия, инструктажи рабочих. Должны быть предусмотрены меры эвакуации, например, запасные</p>

	<p>выходы, средства пожаротушения, инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации с телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации.</p>
<p>9) появление в зоне работы токсических веществ (вследствие использования клеев)</p>	<p>Источником возникновения токсических веществ в воздухе рабочего помещения являются аэрозольные краски и клей. Существует очень краткий список бытовых составов, с которыми можно работать в любых условиях. При применении других лучше обязательно (или по возможности) использовать ряд стандартных методов защиты, даже если в инструкции по применению клея они не указаны: защитные очки с резиновым контурным уплотнителем; перчатки из латекса или другого непроницаемого материала, стойкого растворителям; марлевая повязка.</p> <p>Наносить клей следует только с помощью вспомогательного инструмента – ватной палочки, дозатора. Помещение, где производятся работы, должно тщательно вентилироваться.</p>

## 5.2. Экологическая безопасность

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. Все материалы, используемые при изготовлении изделий (древесина, акриловое стекло, береста) идут на повторную переработку, помогающую сэкономить природные ресурсы, либо на утилизацию на полигонах, которые должны быть спроектированы согласно СНиП 2.01.28-85 «Строительные нормы и правила.

Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов».

### **5.3. Безопасность при возникновении ЧС.**

К природным и наиболее опасным аварийным ситуациям относятся: землетрясения, пожары, наводнения, проливные дожди, оползни, техногенные катастрофы, ведущие к большим жертвам и потерям.

Источником ЧС техногенного происхождения являются аварии на промышленных объектах. Угрозы включают в себя объекты, использование отравляющих веществ, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, образующие с воздухом взрывоопасные смеси, применения аппаратуры, работающей при высоких давлениях и температурах. Вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций на опасных производственных объектах необходимо учитывать как при проектировании, так и на всех этапах монтажа и эксплуатации.

Ликвидация чрезвычайных ситуаций осуществляется силами и средствами предприятий, учреждений и организаций субъектов Российской Федерации, на территории которого произошло несчастье.

Пожарная безопасность предусматривает безопасность людей и сохранение материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла. Помещение цеха относится к категории А взрывопожарной и пожарной опасности, которая характеризуется наличием следующих факторов: горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 градусов Цельсия в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 килопаскалей, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 килопаскалей.

#### **5.4. 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 электронными вычислительными машинами (ПЭВМ) требования к освещению на рабочих местах установлены Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 30 мая 2003 г.)

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 главным образом 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, также нужно производить своевременную замену перегоревших ламп. Окна в комнатах, в которых работают с компьютерами, должны быть предпочтительно ориентированы на север и северо-восток. Оконные проемы должны быть оборудованы устройствами, такими как регулируемые жалюзи, шторы, навесов и других внешних.

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.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

В данной работе был произведен анализ различных методов обработки такого материала, как фанера, изучены различные достоинства и недостатки различных материалов и технологий.

Были определены наиболее подходящие материалы и оптимальный способ производства: лазерная резка и гравировка, склейка, шлифовка фанеры.

При экономической оценке механического панно была вычислена себестоимость при единичном производстве, с учетом заработных плат разработчиков.

Итогом проделанной работы стал проект, удовлетворяющий технологическим и художественным требованиям, а также требованиям производственной и экологической безопасности.

## **СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ**

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Декоративные работы по дереву на станках/ Гликин М.С. – М.: Лесная промышленность, 1987г. – 37с.
2. Допуски и посадки в деревообработке/ Ильинский С.А. – М.: Лесная промышленность, 1968г. – 53с.
3. Первичная обработка пиломатериалов на лесопильных предприятиях/ Волинский В.Н. – А.: Арх.гос.техн. университет, 2004г.
4. Техническое нормирование труда в машиностроении/ Силатьева Н. А., Малиновский В. Р. М.: Машиностроение, 1990г- 265с.
5. 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. Креницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
6. СанПиН 2.2.2.542-96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.- М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996.
7. СанПиН 2.1.8 2.2.4.1190-03. Физические факторы производственной среды. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003
8. Освещенность рабочего места. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mtomd.info/>, свободный. Дата обращения: 22.05.2017
9. Угрюмов С. А., Свешников А. С. Комплексное исследование свойств композиционной фанеры// Журнал
10. Григорьянц А. Основы лазерной резки материалов. Букинистическое издание, 1989. 304 с
11. Вашко И.М. Организация производства: курс лекций – Минск: Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2004. – 258с.

12. Голдобина Т.А., Борисенко М.В. Основы компьютерного проектирования в CorelDRAW. Из-во: Белорусский государственный университет транспорта. – Гомель, 2011г.– 136 с.
13. Пакен А. Эпоксидные соединения и эпоксидные смолы, Издательство Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1962.-964с.
14. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда : учебное пособие для вузов / П. П. Кукин [и др.]. — 5-е изд., стер. — Москва: Высшая школа, 2009. — 335 с.: ил. — Для высших учебных заведений. —Безопасность жизнедеятельности. — Библиогр.: с. 333.
15. Дизайн. Материалы. Технологии. Энциклопедический словарь/ под ред. В.И. Куманина, М.С. Кухта. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 320 с
16. Первичная обработка пиломатериалов на лесопильных предприятиях/ Волынский В.Н. – А.: Арх.гос.техн. университет, 2004г.
17. Декоративные работы по дереву на станках/ Гликин М.С. – М.: Лесная промышленность, 1987г. – 37с.
18. Техническое нормирование труда в машиностроении/ Силатьева Н. А., Малиновский В. Р. М.: Машиностроение, 1990г.– 265с.