

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение
Кафедра Точного приборостроения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Электродвигатель маломощного вентилятора

УДК 621.313.13.04:004.925.84:621.63:534.832-7

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БЗВ	Ямнич Юлия Ивановна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Костюченко Т.Г.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента	Грахова Е.А.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер	Маланова Н. В.	к.т.н.		

По вопросам технологии

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гормаков А.Н.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Точного приборостроения	Бориков В.Н.	д.т.н.		

Томск – 2017 г.

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВО, критериев и/или заинтересованных сторон
	Профессиональные компетенции	
P1	Применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для разработки, производства, отладки, настройки и аттестации средств приборостроения с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения	Требования ФГОС (ОПК-1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10;. ОК-3,9; ПК-2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11.12, 13, 14, 15, 16,17, 18), Критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Участвовать в технологической подготовке производства, подбирать и внедрять необходимые средства приборостроения в производство, предварительно оценив экономическую эффективность техпроцессов; принимать организационно-управленческие решения на основе экономического анализа	Требования ФГОС (ОК-3, ОПК-7; ПК-8,9,10, 11, 12, 13-18). Критерий 5 АИОР (п.1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Эксплуатировать и обслуживать современные средств измерения и контроля на производстве, обеспечивать поверку приборов и прочее метрологическое сопровождение всех процессов производства и эксплуатации средств измерения и контроля; осуществлять технический контроль производства, включая внедрение систем менеджмента качества	Требования ФГОС (ОК-9, ОПК-3; ППК-14, 15, 16). Критерий 5 АИОР (п.1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВО, критериев и/или заинтересованных сторон
Р4	Использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей проектирования и производства при решении конкретных задач приборостроительного производства, с использованием передовых технологий; критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы; использовать основы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности	Требования ФГОС (ОК-3, ОК-6, ОПК-2, 3,4, 5, 6, 7,8,9, ПК-1,2,9,14). Критерий 5 АИОР (п.1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р5	Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования по своему профилю с использованием новейших достижения науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области знаний, соответствующей выполняемой работе	Требования ФГОС (ОК-5, ОК-6 ОПК-2, 3,4,5,6; ПК-1,2,3,4). Критерий 5 АИОР (п.1.2, 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р6	Использовать базовые знания в области проектного менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения комплексной инженерной деятельности; уметь делать экономическую оценку разрабатываемым приборам, консультировать по вопросам проектирования конкурентоспособной продукции	Требования ФГОС (ОК-3, ПК-6,8,14,17), Критерий 5 АИОР (п.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
	Универсальные компетенции	
Р7	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода	Требования ФГОС (ОК-7), Критерий 5 АИОР (п.2.6), согласованный с требованиями

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВО, критериев и/или заинтересованных сторон
	профессиональной деятельности	международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы	Требования ФГОС (ОК-6, ПК-17), Критерий 5 АИОР (п.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК-5, ОПК-2), Критерий 5 АИОР (п.2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а так же различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду	Требования ФГОС (ОК-2, 4, 8, 9,10; ОПК-9) Критерий 5 АИОР (п.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК-4), Критерий 5 АИОР (п.1.6, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки 12.03.01 приборостроение
Кафедра точного приборостроения

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
Бориков В.Н.
(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
1Б3В	Ямнич Юлии Ивановне

Тема работы:

Электродвигатель малошумного вентилятора специального назначения
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <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>	Электродвигатель малошумного вентилятора специального назначения.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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,</i>	- Разработка 3D модели элементов конструкции электродвигателя малошумного вентилятора специального назначения. - Описание конструкции. - Описание назначения элементов конструкции.

<i>подлежащих разработке; заключение по работе).</i>		
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>		
Раздел	Консультант	
Вопрос технологии	Гормаков А.Н.	
Социальная ответственность	Маланова Н.В.	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Грахова Е.А.	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:		

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Костюченко Т.Г.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б3В	Ямнич Юлия Ивановна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Б3В	Ямнич Юлии Ивановне

Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	Точного приборостроения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Вопросы технологии»:	
1. Годовая программа выпуска или размер партии	- 100 шт/год
2. Конструкторская документация изделия	- Чертежи общего вида электродвигателя; - Спецификация; - Рабочие чертежи деталей
3. ГОСТы, стандарты, нормали, справочники	- ГОСТ 2.004-88 ЕСКД - ГОСТ 14.301—73 ЕСТПП и др.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Определение сборочного состава изделия 2. Оценка технологичности конструкции изделия 3. Разработка технологического процесса сборки изделия 4. Обоснование выбора материала и расчет потребного количества необходимого материала 5. Оценка технологичности детали «основание». Разработка технологического процесса детали «основание»	- ГОСТ 2.004-88 ЕСКД - ГОСТ 14.301—73 ЕСТПП - Справочник по материалам - ГОСТы на сортаменты - Справочник по допускам и посадкам - Справочники по станочному оборудованию, оснастки и инструменту
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Карта технологического процесса сборки 2. Карта технологического процесса изготовления детали	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ТПС	Гормаков Анатолий Николаевич	к.т.н.		

Задание приняла к исполнению:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б3В	Ямнич Юлия Ивановна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Б3В	Ямнич Юлии Ивановне

Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	Точное приборостроение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объекты исследования – техническая документация электродвигателя Рабочая зона – учебно-научная лаборатория САПР Оборудование - ПЭВМ
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – Электробезопасность (в том числе статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты)	1.1. Вредные факторы при работе за ПЭВМ: – Повышенная или пониженная подвижность воздуха; – Повышенная или пониженная ионизация воздуха; – Повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне; – Повышенный уровень электромагнитных излучений; – Повышенное тепловое воздействие ЭВМ; – Отсутствие или недостаток естественного света; 1.2. Опасные факторы при работе с ПЭВМ: – Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; – Статические физические перегрузки; – Монотонность труда;
2. Экологическая безопасность:	– отходы, возникающие при утилизации люминесцентных ламп; – отходы, образующиеся после

	окончания срока эксплуатации ПЭВМ
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– Пожар
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	– Право на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены; – Использование оборудования и мебели согласно антропометрическим факторам.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер	Маланова Н. В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БЗВ	Ямнич Ю.И.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1Б3В	Ямнич Юлии Ивановне

Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	Точное приборостроение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	- Приблизительная сумма затрат на выполнение проекта составляет 100 тысяч рублей; - В реализации проекта задействованы 2 человека: руководитель проекта, инженер (студент) - Инициатор проекта НПЦ «Полус»
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- Проект выполняется в соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность» В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность» - Минимальный размер оплаты труда (на 2017 году) составляет 7500 руб.
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	- Отчисления по страховым взносам - 30% от ФОТ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	- Определение трудоемкости выполнения работ; - Разработка графика проведения НИР; - Расчет материальных затрат НИР.
<i>2. Определение ресурсной (ресурсосберегающей),</i>	- Оценка научно-технического уровня

<i>финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	следования
<i>3. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	- Техничко-экономическое обоснование НИР; - Потенциальные потребители результатов НИР;
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. График проведения и бюджет НИР(График Ганта) 2. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента	Грахова Е.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БЗВ	Ямнич Юлия Ивановна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 99 с., 50 рис., 19 табл., 14 источников, 2 прил.

Ключевые слова: Электродвигатель маломощного вентилятора, 3D моделирование, сборочный чертеж, T-flex CAD, детали, сборочные единицы.

Объектом исследования является электродвигатель ДС-200 маломощного вентилятора специального назначения.

Цель работы: разработка 3D модели элементов конструкции электродвигателя маломощного вентилятора специального назначения.

В процессе исследования проводились разработки 3D моделей деталей и элементов электродвигателя.

В результате исследования были получены 3D моделей деталей и элементов электродвигателя и была выполнена 3D сборка всего двигателя.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: годовая программа выпуска – 150шт/год.

Степень внедрения: внедрение 3D модели и методики разработки 3D моделей в учебный процесс.

Область применения: космическое приборостроение и судостроение, машиностроение.

Экономическая эффективность/значимость работы выражается в использовании полученных 3D моделей для дальнейшего прочностного анализа электродвигателя.

Определения, обозначения сокращения, нормативные ссылки

Применены следующие термины с соответствующими определениями:

Система CAD – это автоматизированная система программирования, которая предназначена для создания проектов с применением компьютерной техники, а так же дающая возможность создавать технологическую и конструкторскую документацию на отдельные изделия, сооружения.

Сборочная единица – изготовленное или подлежащее изготовлению изделие, которое состоит из нескольких, соединенных между собой в процессе изготовления деталей, при помощи применения различного типа сборочных операций и имеющих одну общую инструкцию.

Чертеж – проекционное изображение предметов на определенном носителе (бумага, пленка и т.д.) в масштабе, нанесенная по средствам графических образов (точек, условных обозначений, линий и т.п.).

Электродвигатель – электромеханический преобразователь, в котором происходят преобразования электрической энергии в механическую.

Использованы следующие сокращения с соответствующими расшифровками:

ЧЭ – чувствительный элемент

НС – намагничивающая сила

ДПР – датчик положения ротора

Содержание

Введение	16
1 Типы электродвигателей	17
1.1 Электродвигатели постоянного тока.....	18
1.2 Электродвигатели переменного тока	20
1.2.1 Асинхронный двигатель	20
1.2.2 Синхронный двигатель	22
2 Электродвигатель ДС-200.....	23
2.1 Назначение устройства.....	23
2.2 Устройство и принцип действия.	24
3 3D моделирование	26
3.1 Система T-FLEX CAD	26
3.2 3D моделирование электродвигателя ДС-200 маломощного вентилятора	28
3.2.1 Щит подшипниковый.....	28
3.2.2 Статор датчика.....	30
3.2.3 Ротор датчика.....	33
3.2.4 Ротор двигателя	35
3.2.5 Статор двигателя	39
3.2.6 Электродвигатель ДС-200	46
4 Вопрос технологии	53
4.1 Техническое описание изделия и его технические характеристики.....	53
4.2 Определение сборочного состава статора двигателя	54
4.3 Выбор организационной формы и метода сборки.....	55
4.4 Отработка изделия как сборочной единицы на технологичность.....	56
4.5 Разработка технологического процесса сборки статора	59
4.6 Разработка операционной карты технологического процесса изготовления листа статорного.....	62
4.7 Анализ технологичности детали	65
4.8 Процесс заливки компаунда в статор.....	66
5 Социальная ответственность	69
5.1 Производственная безопасность.....	70
5.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.....	70

5.2.1 Отклонение показателей микроклимата	70
5.2.2 Повышенный уровень электромагнитного излучения	71
5.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны	73
5.2.4 Повышенный уровень шума на рабочем месте	74
5.3 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	75
5.4 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов	76
5.5 Экологическая безопасность	77
5.5.1 Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду	77
5.5.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду	77
5.5.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	77
5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	78
5.6.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований	78
5.5.3 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований	81
5.5.4 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.	81
5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	82
5.7.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства.	82
5.7.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя	83
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	86
6.1 Технико-экономическое обоснование научно-исследовательской работы	86
6.2 Планирование работ по научно-техническому исследованию	86
6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	86
6.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	88
6.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	89
6.3 Построение графика работ	90
6.4 Бюджет научно-технического исследования (НИР)	93
6.4.1 Расчет материальных затрат НИР	93
6.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ	94
6.4.3 Заработная плата исполнителей темы	95
6.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	97

6.4.5 Накладные расходы.....	97
6.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	98
6.5 Оценка целесообразности исследования	98
6.5.1 Оценка научно-технического уровня следования.....	98
Заключение.....	101
Список литературы.....	102
Приложение А	
Приложение Б	
Приложение В	

Введение

При работе технологического и инженерного оборудования имеют место быть различные вибрации и шумы. Данное явление является серьезной производственной вредностью, которое влечёт за собой ряд негативных аспектов: профессиональные болезни, травматизм у сотрудников производственного цикла и быстрый износ деталей и узлов механизмов, деформации и напряжения, а также некорректная работа технологического оборудования. Именно поэтому борьба с шумом и вибрацией является ключевой задачей, стоящей перед инженерами и конструкторами.

Борьба с проблемой проводится в трёх ключевых направлениях: уменьшение шумообразования и вибраций путём конструктивными и технологическими мероприятиями, уменьшение этих факторов путём их ограничения распространения звуко и виброизоляции и путём средств индивидуальной защиты сотрудников.

Малошумные вентиляторы применяются в различных областях техники, в том числе в приборах космического и военного назначения, на подводных лодках, кораблях и других видах транспорта. Разработка малошумных вентиляторов весьма актуальна в настоящее время.

Основным элементом малошумного вентилятора является электродвигатель.

1 Типы электродвигателей

Электродвигатель представляет собой силовой агрегат, который преобразует электрическую энергию в механическую. Основными показателями электродвигателя являются мощность, напряжение, тип питания и количество оборотов в минуту.

Электродвигатели преобладают над тепловыми двигателями своими габаритами и сопоставимой мощностью. Их можно устанавливать на небольших площадках, например на станках различного назначения, подводных лодках, электровозов и т.д. Электродвигатели считаются более экологичными, потому что при использовании не выделяется пар и продукты распада.

Электродвигатели делятся на 2 основных вида: двигатели постоянного и переменного тока.

1.1 Электродвигатели постоянного тока

Электродвигатели постоянного тока используются для создания регулируемых электроприводов с высокими динамическими и эксплуатационными показателями. К этим показателям относятся перезагрузочная способность и высокая равномерность вращения.

Применяют электродвигатели постоянного тока в электроприводах, где требуется большой диапазон регулирования скорости, большая точность поддержания скорости вращения привода, регулирования скорости вверх от номинальной.

Работа электрического двигателя постоянного тока основана на явлении электромагнитной индукции. На проводник с током, помещенный в магнитное поле, действует сила, определяемая по правилу левой руки (Рисунок 1):

$$F = B \cdot I \cdot L,$$

где B — индукция магнитного поля; I — ток, протекающий по проводнику, L — длина проводника.

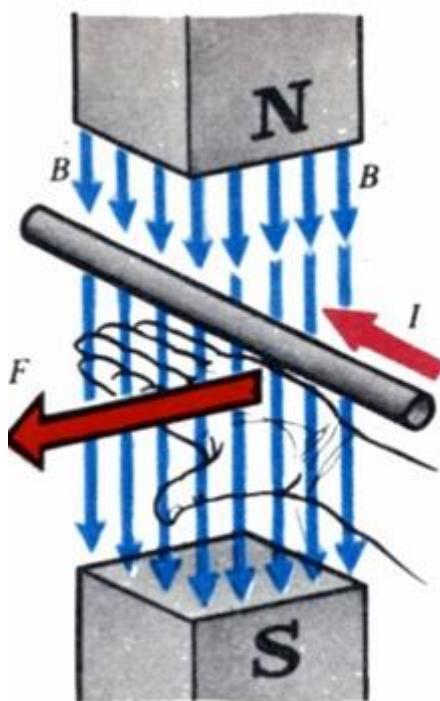


Рисунок 1 – правило левой руки

При пересечении проводником магнитных силовых линий машины в нем наводится электродвижущая сила, которая по отношению к току в проводнике направлена против него, поэтому она называется противодействующей (противо-э. д. с). Электрическая мощность в двигателе преобразуется в механическую и частично тратится на нагревание проводника.

Конструктивно электрические двигатели постоянного тока состоят из индуктора и якоря, разделенных воздушным зазором (упрощенная схема приведена на рисунке 2).

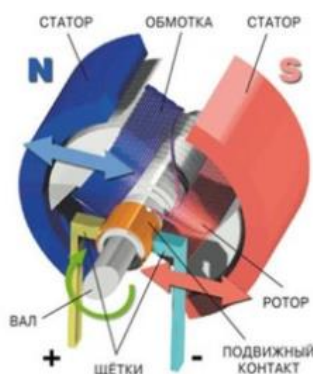


Рисунок 2 – Упрощенная схема двигателя постоянного тока

Индуктор состоит из станины, главных и добавочных полюсов, и служит для создания неподвижного магнитного поля машины.

Якорь состоит из магнитной системы, собранной из отдельных листов, рабочей обмотки, которая уложена в пазы, и коллектора, который служит для подвода к рабочей обмотке постоянного тока.

Данные электродвигатели применяют часто для оснащения всех видов электротранспорта, для полимерного оборудования, буровых станков и т.д.

1.2 Электродвигатели переменного тока

Электродвигатель переменного тока работает тоже под действием электромагнитной индукции. Источником переменного магнитного поля является неподвижный корпус двигателя, на котором размещены обмотки. Статор подключают к источнику переменного тока. В статоре расположен ротор, в котором возникает ток. Ротор является подвижным элементом в двигателе. По закону Ампера на заряженный проводник, помещенный в магнитное поле, начинает действовать ЭДС, которая вращает вал ротора. Таким образом, электрическая энергия, которая подается на статор, преобразуется в механическую энергию ротора. К вращающемуся валу можно подключать различные механизмы, выполняющие полезную работу.

Электродвигатели переменного тока делятся в свою очередь на синхронные и асинхронные. Различие между ними заключается в том, что в синхронных двигателях ротор и магнитное поле статора вращаются с одинаковой скоростью, а в асинхронных двигателях магнитное поле вращается быстрее ротора.

1.2.1 Асинхронный двигатель

Устройство асинхронного двигателя приведено на рисунке 3.



Рисунок 3 – Устройство асинхронного двигателя

На статоре закреплены обмотки, которые создают переменное вращающееся магнитное поле. Концы обмотки выводятся на клеммную коробку. Так как при работе двигатель нагревается, на его валу устанавливается вентилятор системы охлаждения.

Ротор асинхронного двигателя выполнен с валом как единое целое. Он представляет собой металлические стержни, замкнутые между собой с двух сторон, поэтому такой ротор еще называют короткозамкнутым. Внешне он напоминает клетку, поэтому его по-другому называют «беличьей клеткой» (Рисунок 4). За счет потери мощности при трении подшипников вращение ротора медленнее, чем вращением магнитного поля. В результате этой разницы в скорости возникает ЭДС, вследствие чего появляется ток в роторе и соответственно вращение.

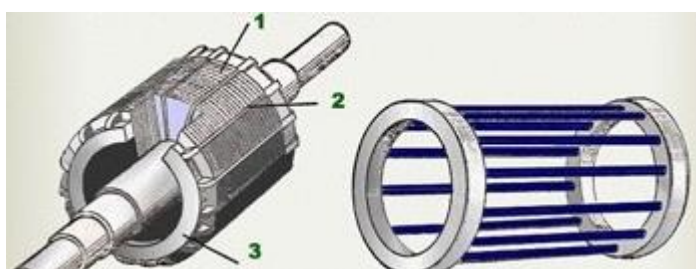


Рисунок 4 – ротор короткозамкнутого двигателя

За счет постоянной смены полюсов вращается магнитное поле. При этом соответственно меняется направление тока в обмотках. Так же от числа полюсов магнитного поля зависит скорость вращения вала.

1.2.2 Синхронный двигатель

Устройство синхронного двигателя приведено на рисунке 5.

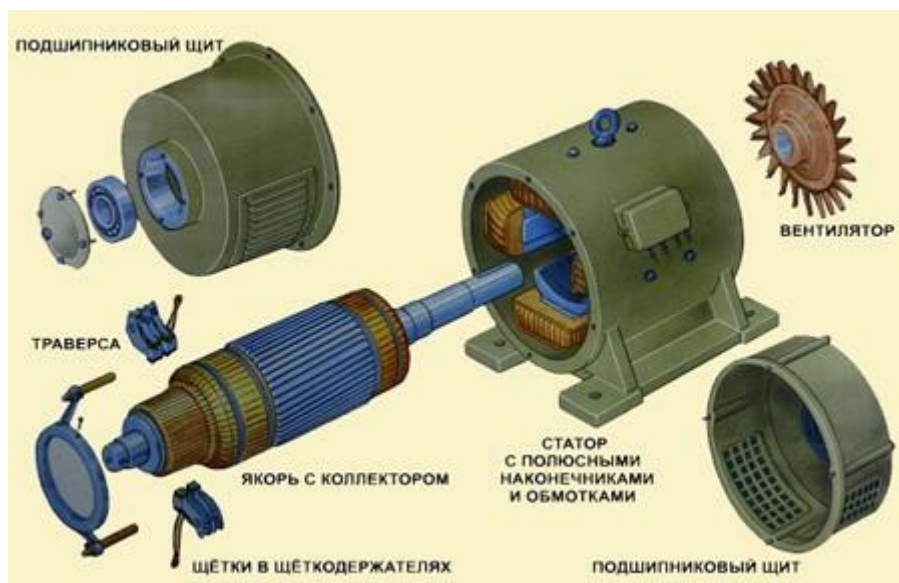


Рисунок 5 – Устройство синхронного двигателя

Устройство синхронного электродвигателя немного отличается от устройства асинхронного. В этом двигателе ротор и магнитное поле вращаются с одной скоростью. Он состоит из корпуса с закрепленными на нем обмотками и ротора или якоря, снабженного такими же обмотками. Концы обмоток выводятся и закрепляются на коллекторе. На коллектор или токосъемное кольцо подается напряжение посредством графитовых щеток. При этом концы обмоток размещены таким образом, что одновременно напряжение может подаваться только на одну пару.

В отличие от асинхронных, на ротор синхронных двигателей напряжение подается щетками, заряжая его обмотки, а не индуцируется переменным магнитным полем. Направление тока в обмотках ротора меняется параллельно с изменением направления магнитного поля, поэтому выходной вал всегда вращается в одну сторону. Синхронные электродвигатели позволяют

регулировать скорость вращения вала путем изменения значения напряжения. На практике для этого обычно используются реостаты.

2 Электродвигатель ДС-200

В данной работе представлена 3D модель электродвигателя ДС-200 малошумного вентилятора. Прежде чем приступить к построению самой модели, необходимо ознакомиться с его назначением, так же изучить принцип работы, рассмотреть элементы из которых состоит электродвигатель.

2.1 Назначение устройства

Электродвигатель ДС-200 относится к синхронным двигателям потому что он имеет ротор с постоянными магнитами и не подвижную статорную обмотку. Синхронному двигателю не нужен датчик положения ротора. Но в данном электродвигателе расположен датчик положения ротора трансформаторного типа. В зависимости от угла поворота ротора ДПР подает сигнал на обмотку статора двигателя. Эта конструкция представляет собой бесконтактный двигатель постоянного тока или вентильный двигатель. Имеет трехфазную обмотку.

Синхронный двигатель – это электрическая машина, работающая от переменного тока. Главная особенность её заключается в том, что частота вращения ротора равна частоте вращения магнитного поля. Поэтому частота ротора остается неизменной вне зависимости от подключаемой нагрузки. Это связано с тем, что ротор синхронного двигателя является электромагнитом (как вариант – постоянный магнит), его число пар полюсов совпадает с числом пар полюсов у вращающегося магнитного поля. Именно взаимодействие этих полюсов гарантирует постоянную угловую скорость, с которой вращается ротор, вне зависимости от момента, приложенного в любой момент к валу.

2.2 Устройство и принцип действия.

Основной частью синхронного двигателя является неподвижная часть – статор и ротор, которые разделены воздушной прослойкой. В пазы статора закладывают трехфазную распределенную обмотку. Данный двигатель является бесконтактным двигателем постоянного тока и состоит из трех элементов:

- Бесконтактный двигатель с m -фазной обмоткой на статоре и возбужденный ротор обычно в виде постоянного магнита;
- Датчик положения ротора (ДПР), который выполнен в одном корпусе с двигателем и предназначенного для выработки сигналов управления моментами времени и последовательностью коммутации токов в обмотках статора;
- Коммутатор, как правило, транзисторного, осуществляющего по сигналам ДПР коммутацию токов в обмотках статора.

Принцип действия данного электродвигателя рассмотрим на упрощенной схеме (рисунок 6). Данная схема состоит из двигателя с тремя обмотками на статоре, сдвинутыми в пространстве на 120 градусов и соединенными в звезду, ДПР с тремя чувствительными элементами (ЧЭ) (их число равно числу обмоток статора) и одним сигнальным элементом (СЭ), так же имеется коммутатор, который выполнен на трех транзисторах, работающих в ключевом режиме, т.е. в режиме "открыт" или "закрит".

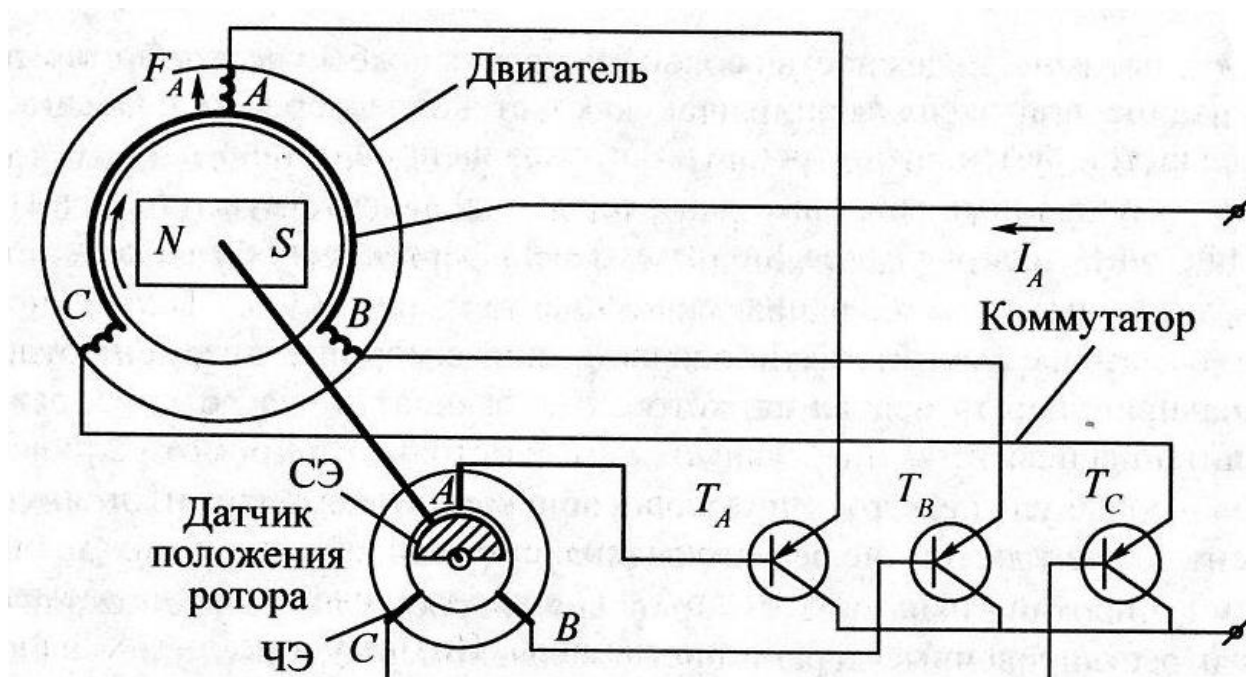


Рисунок 6 – упрощенная принципиальная схема бесконтактного электродвигателя

Двигатель сам себя коммутирует и в избежание подгорания коллекторов ставят ДПР. СЭ через ЧЭ "А" открывает транзистор T_A . По обмотке А протекает ток I_A . Намагничивающая сила (НС) обмотки F_A взаимодействует с потоком постоянного магнита ротора. Возникает вращающий момент, и двигатель приходит во вращение. Вместе с ротором поворачивается так же СЭ ДПР. При повороте ротора на угол немного больше 30° СЭ будет воздействовать сразу на два ЧЭ: на "А" и "В". Это означает, что откроются сразу два транзистора: T_A и T_B . Ток будет протекать по двум обмоткам - А и В. Появится результирующая намагничивающая сила статора F_{AB} , которая по сравнению с первым положением повернется на 60° . Намагничивающая сила продолжает взаимодействовать с полем постоянного магнита и двигатель продолжает развивать вращающий момент.

Когда угол поворота станет чуть больше 90° , транзистор T_A закроется и ток будет проходить только по обмотке В. Поле ротора будет взаимодействовать только с намагничивающей силой этой обмотки, однако вращающий момент по прежнему будет воздействовать на ротор двигателя и

вращать его в том же направлении. В конечном итоге двигатель разовьет такую скорость, при которой его момент будет уравниваться моментом нагрузки.

Везде где есть статорная обмотка и вращающийся магнит, такие двигатели относятся к классу синхронным. Для синхронного двигателя необходим переменный ток. Но если его использовать в шаговом режиме, то ток в таком режиме постоянный, который поступает импульсами

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью раздела является оценка коммерческого и инновационного потенциала научно-исследовательской работы (НИР), планирование процесса управления НИР, определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности

6.1 Технико-экономическое обоснование научно-исследовательской работы

Темой научной исследовательской работы является 3D моделирование электродвигателя ДС-200 маломощного вентилятора специального назначения.

В системе T-flex CAD выполняется построение всех элементов электродвигателя (деталей, сборочных единиц, стандартных изделий) по чертежам, предоставленные АО «НПЦ «Полус».

К научно-исследовательским работам относятся работы поискового, теоретического и экспериментального характера, которые выполняются с целью расширения, углубления и систематизации знаний по определенной научной проблеме и создания научного задела.

6.2 Планирование работ по научно-техническому исследованию

6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для правильного планирования, а также финансирования и определения трудоемкости выполнения НИР необходимо ее разбить на этапы. Под этапом понимается крупная часть работы, которая имеет самостоятельное значение и является объемом планирования и финансирования. НИР имеет:

1. Подготовительный этап. Сбор, изучение и анализ, имеющийся информации. Определение состава исполнителей и соисполнителей, согласование с ними частных задач. Разработка и утверждение задания.

2. Разработка теоретической части.
3. Проведение численного эксперимента
4. Выводы и предложения по теме, обобщение результатов разработки.
5. Завершающий этап. Рассмотрение результатов исследования.

Утверждение результатов работы. Подготовка отчетной документации.

Данную НИР можно разделить на следующие этапы :

- а) Разработка задания на НИР;
- б) Выбор направления исследования;
- в) Теоретические и экспериментальные исследования;
- г) Обобщение и оценка результатов;
- д) Оформление отчета НИР.

Работу выполняло 2 человека: научный руководитель (НР), инженер (И).

Трудоемкость выполнения НИР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Разделим выполнение дипломной работы на этапы, представленные в таблице 6:

Таблица 6 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	НР
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	И
	3	Выбор направления исследований	НР
	4	Календарное планирование работ по теме	НР
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Изменение теоретических материалов	И
	6	Компьютерное моделирование	И

	7	Обработка полученных данных	И
Обобщение и оценка результатов	8	Анализ полученных результатов, выводы	И
	9	Оценка эффективности полученных результатов	НР
Оформление отчета НИР	10	Составление пояснительной записки	НР, И

6.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ож\ i}$ используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\min i}}{5}, \quad (1)$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

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

Рассчитаем значение ожидаемой трудоёмкости работы:

Для установления продолжительности работы в рабочих днях используем формулу:

$$T_{pt} = \frac{t_{ож\ i}}{q_i}, \quad (2)$$

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

$t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

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

6.2.3 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.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}}, \quad (3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

где $T_{\text{кал}} = 366$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}} = 104$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 14$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (5)$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} округляем до целого числа. Все рассчитанные значения сводим в таблицу 7.

Таблица 7 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Исполнитель	Трудоемкость	Длительность работ
-----------------	-------------	--------------	--------------------

		работ (чел-дни)			(дн.)			
		$t_{\min i}$	$t_{\max i}$	$t_{\text{ож}i}$	T_{pi}		T_{ki}	
					НР	И	НР	И
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2	6	3.6	3.6	-	5	-
Составление и утверждение ТЗ	НР	3	8	5	5	-	7	-
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	15	18	16.2	8.1	8.1	12	12
Разработка календарного плана	НР	1	4	2.2	2.2	-	3	-
Изменение теоретических материалов	НР, И	2	7	4	2	2	3	3
Компьютерное моделирование	НР, И	55	70	58	29	29	43	43
Обработка полученных данных	И	3	5	3.8	-	3.8	-	5
Анализ полученных результатов, вывод	И	4	6	4.8	-	4.8	-	7
Оформление расчетно-пояснительной записки	НР, И	7	10	8.2	4.1	4.1	6	6
Оформление материала	И	2	4	2.8	-	2.8	-	4
Подведение итогов	НР, И	2	4	2.8	1.4	1.4	2	2

6.3 Построение графика работ

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными по времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

На основе таблицы 6 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе таблицы 7 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 8 – Календарный план график проведения НИР по тем

Название работы	Исполнитель	T_{κ_i}	Продолжительность выполнения работ																	
			февраль			март			апрель			май			июнь			июль		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	5																		
Составление и утверждение ТЗ	НР	7																		
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	12		 																
Разработка календарного плана	НР	3																		
Изменение теоретических материалов	НР, И	3			 															
Компьютерное моделирование	НР, И	43				 														
Обработка полученных данных	И	5																		
Анализ полученных результатов, вывод	НР, И	7									 									
Оформление расчетно-пояснительной записки	НР, И	6									 									
Оформление материала	И	4																		
Подведение итогов	НР, И	2											 							



- Научный руководитель



инженер (студент)

6.4 Бюджет научно-технического исследования (НИР)

6.4.1 Расчет материальных затрат НИР

В состав затрат на создание проекта включается стоимость всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. В стоимость материальных затрат входят:

- Сырье и материалы
- Покупные материалы
- Канцелярские принадлежности

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_t) \cdot \sum_{i=1}^Q Ц_i \cdot N_{расхi} \quad (6)$$

где Q – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении диплома;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов, планируемых к использованию при выполнении диплома (шт., кг, м и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретенной единицы -го вида (руб./шт., руб./кг, руб./м и т.д.);

k_t – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Материальные затраты необходимые для данной разработки занесем в таблицу (таблица 9).

Таблица 9 – Материальные затраты на создание 3D модели

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага (А4)	Пачка	1	220	220
Картридж	Шт.	1	1000	1200
Ручка	Шт.	1	30	30

Интернет	М/бит (пакет)	1	350	350
Итого				1800

Из затрат на материальные ресурсы, включаемых в себестоимость продукции, исключается стоимость возвратных отходов.

6.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

В данной статье нам не нужно рассчитывать затраты на приобретение специального оборудования и его доставки, а так же монтажа. Нам необходимо рассчитать затраты на электричество.

Для создания проекта нам необходимо оборудование:

- Персональный компьютер;
- Настольная лампа.

Для расчета затрат на электроэнергию воспользуемся формулой:

$$\mathcal{E}_{об} = P_{об} \cdot \mathcal{C}_э \cdot t_{об} \quad (7)$$

где $\mathcal{E}_{об}$ — затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием (руб.);

$P_{об}$ — потребляемая мощность оборудования (Вт);

$\mathcal{C}_э$ — тарифная цена (кВт/ч);

$t_{об}$ — время работы оборудования [ч]. (берется из календарного графика)

Рассчитаем и занесем данные в таблицу 10.

Таблица 10 – Затраты на электричество

Оборудование	Время работы $t_{об}$ (ч.)	Потребляемая мощность $P_{об}$ (кВт.)	тарифная цен $\mathcal{C}_э$ (кВт/ч);	Затраты $\mathcal{E}_{об}$ (руб.)
Персональный компьютер	200	0,3	3.1	186
Настольная лампа	300	0,1		93
Итого:	500	0.4		279

Исходя из таблицы 10, рассчитали затраты на электроэнергию:

$$\mathcal{E}_{об} = 279 \text{ руб.}$$

6.4.3 Заработная плата исполнителей темы

В данную статью включается основная и дополнительная заработная плата, инженерно-технических и научных работников, которые участвуют непосредственно в выполнении данного проекта. Заработная плата состоит из основной и дополнительной, и рассчитывается по формуле:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} \quad (8)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата (руб.);

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (руб.);

Сначала рассчитаем основную заработную плату по формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p \quad (9)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата (руб.);

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемая работником.

Средняя заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_m} \quad (10)$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника (руб.);

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени (Таблица 11).

Таблица 11 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Инженер (студент)
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	99	93
- праздничные дни	13	13
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	76
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	205	183

Месячный должностной оклад работника рассчитывается исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} \quad (11)$$

$З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке (руб.);

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок (0,2-0,3);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент 1,3 (для Томской области).

Дополнительная заработная плата является доплатой, учитывающей условия труда, отклоняющейся от нормальной, а также выплаты, которые связаны с обеспечением компенсаций, гарантий. Величина дополнительной заработной платы определяется Трудовым кодексом РФ.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (12)$$

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

$$З_{\text{доп рук}} = 20132 \cdot 0,15 = 3020 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{доп ст}} = 3915 \cdot 0,15 = 587 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{доп}} = 3020 + 587 = 3607 \text{ руб}$$

Таблица 12 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Разряд	$k_{\text{т}}$	$З_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб.	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$	$З_{\text{осн}}$, руб.
Научный руководитель	14	10.7	6420	0.3	0.4	1.3	14188	719	28	20132
Инженер	1	1,2	720	0,3	0,4	1,3	1591	87	45	3915

6.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данном разделе будут рассчитаны отчисления во внебюджетные фонды, согласно законодательству РФ являются обязательными, а именно отчисления органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС).

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (13)$$

$k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений во внебюджетные фонды.

На 2017г. согласно пункту 1 ст. 58 федерального закона №212-ФЗ размер страховых взносов образовательных учреждений составляет 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды представим в таблице 8.

Таблица 13 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Отчисления во внебюджетные фонды, руб
Руководитель	20132	3020	6945
Студент	3915	587	1351
Итого			8296

6.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовый и телеграфный расходы и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{пр}}, \quad (14)$$

где $k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов в размере 16%.

$$З_{\text{накл}} = (1800 + 321900 + 24047 + 5607 + 8296) \cdot 0,16 = 57864 \text{ руб.}$$

6.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определим бюджет затрат на научно-исследовательский проект путем суммирования предыдущих статей, и получим общую себестоимость, которую занесем в таблицу 14.

Таблица 14 – Общие расходы

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИР	1800	Пункт 4.5.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных работ	321900	Пункт 4.5.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	24047	Пункт 4.5.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	3607	Пункт 4.5.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	8296	Пункт 4.5.5
6. Накладные расходы	57864	Пункт 4.5.6
7. Бюджет затрат НИР	417514	Сумма ст. 1-6

Расчет произведен с учетом работы в 1 месяц. Общая продолжительность исследования (экспериментальная часть) составляет 3 месяца. Согласно смете затрат на проектирование, наибольшие затраты идут на приобретение специального оборудования для проведения научных работ, который составляет 321900 рублей. Данный уровень расходов соответствует текущему уровню затрат на научно-исследовательскую работу.

6.5 Оценка целесообразности исследования

6.5.1 Оценка научно-технического уровня следования

Для определения научно - технического уровня проекта, его научной ценности, технической значимости и эффективности необходимо, рассчитать коэффициент научно-технического уровня (НТУ).

Коэффициент НТУ рассчитывается при помощи метода балльных оценок. Суть метода состоит в присвоении каждому из признаков НТУ определенного числа баллов по принятой шкале. Общую оценку приводят по сумме баллов по всем показателям с учетом весовых характеристик.

Формула для определения общей оценки:

$$\text{НТУ} = \sum_{i=1}^n k_i * \Pi_i \quad (15)$$

где k_i – весовой коэффициент i – го признака;

Π_i – количественная оценка i – го признака.

Таблица 15 - Весовые коэффициенты НТУ

Признаки НТУ	Весовой коэффициент
Уровень новизны	0,8
Теоретический уровень	0,6
Возможность реализации	0,3

Таблица 16 - Шкала оценки новизны

Баллы	Уровень
1-4	Низкий НТУ
5-7	Средний НТУ
8-10	Сравнительно высокий НТУ
11-14	Высокий НТУ

Таблица 17 - Значимость теоретических уровней

Характеристика значимости теоретических уровней	Баллы
Разработка нового метода	10
Глубокая разработка проблем, многосторонний анализ	8
Разработка численных экспериментов	6
Элементарный анализ результатов моделирования	3

Таблица 18 - Возможность реализации по времени и масштабам

Время реализации	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	5
Свыше 10 лет	3

Расчет НТУ:

$$\text{НТУ} = \sum_{i=1}^n k_i * \Pi_i \quad (16)$$

где $k_1 = 0,8$; $k_2 = 0,6$; $k_3 = 0,3$;

$\Pi_1 = 9$; $\Pi_2 = 6$; $\Pi_3 = 4$;

$$\text{НТУ} = 0,8 \cdot 9 + 0,6 \cdot 6 + 0,3 \cdot 4 = 12$$

По полученным значениям коэффициент научно-технического уровня (НТУ) можно сказать о достаточно высоком научно - техническом уровне исследования, его научной ценности, технической значимости и эффективности.

Таблица 19 – Оценка уровня научно-технического эффекта

Уровень НТУ	Показатель НТУ
Низкий	1 - 4
Средний	4 - 7
Сравнительно высокий	7 - 10
Высокий	10 - 13

Таким образом, данная НИР имеет высокий уровень НТУ, равный 12.