

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
Расчетно-конструкторская модель гиродина

УДК 629.78

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б2В	Индыгашева Нэля Сергеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ТПС	Костюченко Тамара Георгиевна	Кандидат технических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. менеджмента, ИСГТ	Николаенко Валентин Сергеевич			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ, ИНК	Мезенцева Ирина Леонидовна			

По разделу «Вопросы технологии»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ТПС	Гормаков Анатолий Николаевич	Кандидат технических наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий каф. ТПС, доцент	Бориков Валерий Николаевич	Доктор технических наук		

Томск – 2016 г.

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код результата	Результат обучения
<i>Профессиональные компетенции</i>	
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
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
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
P4	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
P5	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
P6	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
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
P8	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой,

	демонстрировать ответственность за результаты работы
P9	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности
P10	Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а так же различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду
P11	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки (специальность) 12.03.01 Приборостроение
Кафедра точного приборостроения

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) _____ (Дата) Бориков В.Н.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Б2В	Индыгашева Нэля Сергеевна

Тема работы:

Расчетно-конструкторская модель гироидина

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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.).

Объект разработки – расчетно-конструкторская модель гироидина.

Требования к гиродину:

Кинетический момент – $5 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}$;

Ресурс – 5 лет минимум;

Масса – 7 кг;

Потребляемая мощность – максимум 20 Вт;

Высота обода маховика – 40 мм;

Скорость – 10000 об/мин.

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, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Аналитический обзор по литературным источникам Расчетно-конструкторская модель Выбор датчика положения ротора Выбор электродвигателя Выбор материалов Дополнительные разделы: «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» «Социальная ответственность» «Вопросы технологии»
Перечень графического материала	Чертеж общего вида гироидина Чертеж вала
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Николаенко Валентин Сергеевич, ассистент кафедры Менеджмента, ИСГТ
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна, ассистент кафедры ЭБЖ, ИНК
Вопросы технологии	Гормаков Анатолий Николаевич, доцент кафедры ТПС, к.т.н.
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 каф. ТПС	Костюченко Тамара Георгиевна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б2В	Индыгашева Нэля Сергеевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Б2В	Индыгашевой Нэле Сергеевне

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

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Работа с информацией, представленной в научных публикациях;
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Определение структуры плана проекта и трудоёмкости работ, разработка графика проведения НИИ, бюджет НИИ.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Определение интегрального показателя финансовой эффективности, интегрального показателя ресурсоэффективности, интегрального показателя эффективности и сравнительной эффективности вариантов исполнения

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Определение потенциалов потребителя результатов исследования.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Планирование этапов работы, определение календарного графика трудоёмкости работы, расчет бюджета.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Оценка сравнительной эффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. менеджмента, ИСГТ	Николаенко Валентин Сергеевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б2В	Индыгашева Нэля Сергеевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Б2В	Индыгашевой Нэле Сергеевне

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Теоретические исследования (моделирование, расчеты) характеристик приборов/ оборудования (без разработки опытного образца)	В ходе выпускной работы было произведено расчет и проектирование деталей гироидина.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Профессиональная социальная безопасность. 1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при эксплуатации объекта исследования. 1.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.	Рабочий процесс проводится в кабинете на кафедре, где могут быть такие вредные факторы как: отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенный уровень ионизирующих излучений. В ходе выполнения работы так же возможно поражение электрическим током.
2. Экологическая безопасность: 2.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду 2.2. Анализ «жизненного цикла» объекта исследования. 2.3. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.	Во время проведения исследования и по его окончанию не существуют источников загрязнения окружающей среды.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	В ходе работы возможно возникновение пожара.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Рациональная планировка рабочей зоны, требования к основным элементам рабочего места: рабочий стол, рабочий стул, персональный компьютер, клавиатура и мышка.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ, ИНК	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б2В	Индыгашева Нэля Сергеевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «Вопросы технологии»

Студенту:

Группа	ФИО
1Б2В	Индыгашевой Нэле Сергеевне

Институт	ИНК	Кафедра	ТПС
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Вопросы технологии»:

1. Годовая программа выпуска или размер партии	
2. Конструкторская документация на изделия	<i>Чертежи общего вида гиродина, спецификация, рабочий чертеж вала</i>
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	Определение сборочного состава гиродина
2. Оценка технологичности конструкции изделия	Оценка технологичности конструкции
3. Разработка технологического процесса сборки изделия	Разработка технологического процесса сборки гиродина
4. Обоснование выбора материала и расчет потребного количества необходимого материала	Оценка технологичности детали «вал»
5. Оценка технологичности детали «втулка». Разработка технологического процесса изготовления детали «втулка»	Разработка технологического процесса изготовления детали «вал»

Перечень разработанной документации (с точным указанием обязательных чертежей):

Карта технологического процесса сборки, Карта технологического процесса изготовления детали
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

--

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б2В	Индыгашева Нэля Сергеевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 89 с., 22 рис., 8 табл., 24 источников, 2 прил.

Ключевые слова: система ориентации космического аппарата, исполнительный орган, система автоматизированного проектирования.

Объектом исследования является гиродин.

Цель работы – разработка расчетно-конструкторской модели гиродина.

В процессе исследования разрабатывалась расчетно-конструкторская модель гиродина. В рамках разработки расчетно-конструкторской модели проведен расчет габаритных размеров маховика гиродина, проектирование 3D моделей деталей гиродина и в последующем создание сборочной 3D модели. Для всех деталей, входящих в состав гиродина, выбраны материалы.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики спроектированного гиродина: гиродин представляет собой двухступенный силовой гироскоп с кинетическим моментом 5 Нмс и скоростью вращения 10000 об/мин. Основной деталью гиродина является маховик, для базового варианта высота обода 40 мм и наружный диаметр 140 мм.

Степень внедрения: не внедрен.

Область применения: гиродин применяется для стабилизации и ориентации космических аппаратов

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

ГОСТ 27954-97 Видеомониторы персональных электронных вычислительных машин. Типы, основные параметры, общие технические требования.

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Система ориентации космического аппарата: одна из бортовых систем космического аппарата, обеспечивающая определённое положение осей аппарата относительно некоторых заданных направлений.

Гироскоп: двухстепенный силовой гироскоп.

Система автоматизированного проектирования (САПР): автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности.

T-Flex CAD: Система параметрического проектирования и 3D моделирования, позволяющая создавать 2D чертежи, 3D модели и сборочные конструкции любой сложности.

Оглавление

	С
Введение	13
Обзор литературы	15
1 Исполнительные органы	17
1.1 Исполнительные органы	17
1.2 Классификация систем управления	18
1.3 Назначение и состав систем ориентации	19
1.4 Типы исполнительных органов	23
1.5 Гиродин	24
2 Системы автоматизированного проектирования	26
2.1 T-FLEX CAD 2D/3D	31
3 Расчетно-конструкторская модель гиродин	34
3.1 Проектирование маховика гиродин	35
3.2 Датчик положения ротора	39
3.3 Электродвигатель	41
3.4 Расчетно-конструкторская модель	43
3.5 Выбор материалов	48
3.6 Расчет массы конструкции	49
4 Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение»	51
4.1 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	51
4.1.1 Расчет материальных затрат НТИ	51
4.1.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	53
4.1.3 Основная заработная плата исполнительной системы	54
4.1.4 Дополнительная заработная плата исполнительной темы	56
4.1.5 Отчисление во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	56
4.1.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского	57

проекта	
4.2 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	58
5 Раздел «Социальная ответственность»	61
5.1 Профессиональная социальная безопасность	61
5.1.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте	64
5.1.2 Повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочем месте	65
5.1.3 Электрический ток	66
5.2 Экологическая безопасность	67
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	68
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	70
6 Раздел «Вопросы технологии»	74
6.1 Определение сборочного состава узла	74
6.2 Выбор организационной формы сборки и метода сборки	75
6.3 Разработка технологического процесса сборки. Схема сборки с базовой деталью. Маршрутная и операционная карта	77
6.4 Выбор оборудования, оснастки, приспособлений, вспомогательных материалов и инструмента	78
6.5 Оценка технологичности узла и детали	78
6.6 Отработка изделия как сборочной единицы на технологичность	80
Заключение	84
Список публикаций студента	85
Список использованных источников	86
Приложение А. Сборочный чертеж гиродина и спецификация	89
Приложение Б. Маршрутная карта	93

Введение

Космические исследования находят широкое применение в хозяйственной деятельности человека. Исследования космоса ведутся как с помощью пилотируемых космических полетов, так и автоматических космических аппаратов.

Большое количество задач и проблем, решаемых с помощью космических аппаратов, привело к созданию большого количества космических аппаратов с различным функциональным назначением. Эти космические аппараты должны быть оснащёнными системами ориентации. Необходимость данной системы обусловлена следующими задачами:

- ориентирование солнечных батарей на Солнце;
- для навигационных измерений;
- для проведения различных исследований;
- при передаче информации с помощью остронаправленной антенны;
- перед включением тормозного или разгонного двигателя с целью изменения траектории полёта.

Составной частью систем ориентации являются исполнительные органы. Использование космического пространства непрерывно связано с совершенствованием как систем ориентации в целом, так и их исполнительных органов – одного из элементов этой системы.

Создание исполнительного органа, отвечающих современным требованиям, обусловило развитие как теории в области космонавтики, так и инженерно-практических вопросов. Основой большинства типов исполнительных органов является гироскоп.

В данной работе был рассмотрен один из множества исполнительных органов, такой как гиродин, представляющий собой двухступенный силовой гироскоп. Гиродин предназначен для ориентации и стабилизации космических аппаратов.

Целью работы было создание расчетно-конструкторской модели гироидина с заданными параметрами. Конструирование и сборка деталей проводились с помощью CAD системы T-FLEX CAD 2D/3D.

Обзор литературы

При написании данной выпускной квалификационной работы были использованы научная и учебно-методическая литература, связанная с исполнительными органами и системами ориентации космических аппаратов.

На основе работ «Электромеханические исполнительные органы систем ориентации космических аппаратов» Дмитриева В.С., Костюченко Т.Г., Гладышева Г.Н. и «Управление космическими летательными аппаратами» Алексеева К.Б., Бебенина Г.Г. был рассчитан и сконструирован маховик гиродин. Маховик является основным элементом гиродин. В последующем уже была спроектирована вся конструкция гиродин.

Одним из основных элементов систем управления является исполнительный орган.

В зависимости от назначения космического аппарата (спутник связи, геодезический спутник и т.п.) системы ориентации могут быть различными, но задача у них одна – обеспечить требуемую ориентацию корпуса космического аппарата для выполнения необходимых технологических операций [1].

Эта задача систем ориентации искусственных спутников Земли разделяется на следующие подзадачи:

- обеспечение задач навигации, т.е. осуществление программных маневров и коррекций траектории;
- обеспечение научных исследований (изучение планет, астрофизических объектов и т.п.);
- обеспечение электроэнергией бортовой аппаратуры, т.е. участие в осуществлении маневров, обеспечивающих максимальную освещенность солнечных батарей;
- обеспечение связи, т.е. наведения остроуправляемых антенн на пункты приема передачи информации и команд.

Инерционные исполнительные органы, выполненные в виде вращающихся осесимметричных тел (роторов) называют силовыми гироскопами, гироскопическими силовыми стабилизаторами, электромеханическими исполнительными органами, гиродинами [2].

Гиродин — вращающееся инерциальное устройство, применяемое для высокоточной ориентации и стабилизации, как правило, космических аппаратов, обеспечивающее правильную ориентацию в полете и предотвращающее беспорядочное вращение [4].

1 Исполнительные органы

1.1 Системы управления

Первые космические аппараты (спутники), предназначенные для исследования космоса, не имели систем ориентации. Необходимость последних возникла в связи с расширением и углублением космических исследований, проведением научных экспериментов и решением непрерывно расширяющегося круга практических задач в области связи, метеорологии, навигации наземных средств транспорта, геологии, а также задач техники применения космических аппаратов. Все это потребовало создания космического аппарата различного функционального назначения.

Основная задача системы управления космического аппарата – это компенсация возмущений, действующих на него в полете (или неточности выведения), а также программное наведение.

В зависимости от назначения космического аппарата (спутник связи, геодезический спутник и т.п.) системы ориентации могут быть различными, но задача у них одна – обеспечить требуемую ориентацию корпуса космического аппарата для выполнения необходимых технологических операций [1].

Эта задача систем ориентации искусственных спутников Земли разделяется на следующие подзадачи:

- обеспечение задач навигации, т.е. осуществление программных маневров и коррекций траектории;
- обеспечение научных исследований (изучение планет, астрофизических объектов и т.п.);
- обеспечение электроэнергией бортовой аппаратуры, т.е. участие в осуществлении маневров, обеспечивающих максимальную освещенность солнечных батарей;
- обеспечение связи, т.е. наведения остронаправленных антенн на пункты приема передачи информации и команд [2].

1.2 Классификация систем управления

Одним из основных элементов систем управления является исполнительный орган. По типу исполнительного органа все эти системы можно разделить на [1]:

- Системы ориентации и стабилизации, исполнительными органами у которых являются реактивные двигатели;
- Системы ориентации и стабилизации, у которых исполнительными органами являются двигатели-маховики, в том числе и установленные в карданов подвес;
- Системы ориентации с моментным магнитопроводом, создающим управляющий момент с помощью тока в электрическом контуре космического аппарат;
- Комбинированные системы ориентации и стабилизации, в качестве исполнительного органа у которых используются наряду с двигателями-маховиками или моментные магнитопроводы в режиме грубой ориентации, или реактивные двигатели;
- Гравитационные системы ориентации;
- Аэродинамические системы ориентации;
- Стабилизация вращением [1].

Исполнительные органы перечисленных систем можно разделить на два основных класса:

- исполнительные органы, использующие для создания управляющих моментов внешние по отношению к космическим аппаратам силы;
- исполнительные органы, основанные на реактивных принципах.

Отличительной особенностью и главным преимуществом последних является их способность работать при отсутствии, какого бы то ни было полезного взаимодействия с внешней средой. Независимость от окружающей среды предоставляет большие возможности для удовлетворения

самых разнообразных требований, необходимость выполнения которых может возникнуть при разработке конкретной системы ориентации.

В этом классе исполнительных органов можно выделить две разновидности: управляющие реактивные двигатели систем ориентации, создающие реактивные силы, и инерционные исполнительные органы, генерирующие реактивные моменты.

Первая из названных разновидностей использует для ориентации космического аппарата реактивные двигатели, создающие тягу путем отброса некоторой массы.

Вторая разновидность охватывает довольно большой круг устройств, генерирующих реактивные моменты вращательным движением отдельных частей космического аппарата.

Инерционные исполнительные органы, выполненные в виде вращающихся осесимметричных тел (роторов) называют силовыми гироскопами, гироскопическими силовыми стабилизаторами, электромеханическими исполнительными органами, гиродинами. [2]

1.3 Назначение и состав систем ориентации

В наши дни космические аппараты из экзотических превратились в обычное средство решения повседневных задач. Космические аппараты используются в:

- телевидении;
- телеграфно-телефонной связи;
- прогнозирование погоды;
- геодезии и т.д.

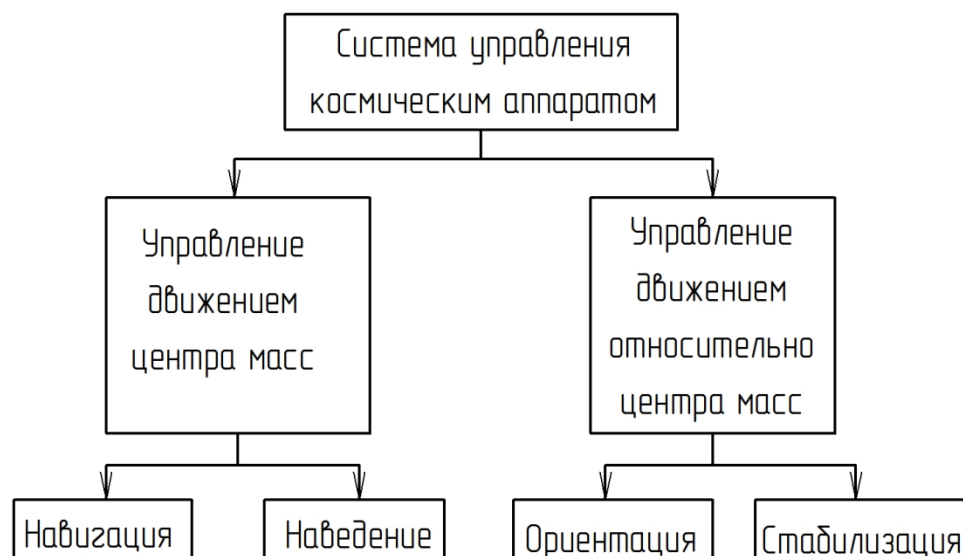


Рисунок 1 - Схема системы управления космическим аппаратом

Из рисунка 1 видно, что эти два направления имеют самостоятельные задачи: одна из них обеспечивает необходимую величину управляющего воздействия для вывода космического аппарата в расчетную точку пространства с заданной скоростью в требуемый момент времени, вторая определяет величины и направления управляющих воздействий для создания требуемого углового движения космического аппарата относительно его центра масс, чтобы гарантировать совмещение осей космического аппарата с осями системы координат, называемой базовой.

Большое разнообразие конкретных технических задач, возникающих перед разработчиками систем ориентации космических аппаратов, привело к созданию множества типов этих систем, а, следовательно, и их функциональных узлов, а том числе и исполнительных органов.

По степени полноты выполняемых функций системы ориентации следует разделить на два вида: одноосные и трехосные.

Первый тип ориентирует лишь одну ось космического аппарата требуемым образом, две другие остаются произвольными. Примером может служить система радиосвязи с Землей, где необходимым условием является направление антенны в заданную точку.

Второй вид систем ориентации представляет полную ориентацию трех осей космического аппарата определенным образом.

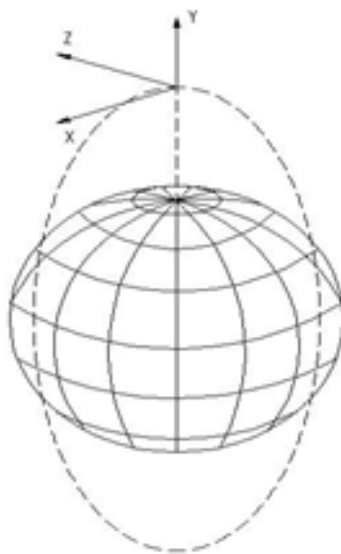


Рисунок 2 - орбитальная система координат

На рисунке 2 показана орбитальная система координат. Соединив центр Земли с центром масс космического аппарата и продолжив эту линию, получим положительное направление оси OY ; перпендикулярно плоскости орбиты направим ось OZ , а ось OX направляется таким образом, чтобы система координат была правой.

Данная система является базовой и относительно ее осей совершаются программные угловые движения космического аппарата.

Используя терминологию, заимствованную из авиации, углы отклонения называют соответственно углами рыскания, тангажа и крена.

Практически ориентация летательного аппарата может производиться двумя принципиально различными методами: пассивным и активным (рис. 3).

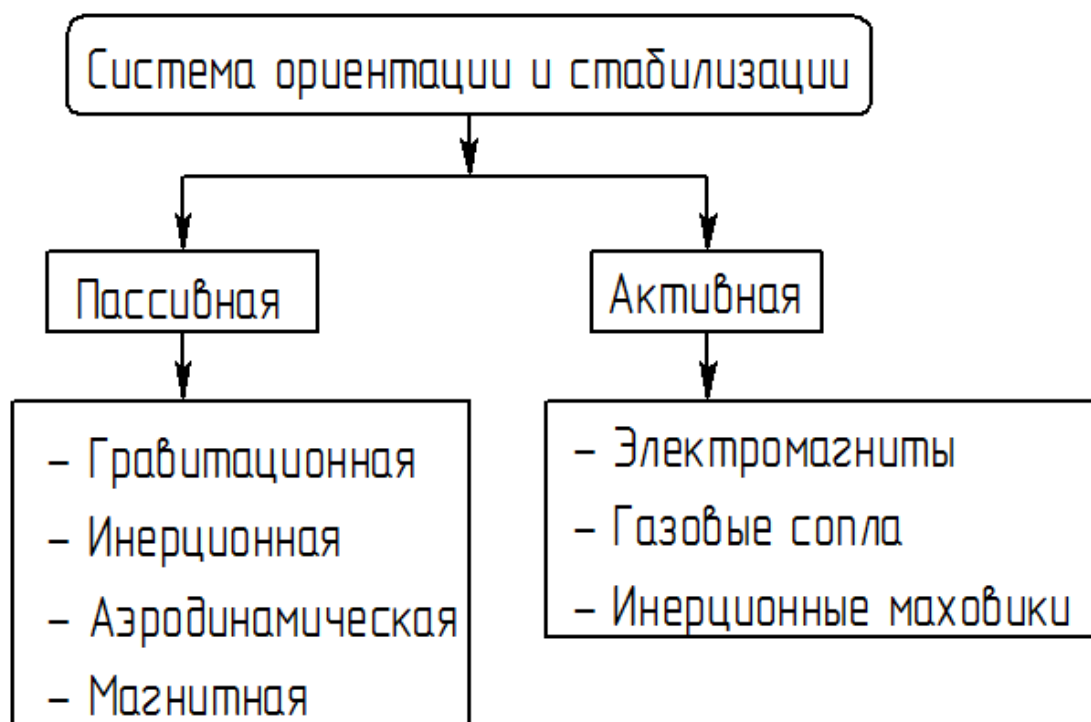


Рисунок 3 - Классификация систем ориентации космического аппарата

Пассивной ориентацией принято называть ориентацию летательного аппарата, осуществляемую за счет внешних моментов, создаваемых в результате взаимодействия с окружающей средой. Основными видами пассивной ориентации являются: гравитационная, аэродинамическая, аэродинамическая, магнитная ориентация [3]. Пассивные методы ориентации наряду с их существенными достоинствами – простотой и минимальными энергетическими затратами – имеют ряд ограничений. Основная особенность, ограничивающая их применение, состоит в том, что каждый из этих методов может использоваться для ориентации летательного аппарата лишь относительно одной, вполне определенной, системы отсчета и не обеспечивает возможность переориентации. Активные методы ориентации не имеют недостатков, присущих пассивным методам, хотя и требуют затраты энергии или массы для создания стабилизирующих моментов. При этом в процессе ориентации происходит потребление энергии или расход массы, запасенной на борту космического

летательного аппарата (электроэнергии, сжатого газа, химического топлива), или затраты энергии солнечных батарей. Данные методы позволяют обеспечить ориентацию относительно любой базовой системы отсчета и производить переориентацию, т. е. переход от одной ориентации к другой, в тех случаях, когда это необходимо.

В зависимости от степени участия человека в управлении системы ориентации подразделяют на автоматические, полуавтоматические и системы ручной ориентации.

Системы ориентации делят также на: грубые, точность ориентации у которых до десяти градусов; средние, точность ориентации у которых единицы градусов; точные, точность ориентации у которых составляет угловые минуты.

Существует ряд других признаков, по которым возможно классифицировать системы ориентации. Однако из отмеченного следует, что одна и та же система ориентации по своим техническим характеристикам может быть отнесена к нескольким классам: автоматической, точной, активной и т.д. [4].

1.4 Типы исполнительных органов

Для ориентации, стабилизации и обработки программных угловых движений космическим аппаратом в настоящее время наибольшее распространение в качестве исполнительных органов получили двигатели-маховики, выполняющие функции силовых гироскопов при установке их в карданов или одностепенной подвесы, или жестко установленные на основании. В качестве приводов для маховиков применяют электрические двигатели различных типов, наиболее приемлемые как в энергетическом аспекте, так и в отношении удобства управления.

Двигатели-маховики и силовые гироскопы генерируют управляющие моменты путем изменения количества движения маховиков и гироскопов, имеющих вращающиеся маховые массы. В соответствии с законом изменения

кинетического момента системы происходит приложение момента к корпусу космического аппарата.

В плане обеспечения постоянно растущих требований силовые гироскопы имеют очевидные достоинства перед остальными типами исполнительных благодаря присущему им свойству - усиливать управляющий момент. К тому же исполнительные органы на силовых гироскопах имеют преимущество по массогабаритным характеристикам и энергопотреблению по сравнению с исполнительными органами, например, на базе реактивных сопел.

Кроме того, непрерывный процесс совершенствования теории и практики управления, элементной базы и технологии позволяют решить многие научно-технические проблемы, некоторое время назад являвшимися серьезными преградами для решения задач по точности управления, длительности ресурса. К примеру, на современном уровне развития техники и технологии обеспечить безлюфтовое соединение подвижных элементов сервосистемы на длительный срок (10 -15 лет) технически вполне реализуемо.

Как уже отмечалось, в настоящее время наибольшее распространение в системах ориентации в связи с указанными достоинствами, находят исполнительные органы на базе силовых гироскопов с одно- или двухступенным подвесом. Они составляют два класса:

- исполнительные органы на базе двухступенного силового гироскопа;
- исполнительные органы на базе трехступенного гироскопа.

1.5 Гироскопы

В современной космической технике одной из важных проблем является создание систем ориентации и стабилизации космических аппаратов в пространстве. Для решения этой задачи существуют электромеханические исполнительные органы, служащие в качестве исполнительных органов, создавая управляющие моменты M_u в режимах стабилизации и программных поворотов космического аппарата относительно опорной системы координат

[3]. Применяются в основном два типа ЭМИО: управляющие двигатели-маховики и силовые гироскопические приборы, представляющие собой двухстепенные гироскопы (гиродин).

Гиродин — вращающееся инерциальное устройство, применяемое для высокоточной ориентации и стабилизации, как правило, космических аппаратов, обеспечивающее правильную ориентацию в полете и предотвращающее беспорядочное вращение.

Принцип работы инерциальных исполнительных органов основан на законе сохранения момента импульса. Когда двигатель-маховик раскручивается в одну сторону, то космический аппарат начинает крутиться в другую сторону. Если вдруг под влиянием внешних факторов космический аппарат начал разворачиваться в определенном направлении, достаточно увеличить скорость вращения маховика в ту же сторону, чтобы он компенсировал вредный момент и нежелательный поворот космического аппарата прекратится. На космическом аппарате гиродин заменил более простые системы на базе двигателя-маховика. [4]

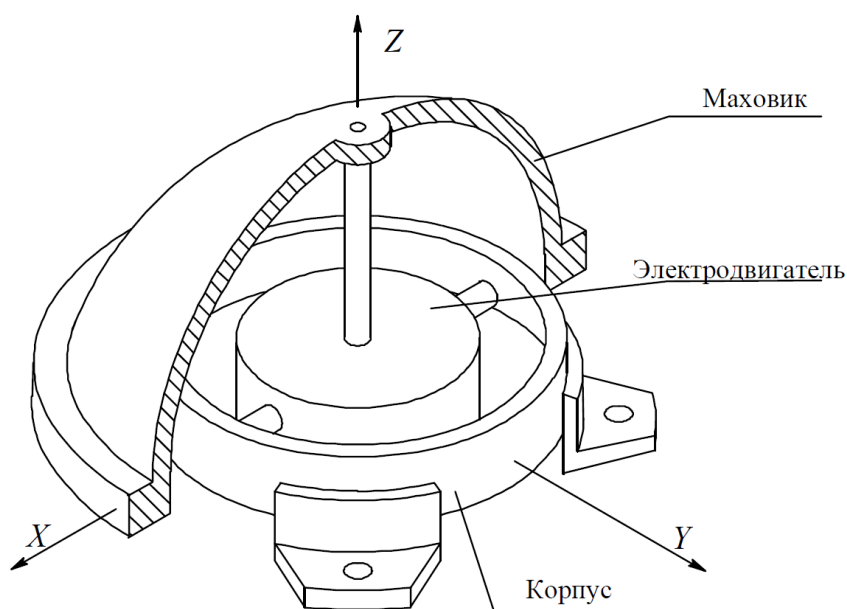


Рисунок 4 - Исполнительный орган на основе двухстепенного силового гироскопа.

2 Системы автоматизированного проектирования

Системы автоматизированного проектирования все больше входят в постоянную практику работы современного инженера-конструктора.

Система автоматизированного проектирования - автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности. Также для обозначения подобных систем широко используется аббревиатура САПР [5].

Часто САПР понимают ограниченно. САПР-ом называют расчет или моделирование с помощью компьютера какого-то одного параметра или группы параметров; либо синтез структуры разрабатываемого устройства (в лучшем случае какую-то одну проектную процедуру), или только чертежно-конструкторские графические редакторы с ограниченными наборами функций проектирования и автоматизированного проектирования технологических процессов. При этом не учитывается, что для САПР объектом автоматизации является весь процесс проектирования от предпроектных исследований до выпуска конструкторской документации и подготовки производства. Автоматизированное проектирование отождествляется с проектированием с применением ЭВМ для решения отдельных инженерных задач. Сегодня понятие «САПР» включает в себя гораздо большее, нежели просто «программно-аппаратный комплекс для выполнения проектных работ с использованием компьютеров», и зачастую этот термин употребляется, прежде всего, как удобная аббревиатура для обозначения большого класса систем автоматизации [5].

Это связано с тем, что за последние 15-20 лет такие системы прошли большой путь развития от «электронных кульманов» первого поколения, предназначенных в основном для машинной подготовки проектной

документации, до современных систем, автоматизирующих практически все процессы, связанные с проектированием и изготовлением новых изделий, будь то деталь, узел прибора или целый автомобиль, самолет или здание.

Сегодня двухмерная САПР - это не просто электронная чертежная доска. Главное - это быстрое, эффективное и безошибочное проектирование. Только с использованием современных систем проектирования можно в короткие сроки и с высоким качеством получить конкурентоспособное изделие.

Разумеется, чем сложнее разрабатываемое изделие, тем более сложной и многофункциональной должна быть САПР. Системы проектирования принято определять как CAD/CAM/CAE-системы. Функции автоматизированного проектирования распределяются в них следующим образом: модули CAD (Computer Aided Design) - для геометрического твердотельного моделирования и выпуска конструкторской документации (графические редакторы), модули CAM (Computer Aided Manufacturing) - для технологической подготовки производства, а модули CAE (Computer Aided Engineering) - для инженерных расчетов и анализа с целью проверки проектных решений. Таким образом, современная система CAD/CAM/CAE способна обеспечить автоматизированную поддержку работ инженеров и специалистов на всех стадиях цикла проектирования и изготовления новой продукции [6].

CAD/CAE/CAM-системы по масштабу решаемых ими задач (в зависимости от их функциональных возможностей, набора входящих в них модулей и структуры организации) принято разделять на три класса: системы низкого уровня, среднего и полномасштабные системы (масштаба предприятия).

Системы низкого уровня обычно имеют ограниченный набор модулей и кроме автоматизации чертежных работ включают в себя графический моделлер с 3D-поверхностной графикой (иногда с 3D-твердотельной), модуль визуализации трехмерных тел, модуль генерации программ для оборудования с ЧПУ и др. В них ограничены возможности параметрического проектирования и ассоциативных связей; как правило, отсутствуют модули управления данными

проекта, функционального анализа и управления процессом механосборки. К системам этого класса можно отнести такие системы автоматизации как AutoCAD, CADDY, отечественные Компас, Спрут и др.

Системы среднего уровня имеют наиболее широкий набор модулей. Системы этого класса обеспечивают более высокую функциональность при проектировании, используют геометрические моделиеры с возможностями параметрического моделирования и ассоциативности, а некоторые включают наборы модулей управления проектными данными и механическими сборками. К подобным системам могут быть отнесены Cimatron, KONSYS 2000, Pro/JUNIOR, MicroStation, отечественные T-Flex и др.

Наибольшими возможностями обладают полномасштабные системы CAD/CAE/CAM. Из них к числу наиболее распространенных относятся Pro/Engineer, Unigrphics, CADD5, CATIA. Это сложные, многофункциональные системы, в состав которых входит большой набор модулей (до 40 - 70) различного функционального назначения.

Все эти программные средства стали неоспоримыми помощниками при разработке новых изделий.

САПР используются в проектных, конструкторских, технологических и других организациях и на предприятиях с целью: повышения качества и технико-экономического уровня проектируемой и выпускаемой продукции; повышения эффективности объектов проектирования, уменьшения затрат на их создание и эксплуатацию; сокращения сроков, уменьшения трудоемкости проектирования и повышения качества проектной документации [7].

Достижение указанных целей при использовании САПР возможно при условиях:

- систематизации и совершенствования процессов проектирования на основе применения математических методов и средств вычислительной техники;
- комплексной автоматизации проектных работ в проектной организации с необходимой перестройкой ее структуры и кадрового состава;

- повышения качества управления проектированием;
- применения эффективных математических моделей проектируемых объектов, комплектующих изделий и материалов;
- использования методов многовариантного проектирования и оптимизации;
- автоматизации трудоемких и рутинных проектных работ;
- замены натурных испытаний и макетирования математическим моделированием;
- создания единых банков данных, содержащих систематизированные сведения справочного характера, необходимые для автоматизированного проектирования объектов;
- унификации и стандартизации методов проектирования.

Основная функция САПР - осуществление автоматизированного проектирования на всех или отдельных стадиях проектирования объектов и их составных частей на основе применения математических и других моделей, автоматизированных проектных процедур и средств вычислительной техники [8].

Автоматизированное проектирование в САПР заключается в том, что отдельные преобразования описаний объекта проектирования и представления описаний на различных языках осуществляются путем взаимодействия человека и ЭВМ. В САПР могут осуществляться процедуры автоматического проектирования, при которых преобразование и представление описаний объекта проектирования выполняются без участия человека.

Функционирование САПР должно обеспечивать получение проектных решений, т.е. промежуточных или конечных описаний объекта проектирования, достаточных для рассмотрения или окончания проектирования. Результатом проектирования в САПР является совокупность законченных проектных решений, удовлетворяющая заданным требованиям, необходимым для создания объекта проектирования. Функционирование САПР должно обеспечивать

получение проектных документов, выполненных в заданной форме и содержащих проектные решения или результаты проектирования [5].

Составными структурными частями САПР являются подсистемы, обладающие всеми свойствами системы и создаваемые как самостоятельные системы. По назначению подсистемы САПР разделяют на два вида: проектирующие и обслуживающие. Проектирующие подсистемы выполняют проектные процедуры и операции, например: подсистема проектирования деталей и сборочных единиц; подсистема проектирования частей зданий и сооружений; подсистема технологического проектирования. Обслуживающие подсистемы предназначены для поддержания работоспособности проектирующих подсистем, например: подсистема графического отображения объектов проектирования; подсистема документирования; подсистема информационного поиска.

В зависимости от отношения к объекту проектирования различают два вида проектирующих подсистем: объектно-ориентированные (объектные); объектно-независимые (инвариантные). Объектные подсистемы выполняют одну или несколько проектных процедур или операций, непосредственно зависящих от конкретного объекта проектирования. Инвариантные подсистемы выполняют унифицированные проектные процедуры и операции.

Подсистема состоит из компонентов САПР, объединенных общей для данной подсистемы целевой функцией и обеспечивающих функционирование этой подсистемы. Компонент представляет собой элемент обеспечения, выполняющий определенную функцию в подсистеме:

- методическое обеспечение - документы, в которых отражены состав, правила отбора и эксплуатации средств автоматизации проектирования;
- лингвистическое обеспечение - языки проектирования, терминология;
- математическое обеспечение - методы, математические модели, алгоритмы;
- программное обеспечение - документы с текстами программ, программы на машинных носителях и эксплуатационные документы;

- техническое обеспечение - устройства вычислительной и организационной техники, средства передачи данных, измерительные и другие устройства или их сочетания;
- информационное обеспечение - документы, содержащие описания стандартных проектных процедур, типовых решений, типовых элементов, комплектующих изделий, материалов и другие данные, а также файлы и блоки данных на машинных носителях с записью указанных документов;
- организационное обеспечение - положения, инструкции, приказы, штатные расписания, квалификационные требования и другие документы, регламентирующие организационную структуру подразделений и их взаимодействие с комплексом средств автоматизации проектирования [9].

2.1 T-FLEX CAD 2D/3D

T-FLEX CAD - система параметрического проектирования, объединяет в себе 3D- и 2D-функционал, обладает исчерпывающим инструментарием для создания параметрических и непараметрических чертежей деталей и сборок, а также для оформления конструкторской документации. При этом она обеспечивает полную поддержку как ЕСКД, так и зарубежных стандартов[8].

T-Flex CAD 2D – система автоматизированного параметрического проектирования и черчения. Предназначена для быстрого и качественного выпуска чертежной документации в полном соответствии с ЕСКД и международными стандартами. Позволяет создавать чертежи деталей, сборочные чертежи, спецификации, схемы, текстовые документы. Включает обширные библиотеки параметрических стандартных элементов.

T-Flex CAD 3D – система трехмерного твердотельного проектирования. Предназначена для создания трехмерных деталей, сборочных конструкций и автоматического получения точных чертежей по трехмерным моделям. Содержит полный набор функций для создания пространственных моделей, включая эффективный механизм параметрического пересчета двунаправленной

ассоциативности между чертежами и трехмерными моделями. Включает всю функциональность T-Flex CAD 2D.

Элементы модели T-Flex CAD могут быть связаны параметрами и геометрическими отношениями (параллельность, перпендикулярность, касание и т.д.). Все параметры чертежа могут быть выражены с помощью переменных, рассчитаны по формулам, выбраны из баз данных. Перечисленные возможности позволяют получить полностью параметрический чертёж и удобные способы его изменения.

Под параметризацией подразумевается многократное использование чертежа с возможностью изменения его параметров.

Уникальные по своим возможностям являются средства создания сборочных параметрических чертежей. T-Flex CAD позволяет получать сложные чертежи, в которых его отдельные части могут быть взаимосвязаны. Связь можно задать как через геометрическую зависимость, так и через значения параметров. Меняя параметры сборочного чертежа, можно за считанные секунды получить готовые чертежи нового проектируемого изделия. Одновременно с изменением сборочного чертежа получаем и чертежи его составных частей (деталей), а также другие сопутствующие документы.

Программа T-FLEX CAD полностью параметрическая, основанная на принципиально новом подходе к 2D-проектированию и оформлению чертежей: все параметры чертежа могут быть выражены с помощью переменных, рассчитаны с помощью обычных формул или выбраны из баз данных [10].

Кроме того, созданные в программе T-FLEX CAD параметрические чертежи отдельных деталей можно соединить, получая при этом параметрические сборочные чертежи, в которых изменение параметров сборочного чертежа приводит к изменению всех его составных частей.

Используя параметрические сборочные чертежи, созданные в T-FLEX CAD, имеется возможность быстро и эффективно получать требуемые модификации сборок. Сборочный чертеж можно спроектировать так, чтобы при различных условиях в него входили разные детали. Подобрав необходимые

параметры сборки, можно быстро получить готовые рабочие чертежи отдельных деталей и спецификацию, оформленную в соответствии с ЕСКД. При изменении параметров сборки автоматически будет изменяться спецификация и все другие документы. Уровень параметрических связей не ограничен.

3 Расчетно-конструкторская модель гиродина

Целью работы является создание расчетно-конструкторской модели гиродина.

Расчетно-конструкторская модель гиродина – это комплекс средств проектирования гиродина, включающий в себя непосредственно параметрическую 3D модель конструкции гиродина, позволяющую подбирать различные варианты конструкции его составных частей, и средства расчета комплекса эксплуатационных характеристик.

Основная задача, стоящая перед конструктором, – это создание гиродина, наиболее полно отвечающего требованиям технического задания, обладающего наилучшими технико-экономическими и эксплуатационными характеристиками. Уровень этих характеристик определяется мировыми достижениями в области управления космическими аппаратами.

В конструкции гиродина органа необходимо соблюдать требования технической эстетики, т.е. прибор должен иметь красивый внешний вид и строгую, без излишеств отделку.

Работа по созданию расчетно-конструкторской модели гиродина должна включать в себя расчеты, выбор материалов для деталей и выполнение сборочного и рабочих чертежей.

Гиродин состоит из следующих функциональных узлов:

1. Маховик, представляющий собой массивный ротор с явно выраженным ободом, выполненным из нержавеющей конструкционной стали.
2. Датчик положения ротора, который состоит из статора и ротора.
3. Электродвигатель, который состоит из статора, внешнего магнитопровода, представляющего собой ротор.
4. Цапфа, которая обеспечивает вторую степень свободы движения гиродина.

Требования к гиродину:

- Кинетический момент – $5 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}$;

- Ресурс – 5 лет минимум;
- Масса – 7 кг;
- Потребляемая мощность – максимум 20 Вт;
- Высота обода маховика – 40 мм;
- Скорость – 10000 об/мин.

3.1 Проектирование маховика гиродина

На первом этапе проектирования гиродина рассчитывается маховик, как основной элемент конструкции гиродина, и строится его 3D модель.

Для расчета габаритных размеров маховика, таких как внутренний и наружный радиус, сначала рассчитывается момент инерции маховика. А момент инерции маховика зависит от кинетического момента.

Момент инерции маховика определяется по формуле:

$$J = \frac{H}{\Omega},$$

где H – кинетический момент, Ω – скорость вращения маховика. Находим момент инерции маховика:

$$J = \frac{5H \cdot \text{м} \cdot \text{с}}{1047 \text{с}^{-1}} = 0,048 \text{кг} \cdot \text{м}^2$$

Таким образом, момент инерции маховика равен $J = 0,048 \text{кг} \cdot \text{м}^2$

Определяем диаметр обода маховика по формуле:

$$D = 2 \cdot \left(\frac{2 \cdot J}{\pi \cdot \gamma \cdot h} \right)^{0,25},$$

где J – момент инерции маховика, $\gamma = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ – удельная масса стали, h – высота обода маховика.

$$D = 2 \cdot \left(\frac{2 \cdot 0,048 \text{кг} \cdot \text{м}^2}{3,14 \cdot 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,04 \text{м}} \right)^{0,25} = 0,14 \text{м}$$

Внутренний радиус маховика вычисляется по формуле:

$$r = R \cdot \sqrt[4]{1 - \frac{J}{0,5 \cdot \pi \cdot \gamma \cdot h \cdot R^4}}, \quad (1)$$

где R – наружный радиус маховика и равен $R = \frac{D}{2} = \frac{0,14}{2} = 0,07 \text{ м}$

$$r = 0,07 \cdot \sqrt[4]{1 - \frac{0,0048 H \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2}{0,5 \cdot 3,14 \cdot 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,04 \text{ м} \cdot 0,07^4 \text{ м}}} = 0,061 \text{ м}.$$

Таким образом, внутренний радиус имеет значение $r = 0,061 \text{ м}$, а наружный радиус $R = 0,07 \text{ м}$. Тогда можно высчитать толщину обода маховика, которая получается равной $R - r = 0,07 - 0,061 = 0,009 \text{ м}$.

По полученным данным была построена 3D модель маховика в CAD-системе T-Flex CAD 2D/3D. На рисунке 5 приведена 3D модель маховика.

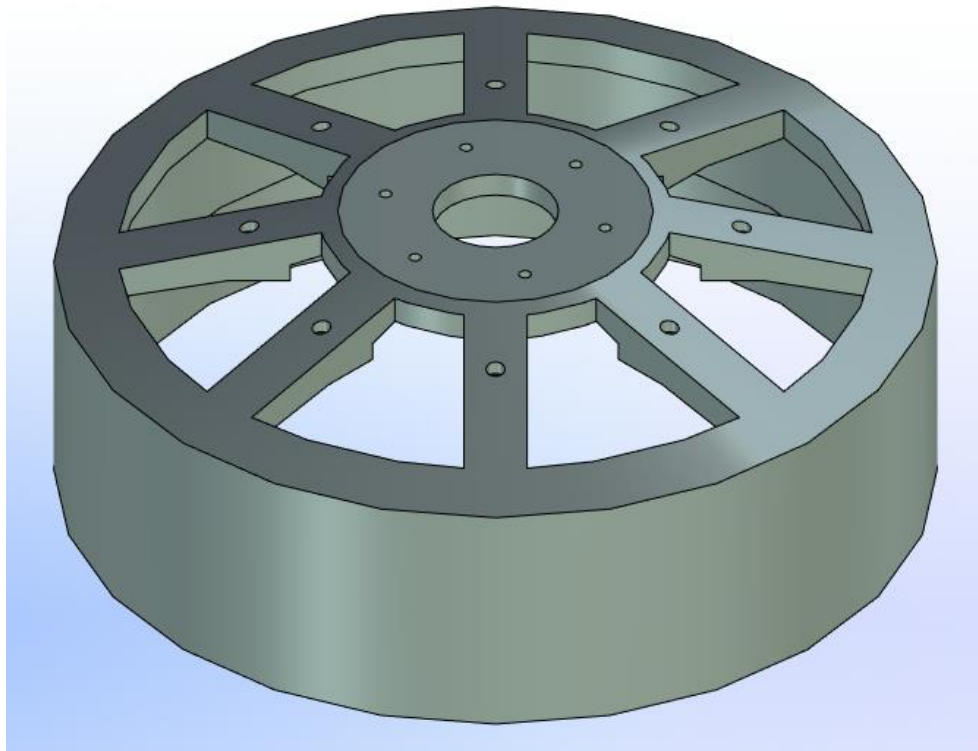


Рисунок 5 - 3D модель маховика.

Для того чтобы иметь возможность рассматривать большое количество вариантов конструкции маховика, 3D модель маховика создана параметрической. Это значит, что при изменении значения наружного радиуса маховика пересчитывается значение внутреннего радиуса по формуле 1 и перестраивается 3D модель конструкции с новыми параметрами. На рисунке 6

представлена копия экрана с окном Редактора переменных, где видна зависимость внутреннего радиуса маховика от наружного.

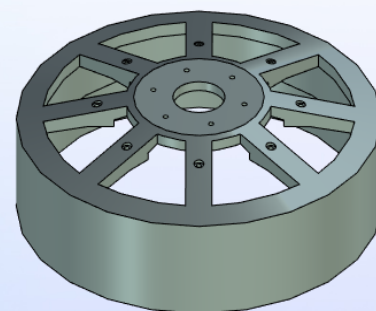
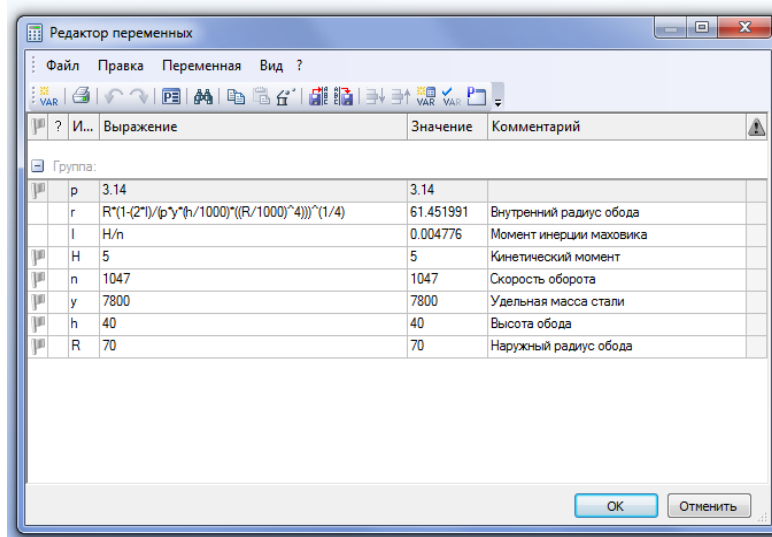


Рисунок 6 – окно Редактора переменных (наружный радиус маховика 70 мм)

На рисунке 7 показано окно Редактора переменных с измененным значением наружного радиуса. При изменении значения наружного радиуса обода на 70 мм внутренний радиус пересчитался и стал равным 42,3 мм.

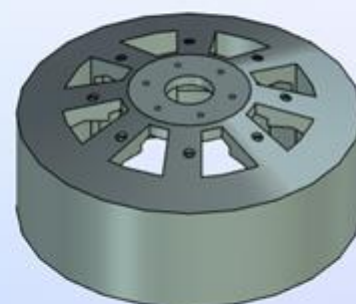
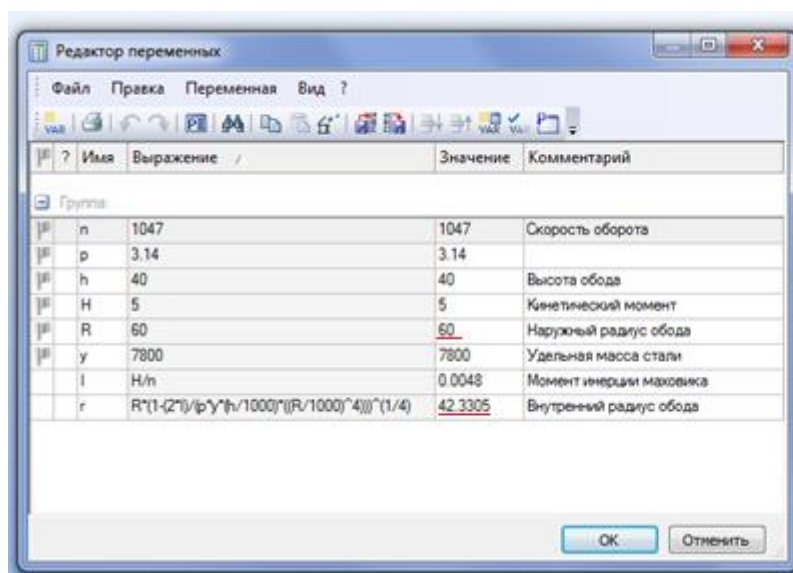


Рисунок 7 – Окно Редактора переменных с измененным значением наружного радиуса маховика (60 мм)

Как было сказано раньше, маховик является основным элементом гиродина. Масса маховика может составлять до 50% от массы всей конструкции. Рассчитаем массу маховика.

Масса обода маховика может быть рассчитана по формуле:

$$m = \pi \cdot \gamma \cdot (R^2 - r^2) \cdot h,$$

где $\gamma = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ – удельная масса стали, R – внешний радиус обода маховика, r – внутренний радиус обода маховика, h – высота обода.

$$m = 3,14 \cdot 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot (0,07^2 \text{ м} - 0,061^2 \text{ м}) \cdot 0,04 \text{ м} = 1,155 \text{ кг}.$$

Масса обода маховика составила 1,155 кг.

T-Flex CAD 2D/3D позволяет рассчитать массу конструкции по ее 3D модели, при условии, что для 3D модели задан материал, из которого она будет изготовлена. На рисунке 8 и 9 приведены результаты расчета массы маховика в T-Flex CAD для вариантов конструкции с радиусами 70 и 60 мм.

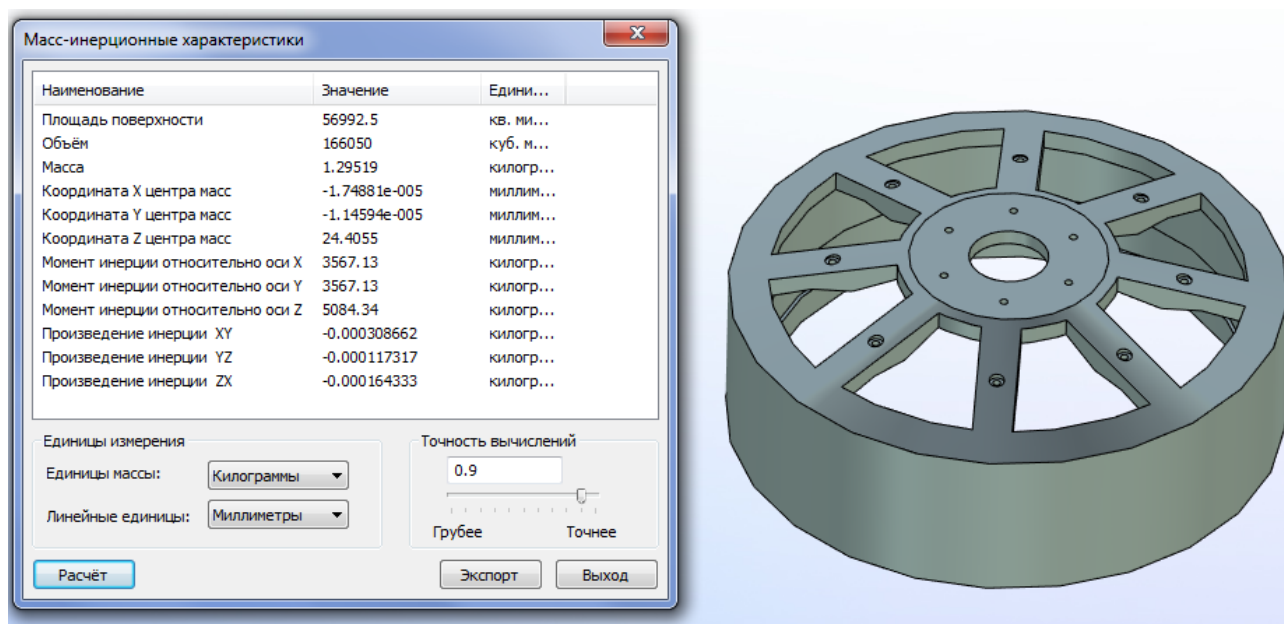


Рисунок 8 - Результаты расчета массы маховика (радиус 70 мм)

Масс-инерционные характеристики

Наименование	Значение	Едини...
Площадь поверхности	47292.2	кв. мм...
Объем	100143	куб. мм...
Масса	0.781116	килогр...
Координата X центра масс	0.000239992	миллим...
Координата Y центра масс	1.8032e-005	миллим...
Координата Z центра масс	26.1156	миллим...
Момент инерции относительно оси X	1806.35	килогр...
Момент инерции относительно оси Y	1806.35	килогр...
Момент инерции относительно оси Z	2225.48	килогр...
Произведение инерции XY	0.000199909	килогр...
Произведение инерции YZ	0.000206895	килогр...
Произведение инерции ZX	0.00267835	килогр...

Единицы измерения

Единицы массы:

Линейные единицы:

Точность вычислений:

Грубее Точнее

Расчёт Экспорт Выход

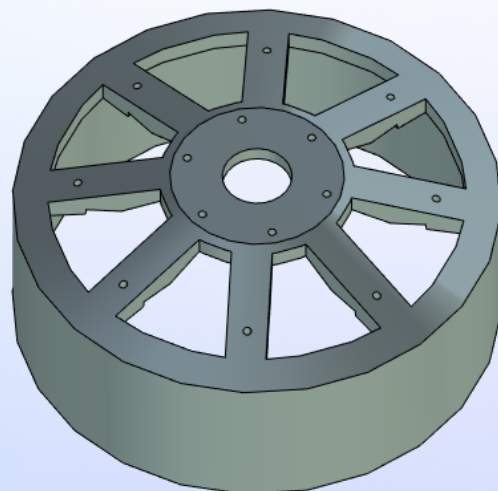


Рисунок 9 – Результаты расчета массы маховика (радиус 60мм)

Основной прочностной характеристикой маховиков является механическая прочность обода маховика. Она определяется через угловую скорость и размеры маховика и описывается соотношением:

$$\sigma = \frac{\gamma \cdot \Omega^2 \cdot R^2}{g},$$

где $\gamma = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ – удельная масса стали, Ω – скорость вращения; R – наружный радиус обода маховика, g – ускорение свободного падения. Для проектируемого маховика механическая прочность обода составляет:

$$\sigma = \frac{7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 1047^2 \text{ с}^{-1} \cdot 0,14^2 \text{ м}}{9,8} = 0,43 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Для используемого материала маховика (сталь 40Х13) предел прочности составляет приблизительно $380 \cdot 10^6$ Па, что значительно превосходит полученный результат. Это значит, что маховик удовлетворяет требованиям по прочности.

3.2 Датчик положения ротора

Датчик положения ротора (ДПР) – элемент электропривода, позволяющий определить положение ротора электрической машины (чаще

магнитного потока ротора). Информация о положении ротора, полученная от ДПР, используется для управления электродвигателем и электрогенераторами.

Датчик положения ротора может быть разных видов:

- Магнитоиндукционный (т.е. в качестве датчика используются собственно силовые катушки, но иногда используются дополнительные обмотки);
- Магнитоэлектрический (датчики на эффекте Холла);
- Оптоэлектрический (на различных оптопарах: светодиод-фотодиод, светодиод-фототранзистор, светодиод-фототиристор).

Датчики положения ротора нашли широкое применение при векторном управлении, в частности в вентильных двигателях. Часто ДПР дополнительно используются для определения и стабилизации скорости вращения вала электрической машины. Иногда ДПР применяют для определения положения объекта управления электропривода, однако при этом снижается точность управления по сравнению с вариантами, при которых датчик положения объекта управления установлен на самом объекте управления [11].

Современные тенденции электроприводной техники привели к появлению т.н. бездатчиковых электроприводов. В таких системах ДПР отсутствует, а необходимая информация о положении извлекается из фазных токов электродвигателя (в бездатчиковых приводах присутствуют датчики электрических величин). Особенную роль бездатчиковые системы играют в сетевых инверторах, на которые распространяются те же принципы управления, что и на электрические машины, однако установка ДПР физически невозможна.

Преимуществами бездатчиковых систем являются дешевизна, компактность и надёжность. Преимуществами систем с ДПР являются повышенная точность и сравнительная простота управления [12].

Бесконтактный двигатель постоянного тока существуют в исполнении отдельными с датчиками на роторе и без отдельных датчиков. В качестве отдельных датчиков применяются датчики Холла. Если выполнение без

отдельных датчиков, то в качестве фиксирующего элемента выступают обмотки статора. При вращении магнита ротор наводит в обмотках статора ЭДС, в результате чего возникает ток.

Статор имеет традиционную конструкцию и похож на статор асинхронной машины. Он состоит из корпуса, сердечника из электромеханической стали и медной обмотки, уложенный в пазы по периметру сердечника.

Ротор изготавливается с использованием постоянных магнитов.

Вначале для изготовления ротора использовались ферритные магниты. Они распространены и дешевы, но им присущ недостаток в виде низкого уровня магнитной индукции. Сейчас получают популярность магниты из редкоземельных элементов, так как они позволяют получить высокий уровень магнитной индукции и уменьшить размер ротора.

Датчик углового положения ротора должен выдерживать достаточно суровые условия работы в отсеке двигателя, обладать высокой надежностью и иметь низкую стоимость [11].

3.3 Электродвигатель

В качестве привода для маховика используется бесконтактный двигатель постоянного тока. Он отличается от коллекторных двигателей традиционной конструкции тем, что у него щеточно-коллекторный узел заменен полупроводниковым коммутатором (инвертором), управляемым сигналами, поступающими с бесконтактного датчика положения ротора. Рабочая обмотка двигателя (обмотка якоря) расположена на сердечнике статора, а постоянный магнит на роторе [13].

Вал двигателя Д (рис. 10) механически соединен с датчиком положения ротора ДПР, сигнал от которого поступает в блок коммутатора БК. Подключение секций обмотки якоря происходит через элементы блока коммутатора. Назначение ДПР – выдавать управляющий сигнал в блок

коммутатора в соответствии с положением полюсов постоянного магнита относительно секций обмотки якоря [14].

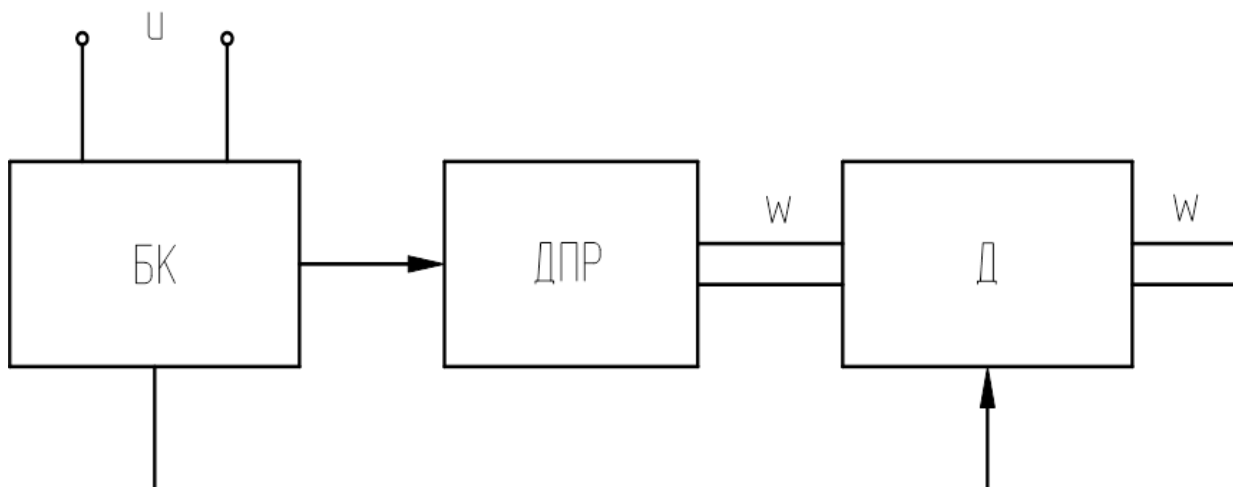


Рисунок 10 – Блок схема БДПТ

В [3] описаны две схемы конструкции приводного бесконтактного двигателя постоянного тока. На вес исполнительного органа влияет то, по какой схеме он сконструирован.

Первая схема – это применение традиционной компоновки бесконтактного двигателя постоянного тока во встроенном исполнении в сочетании с гладким цилиндрическим ободом маховика (рис. 11)

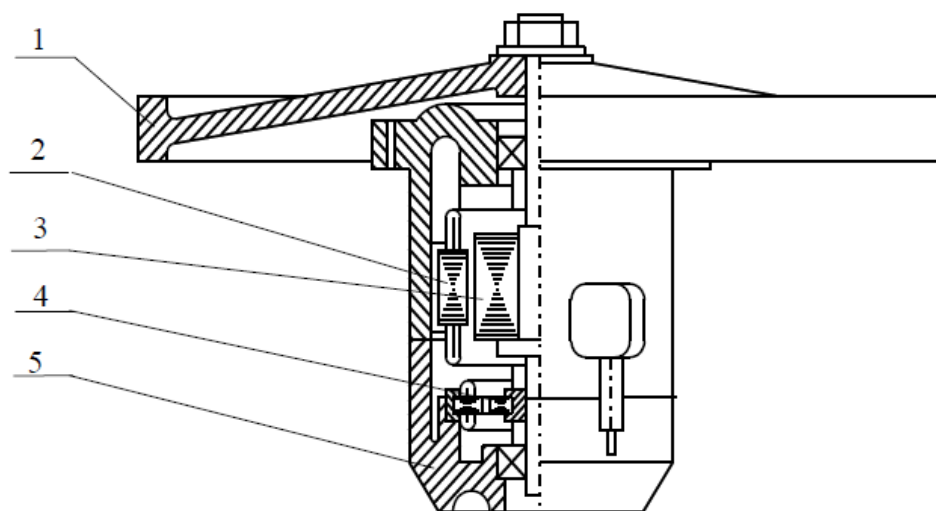


Рисунок 11 – Двигатель-маховик с традиционной формой компоновки бесконтактного двигателя постоянного тока:

- 1 – маховик; 2 – статор; 3 – ротор электродвигателя;
- 4 – датчик положения ротора; 5 – корпус

Вторая схема – это совмещение активных частей бесконтактного двигателя постоянного тока с ободом маховика [3].

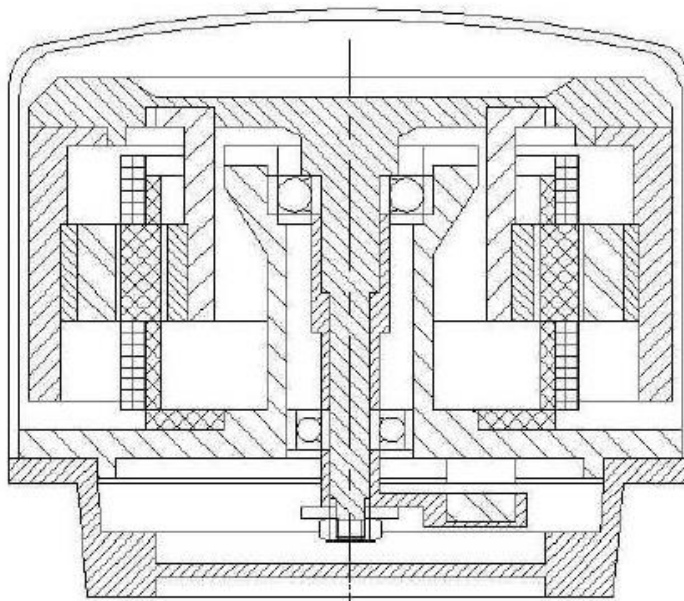


Рисунок 12 – Двигатель-маховик с совмещением активных частей бесконтактного двигателя постоянного тока с ободом маховика

Сравнение весовых показателей исполнительных органов, выполненных по этим двум вариантам схемы, свидетельствует в пользу второго. Поэтому выбирается вторая схема конструкции электродвигателя [3].

3.4 Расчетно-конструкторская модель гиродина

На следующем этапе проектирования гиродина были построены 3D модели всех деталей в T-FLEX CAD 2D/3D. На рисунках 11-16 представлены 3D модели некоторых деталей гиродина

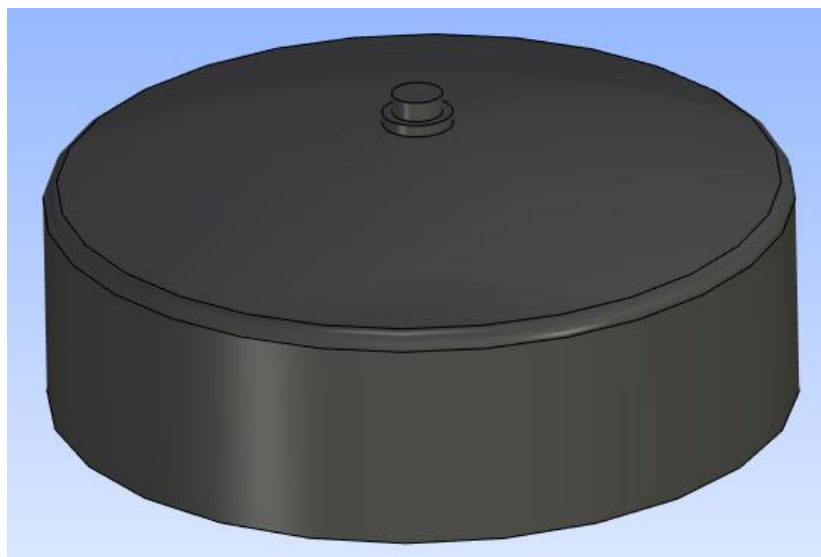


Рисунок 13 – Кожух гиродина

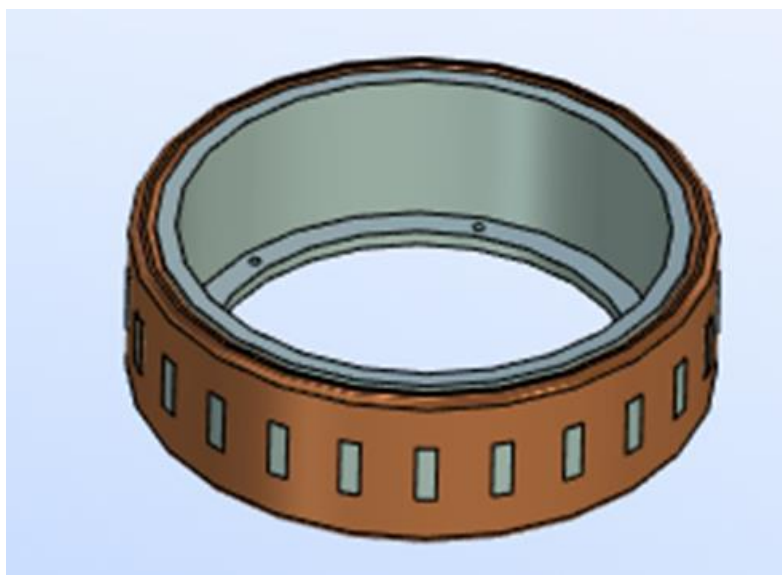


Рисунок 14 – Статор электродвигателя

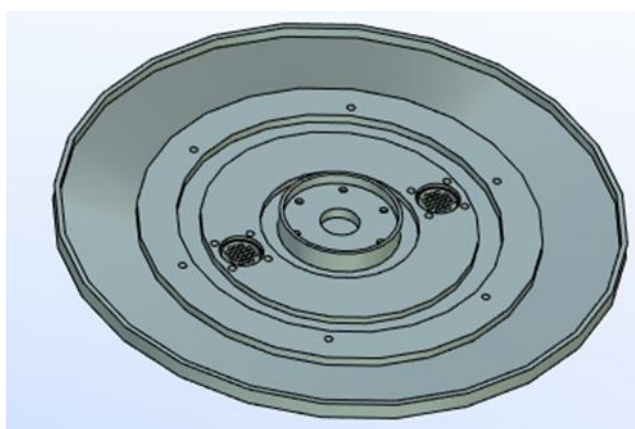


Рисунок 15 - Основание

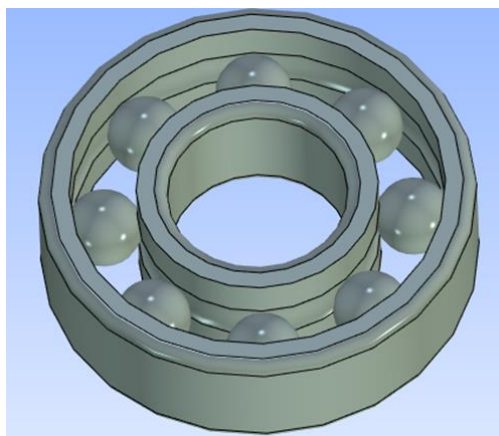


Рисунок 16 - Подшипник

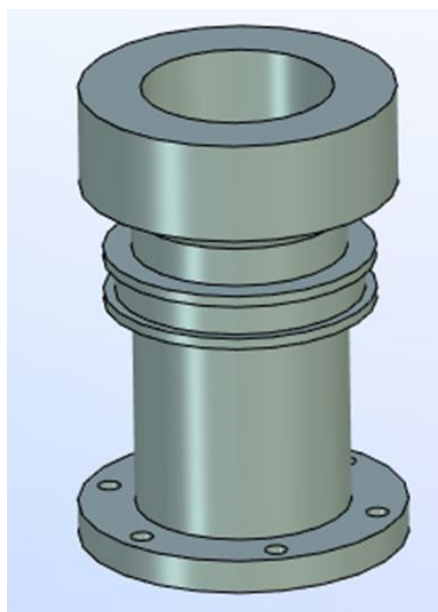


Рисунок 17 - Втулка

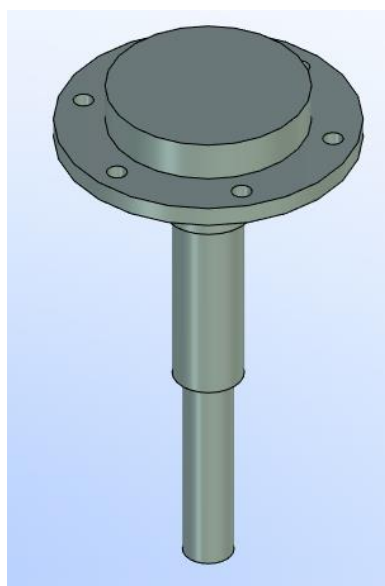


Рисунок 18 - Вал

После того как были спроектированы 3D модели деталей, была произведена сборка всей конструкции. На рисунке 19 представлена 3D сборка конструкции. Но она не дает нам информации о внутреннем составе конструкции, мы можем видеть только внешний вид гироидина. Для того чтобы рассмотреть, что же находится внутри гироидина было проведена операция по отсечению конструкции. 3D модель сборки гироидина в отсеченном виде представлена на рисунке 20.

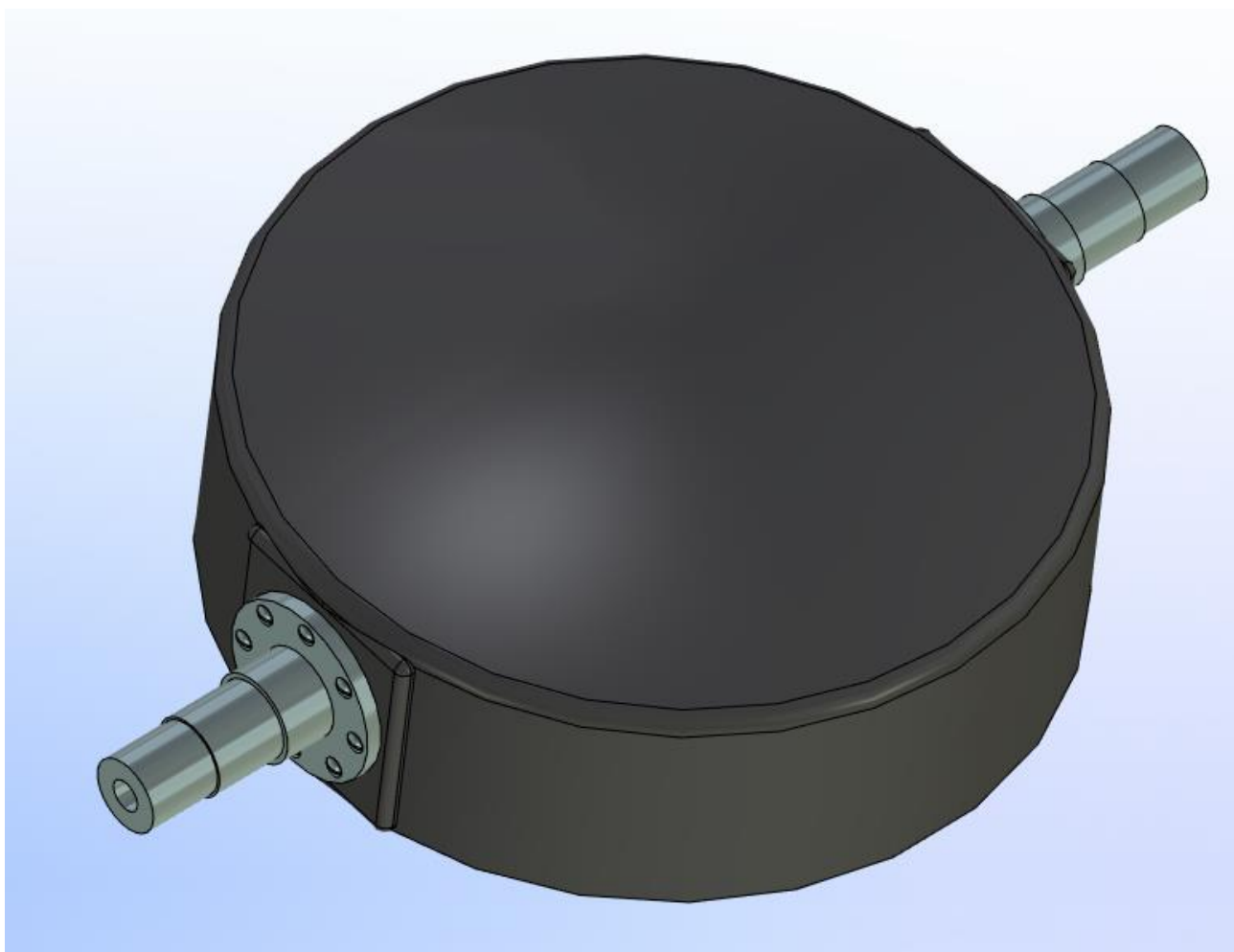


Рисунок 19 – 3D модель конструкции гироидина

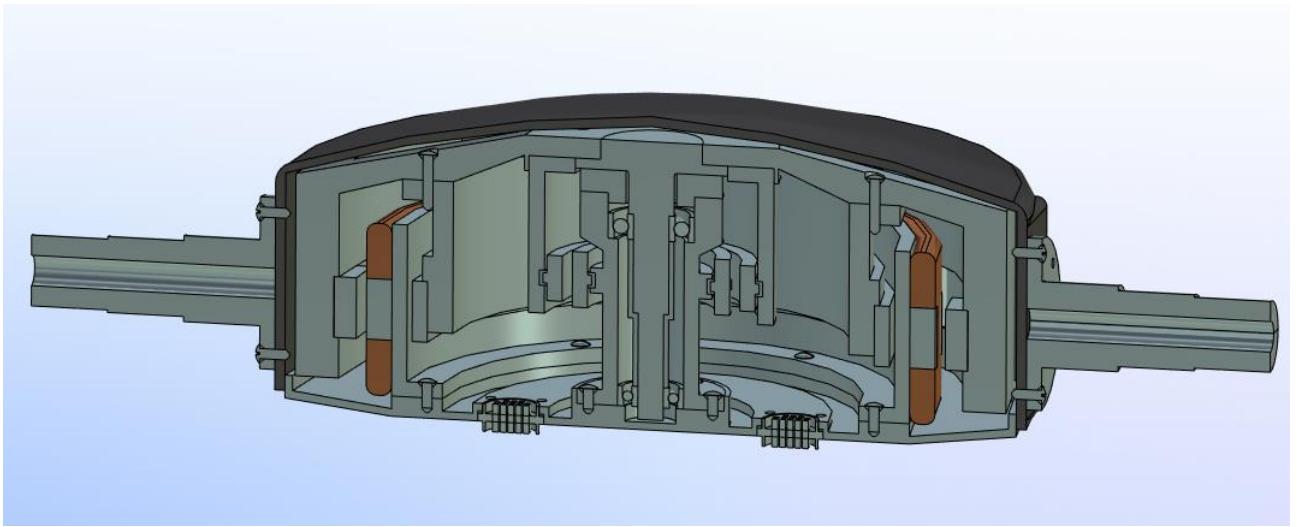


Рисунок 20 – 3D модель гироскопа в отсечном виде

На рисунке 21 представлен общий вид гироскопа в 2D с указанными позициями деталей.

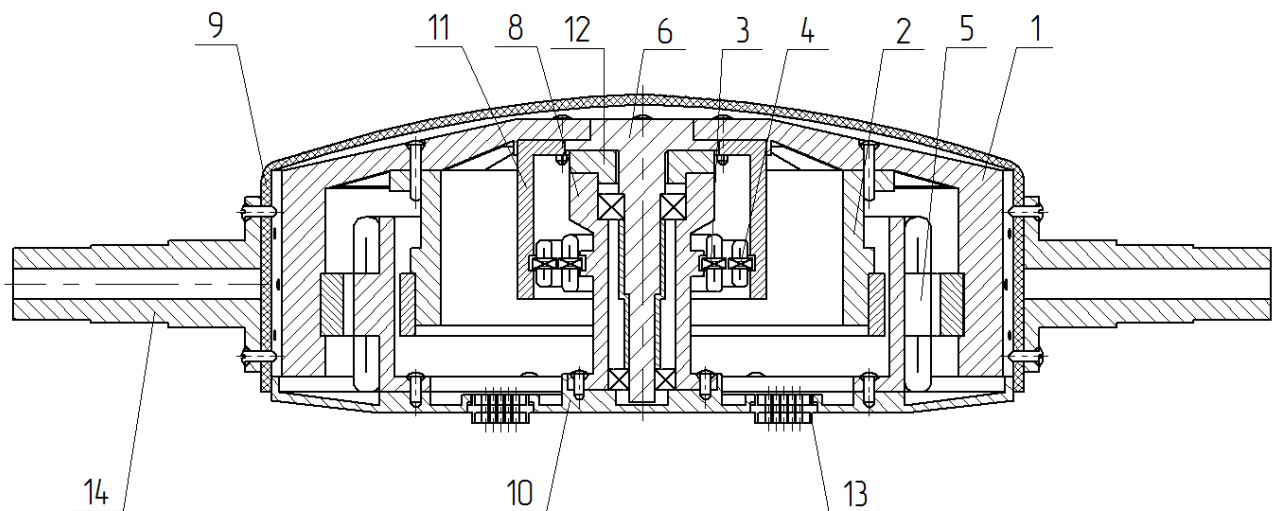


Рисунок 21 – Общий вид с указанием позиций:

- 1 – маховик; 2 – индуктор электродвигателя; 3 – ротор датчика положения ротора; 4 – статор датчика положения ротора;
- 5 – статор электродвигателя; 6 – вал; 7 – втулка; 8 – втулка;
- 9 – кожух; 10 – основание; 11 – втулка; 12 – крышка;
- 13 – кольцо; 14 – цапфа; 15 – разъем

Разрабатываемый прибор конструктивно схож с несимметричным гироскопом. Такая форма конструкции выбрана потому, что в данном случае в создании кинетического момента участвует индуктор электродвигателя, что

позволяет снизить габариты маховой массы. За основу разрабатываемой конструкции была взята конструкция электродвигателя-маховика.

Ротор электродвигателя 1 конструктивно выполнен как единое целое с маховой массой из стали марки 40Х13. На диафрагме ротора установлен индуктор электродвигателя 2, на который посажено кольцо, выполненное из электротехнической стали. Это кольцо служит для замыкания магнитного потока электродвигателя и повышения его КПД. На ободе ротора 1 установлено ещё одно кольцо, на которое наклеены магниты. Индуктор с кольцом 2 и кольцо с магнитами представляют собой ротор электродвигателя. На валу ротора установлено два шарикоподшипника.

Датчик положения ротора представляет собой статор 4, закрепленный на втулке 11, и ротор 3, который крепится на втулке 7.

Статор двигателя 5 состоит из стакана 14, выполненного из пластмассы АГ4В, и обмотки. Статор крепится на основании 10.

Вал 6 имеет свободу вращения, т.к. установлен в шарикоподшипниковые опоры – 1000097 ГОСТ 8338-75 (поз.18) и 1000095 ГОСТ 8338-75 (поз.19).

Для передачи энергии электродвигателю и датчику положения ротора и съема информации о текущей скорости маховика предусмотрен разъем типа РМГ 32 (поз.13), который крепится к корпусу винтами

Вся конструкция устанавливается в раму 14 для обеспечения второй степени свободы.

3.5 Выбор материалов

При выборе материалов для изготовления деталей учитывается назначение детали и условия их эксплуатации.

Основная деталь гиродина – маховик, который совмещен с ротором электродвигателя, изготавливается из стали 40Х13. Эта сталь является типовым материалом для изготовления роторов электродвигателей маховиков.

Для изготовления втулки выбирается сталь 20Х13. Втулка является важной деталью механизма, очень важно правильно выбрать материал для ее производства. К изготовлению втулок из стали целесообразно прибегать тогда, когда стоит вопрос о прочности материала. Так, втулки из стали гораздо прочнее бронзовых, это позволяет реже производить их замену. Также важно, чтобы материал для направляющих втулок обладал антифрикционными свойствами и высокого уровня теплопроводностью.

В подшипниках закладывается смазка ВНИИНП-271 по 0,05 грамм. Смазка уменьшает шум при работе, распределяет и отводит тепло от рабочих элементов шарикоподшипника, что особенно важно при высоких скоростях вращения, так как с ростом угловой скорости увеличивается работа трения и, следовательно, повышается тепловыделение, уменьшается износ трущихся поверхностей.

Статор двигателя состоит из стакана, выполненного из пластмассы АГ4В, и обмотки, сделанный из круглой медной проволоки.

Ротор изготавливается из электротехнической стали .

Быстроходные валы, вращающиеся в подшипниках скольжения, изготавливают из цементуемых сталей 20Х.

Основание выполнено из алюминиевого сплава АМг2м2 ГОСТ 2163-76.

Кожух — жёсткий корпус (оболочка) машины (прибора, механизма, аппарата, агрегата), не являющийся несущим элементом конструкции, для скрепления и поддержания отдельных элементов конструкции, защитного ограждения выступающих и движущих частей и т. д. Обычно легкосъёмный, для облегчения доступа к внутренностям устройства. Кожух выполняется из композиционного материала, углепластика.

3.6 Расчет массы конструкции

Конструкция гиродина должна иметь массу менее 7 кг. Чтобы проверить, соответствует ли масса гиродина требованию задания, необходимо рассчитать массу всей конструкции в системе T-FLEX CAD.

Для расчета масс-инерционных характеристик взят вариант конструкции с максимальным радиусом маховика, равным 70 мм. На рисунке 22 представлена копия экрана с масс-инерционными характеристиками гиродина.

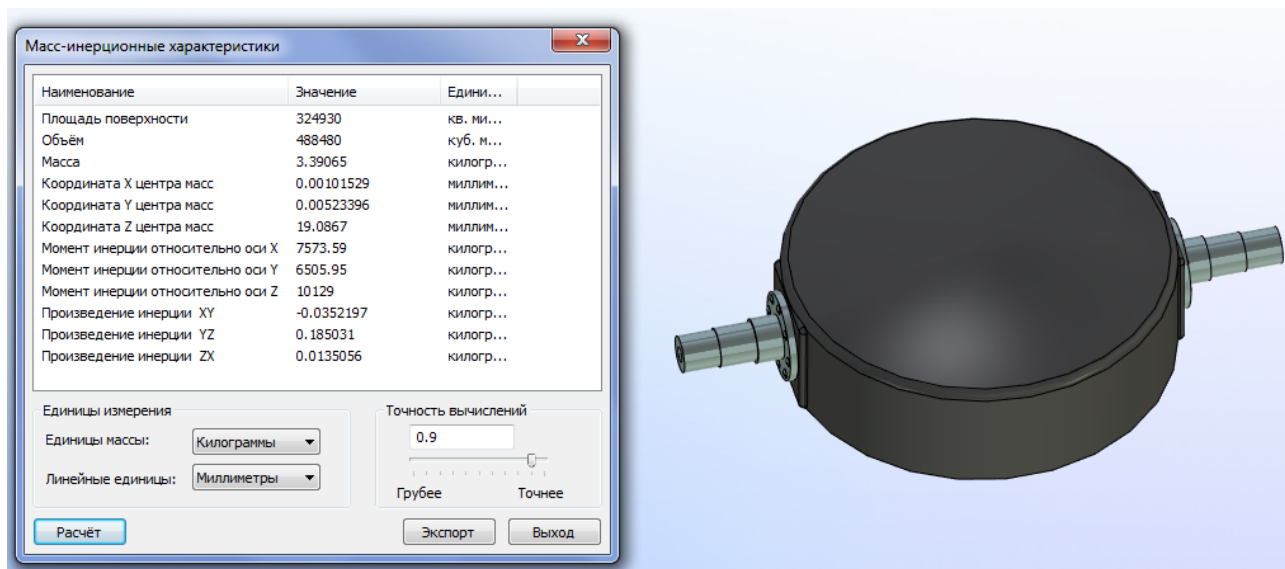


Рисунок 22 - Масс-инерционные характеристики гиродина

Масса полученного гиродина составила 3,39 кг. Это почти в два раза меньше, чем требовалось. Спроектированный гиродин соответствует требованиям по массогабаритным характеристикам.

4 Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение»

4.1 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- 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.

4.1.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний, контроль, содержание, ремонт и эксплуатация оборудования, зданий, сооружений, других основных средств и прочее), а также запасные части для ремонта оборудования, износа инструментов, приспособлений, инвентаря, приборов, лабораторного

оборудования и других средств труда, не относимых к основным средствам, износ спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов;

– покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;

– сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований);

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) * \sum_{i=1}^m Ц_i + N_{расхi},$$

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

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 1.

Таблица 1 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы($З_m$), руб.
Ручка	шт.	2	15	47

Бумага	пачка	120	3	380
Итого				427

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

4.1.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Расчет затрат по данной статье заносится в таблицу 2. При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного НТИ и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений. Таблица 2 - Расчет бюджета затрат на приобретение оборудования для научных работ.

№ п/п	Наименование оборудования	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Компьютер	1	30000	30000
2	Принтер	1	8000	8000
Итого				38000

4.1.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. 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. Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} ,$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

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

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = T_p \cdot З_{дн} ,$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. ;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d},$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 3 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Дипломник
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней - выходные - праздничные	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	32	32
Действительный годовой фонд рабочего времени	216	216

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{тс} * (1 + k_{пр} + k_d) * k_p,$$

где $З_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{тс}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $З_{тс}$);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата $З_{тс}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $Тс_1 = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_t и учитывается по единой для бюджетных организаций тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии. Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 4.

Таблица 4 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	$З_{тс}$, тыс. руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	$З_m$, тыс. руб.	$З_{дн}$, тыс. руб.	T_p , раб. дн.	$З_{осн}$, тыс. руб.	$З_{доп}$, тыс. руб.
Руководитель	28,943	0,3	0,5	1,3	67,725	3,512	28	98,327	11,799
Дипломник	6,279	0,3	0,5	1,3	14,693	0,762	104	79,248	9,510
Итого $З_{осн}$								177,575	21,309

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор (см. «Положение об оплате труда», приведенное на интернет-странице Планово-финансового отдела ТПУ).

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

3) иные выплаты; районный коэффициент.

4.1.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * З_{\text{осн}}$$

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

4.1.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} * (З_{осн} + З_{доп}),$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2014 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%

Таблица 5 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, тыс. руб	Дополнительная заработная плата, тыс. руб
Руководитель	98,327	11,799
Дипломник	79,248	9,510
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	27,1	
Итого		
Исполнение 1	48,123	
Исполнение 2	48,123	
Исполнение 3	48,123	

4.1.6 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. 6.

Таблица 6 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НТИ	612	Пункт 3.1.1
2. Затраты на спецоборудование для научных работ	38000	Пункт 3.1.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	177575	Пункт 3.1.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	21309	Пункт 3.1.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	48123	Пункт 3.1.5
6. Накладные расходы	45700	16% от суммы 1-5
7. Бюджет затрат НТИ	331325	Сумма ст. 1-6

4.2 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу

расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп } i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно- исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i-го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i-го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i-го варианта исполнения разработки,

устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 7).

Таблица 7 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1
1.Энергоэффективность	0,15	5
2.Надежность	0,2	5

3.Уровень шума	0,1	5
4.Простота эксплуатации	0,15	4
5. Перспективность рынка	0,35	5
6. Цена	0,05	4
Итого	1	

$$I_{p1} = 5 * 0,15 + 5 * 0,2 + 5 * 0,1 + 4 * 0,15 + 5 * 0,35 + 4 * 0,05 = 4,8$$

$$I_{p2} = 4 * 0,15 + 5 * 0,2 + 5 * 0,1 + 5 * 0,15 + 5 * 0,35 + 3 * 0,05 = 4,75$$

$$I_{p3} = 5 * 0,15 + 5 * 0,2 + 5 * 0,1 + 4 * 0,15 + 5 * 0,35 + 4 * 0,05 = 4,8$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{p1}}{I_{финр1}}, I_{исп2} = \frac{I_{p2}}{I_{финр2}} \text{ и т.д.}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. *Сравнительная эффективность проекта* ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}}$$

Таблица 8 - Сравнительная эффективность разработки

п/п	Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
	Интегральный финансовый показатель разработки	0,99	1	0,99
	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,8	4,75	4,8
	Интегральный показатель эффективности	4,85	4,75	4,85
	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,02 1	0,98 0,98	1,02 1

5. Раздел «Социальная ответственность»

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места инженера в соответствии с нормами техники безопасности, производственной санитарии, охраны окружающей среды.

Главной целью охраны труда является создание таких условий, которые обеспечивают безопасность человека в процессе труда, минимальную вероятность поражения и заболевания работающего, сохранение работоспособности. Проведение мероприятий по охране труда обеспечивает улучшение условий труда и повышение его производительности. Охрана труда рабочих и инженерно-технического персонала на предприятиях предусматривает выполнение ряда требований, предписываемых общепринятыми и специальными правилами. Выполнение правил и норм при охране труда является обязательным.

Выполнение дипломной работы проводилось на кафедре Точного приборостроения четвертого корпуса Томского политехнического университета.

Большая часть времени при выполнении дипломной работы проходит за персональной ЭВМ. Вследствие этого необходимо проанализировать и учесть вредное воздействие ЭВМ.

К психофизиологическим факторам относятся, как правило: умственное перенапряжение, перенапряжение зрительных анализаторов, монотонность труда.

5.1 Профессиональная социальная безопасность

Выполнение дипломной работы проводилось на кафедре Точного приборостроения четвертого корпуса Томского политехнического университета.

Большая часть времени при выполнении дипломной работы проходит за персональной ЭВМ. Вследствие этого необходимо проанализировать и учесть вредное воздействие ПЭВМ.

К психофизиологическим факторам относятся, как правило: умственное перенапряжение, перенапряжение зрительных анализаторов, монотонность труда.

Производственное помещение – это пространство, производственная среда, где осуществляется трудовая деятельность человека. Поэтому в производственных помещениях, оказывающих существенное влияние на безопасность и самочувствие человека, должны быть обеспечены и соблюдены нормативные санитарно-технические условия.

Выбор типа производственного помещения определяется производственным процессом, и при анализе опасных и вредных факторов необходимо ориентироваться на конкретное рабочее место и конкретные условия труда. К санитарно-техническим условиям труда относятся такие производственные факторы как площадь и объём производственных помещений, микроклимат, освещённость, вентиляция, шумы, излучения. По результатам анализа санитарно-технических условий проводится количественная оценка вредных факторов и сопоставление ее с нормативными требованиями ГОСТов, СНиПов и СанПиНов.

Рабочее место — это зона приложения труда определенного работника или группы работников. Рабочее место должно удовлетворять следующим требованиям: обеспечивать возможность удобного выполнения работ; учитывать физическую тяжесть работ; учитывать размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего; учитывать технологические особенности процесса выполнения работ.

Невыполнение этих требований может привести к получению работником производственной травмы или развития у него профессионального заболевания. Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.033-78.

В лаборатории, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие опасные и вредные факторы:

- поражение электрическим током;
- статическое электричество;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- недостаточная освещенность;
- повышенный уровень шума;
- отклонение показателей микроклимата.

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей.

В кабинете согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 устанавливается комплекс оптимальных и допустимых метеорологических условий для рабочей зоны помещения, включающий требования к температуре воздуха, влажности, скорости движения воздуха. Необходимость учета основных параметров микроклимата обусловлена существованием теплового баланса между организмом человека и окружающей средой производственного помещения. Параметры микроклимата оптимизируются для нормальной регуляции жизненных процессов.

Кабинет, в котором производились работы, относится к помещениям с нормальным тепловыделением, обеспечивающим поддержание температуры соответствующим допустимым нормам. Пыль в помещении отсутствует, так как проводится влажная ежедневная уборка.

Регламентирование параметров микроклимата установлено СанПиНом 2.2.2/2.4.1340-03. Параметры микроклимата удовлетворяют требованиям норм для работ 1 категории. Для этой категории работ температура воздуха в помещении должна быть в пределах 22-24 °С, относительная влажность 40-60 %, скорость движения воздуха 0,1 м/с.

В теплый период года температура воздуха колеблется на уровне 20-25 °С, в холодный период года 19-23 °С.

В помещении, где выполнялась работа, фактические значения параметров микроклимата в холодное и теплое периоды года соответствуют нормам. Микроклимат поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления и естественной вентиляцией.

5.1.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте.

Шумы – совокупность различных звуков различной частоты и интенсивности, воспринимаемых органами слуха. Он является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на органы и системы организма человека. Шум ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации.

В рассматриваемом помещении нет вентиляторов, кондиционеров и других дополнительных установок, в связи с чем, основным источником шума являются компьютеры (охладительные установки, накопители на жестких и мягких магнитных дисках, CD-ROM), мониторы. Необходимо указать и такой дополнительный источник шума, как работающие светильники люминесцентных ламп. Кроме этого шум проникает извне через открытые проемы форточек, окон и дверей из кабинета в коридор.

В результате неблагоприятного воздействия шума на работающего человека происходит снижение производительности труда, увеличивается брак в работе, создаются предпосылки к возникновению несчастных случаев. Поэтому в помещениях операторов ЭВМ уровень шума не должен превышать 50 дБ.

Для снижения шума применяют различные методы: уменьшение уровня шума в источнике его возникновения, звукопоглощение и звукоизоляция, установка глушителей шума, рациональное размещение оборудования, применение средств индивидуальной защиты. Никаких мер защиты от шума в анализируемом помещении не предусмотрено.

5.1.2 Повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочем месте.

Источником ионизирующего излучения являются дисплей – монитор. Под влиянием ионизирующего излучения в организме может происходить торможение функций кроветворных органов, нарушение нормальной свертываемости крови и увеличение хрупкости кровеносных сосудов, снижение сопротивляемости организма инфекционным заболеваниям. Малые дозы облучения могут привести к раковым заболеваниям и другому неблагоприятному влиянию на человека, которое выражается в функциональных нарушениях нервной, эндокринной и сердечно-сосудистой систем, которые являются обратимыми, если прекратить воздействие, но способны накапливаться в организме. При работе дисплеев возникают побочные эффекты: генерация рентгеновского излучения от экрана и отражения. Для устранения последнего все дисплеи размещены вдоль стен. Основные принципы обеспечения радиационной безопасности заключаются:

- в сокращении времени работы с источником – защита временем;
- в увеличении расстояния от источника до работающего персонала – защита расстоянием;
- в экранировании источников излучения материалами, поглощающими ионизирующие излучения – защита экранами.

Расстояние от монитора до лица составляет 0,5м, значение интенсивности рентгеновского излучения на этом расстоянии составляет 18 мкР/ч, что не превышает предельно допустимой нормы, установленной ГОСТ 27954-97. Наиболее эффективным способом защиты является экранирование – прямое рентгеновское излучение уменьшается за счет специального внутреннего покрытия экрана монитора и установки дополнительного защитного фильтра. В соответствии с СанПиН для все современных дисплеев мощность экспозиционной дозы составляет 0,01 мбер/ч.

5.1.3 Электрический ток

Электронасыщенность современных рабочих мест формирует электрическую опасность, источником которой могут быть электрические сети, электрифицированное оборудование и инструмент, вычислительная и организационная техника, работающая на электричестве.

Кабинет, в котором выполнялась работа, относится к первой категории помещений без повышенной опасности поражения электрическим током, поскольку оно характеризуется следующими признаками: температура воздуха и влажность в норме, отсутствие сырости, химически активной среды, токопроводящих пыли и полов.

Но в процессе деятельности с ЭВМ, работающей от источника тока, может возникнуть опасность поражения электрическим током. Основными причинами этого могут послужить следующие: прикосновение к токоведущим частям или прикосновение к конструктивным частям, оказавшимся под напряжением. С целью исключения опасности поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие правила электрической безопасности:

- перед включением ЭВМ в сеть должна быть визуально проверена ее электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей на корпуса компьютера;
- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети ЭВМ и устранить неисправность;
- запрещается при включенной ЭВМ одновременно прикасаться к приборам, имеющим естественное заземление.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает на него следующие воздействия:

- тепловое (ожоги, нагрев сосудов);
- механическое (разрыв тканей, сосудов при судорожных сокращениях мышц);

- химическое (электролиз крови);
- биологическое (раздражение и возбуждение живой ткани) или комбинированное воздействие.

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся: изоляция, ограждение, блокировка, пониженные напряжения, электрозащитные средства.

5.2 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды – это комплексная проблема, требующая усилий человека. Наиболее активной формой решения данной проблемы – это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Многие предприятия сейчас внедряют в процесс эксплуатации, отчистки и утилизации отходов производства электрооборудование, ПЭВМ. Применение различных средств вычислительной техники значительно упрощают процесс проектирования, эксплуатации, а также утилизации и защиты природы от вредных воздействий человечества. Например, инженер, метролог, контролер и др. теперь используют электронные пакеты обработки и носители информации, что значительно сокращает применение бумаги, а значит и вырубку тысячи гектаров леса. Но, с другой стороны, все большее внедрение и применение ПЭВМ приводит к увеличению затрат электроэнергии, мощностей электростанций и их количеств. Соответственно, рост энергопотребления приводит к таким экологическим нарушениям, как глобальное потепление климата, загрязнение атмосферы и водного бассейна Земли вредными и ядовитыми веществами, опасность аварий в ядерных реакторах, изменение ландшафта Земли. Можно сделать вывод, что необходимо стремиться к снижению энергопотребления, то есть разрабатывать и внедрять системы с малым энергопотреблением.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Понятие «чрезвычайный» по словарю русского языка Ожегова трактуется как «исключительный, очень большой, превосходящий все», словосочетание «чрезвычайная ситуация» относится к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности. Так, например, высокие и низкие температуры, физическая нагрузка, поражающие токсичные дозы сильнодействующих ядовитых веществ, высокие дозы облучения, производственные шумы и вибрации и многое другое могут приводить к нарушению жизнедеятельности человека.

Чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть при работе в кабинете, классифицируются на следующие:

1. по причине возникновения – преднамеренные и непреднамеренные;
2. по природе возникновения:
 - техногенные. К ним относятся: взрывы, пожары, обрушение помещений, аварии на системах жизнеобеспечения;
 - природные, т.е. связанные с проявлением стихийных сил природы. Это могут быть землетрясения, наводнения, ураганы, бури, природные пожары;
 - экологические – это аномальные изменения состояния природной среды, такие как загрязнения биосферы, разрушение озонового слоя, кислотные дожди;
 - антропогенные, являются следствием ошибочных действий людей;
 - социальные – это события, происходящие в обществе: конфликты с применением силы, терроризм, грабежи, насилия, противоречия между работниками предприятия;
 - комбинированные.

В соответствии с концепцией остаточного риска, которым обусловлены чрезвычайные ситуации, абсолютную безопасность обеспечить невозможно. Поэтому принимается такая безопасность, которую приемлет и может

обеспечить общество и рабочий персонал помещения в данный период времени.

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и сохранения материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла. Основными системами пожарной безопасности являются системы предотвращения пожара и противопожарной защиты, включая организационно-технические мероприятия.

Пожар в кабинете производственного помещения представляет большую опасность и наносит огромным ущерб. Такой пожар грозит уничтожением приборов, компьютеров, инструментов и комплектов документов, представляющих значительную ценность. Кроме того, пожар характеризуется опасностью для жизни человека. Возникновение пожара в кабинете может быть обусловлено следующими факторами: в современных ЭВМ очень высокая плотность размещения электронных схем. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество тепла, что может привести к повышению температуры отдельных узлов до 100°C. При этом возможно оплавление изоляции соединительных проводов, их оголение, и, как следствие, – короткое замыкание, сопровождаемое искрением.

Следовательно, для целей обеспечения пожарной безопасности эксплуатация ЭВМ связана с необходимостью проведения обслуживающих, ремонтных и профилактических работ. При этом используются различные смазочные материалы, легковоспламеняющиеся жидкости, прокладывают временные электропроводки, ведут пайку и чистку отдельных узлов и деталей. Также всегда есть вероятность дополнительной пожарной опасности, которая требует соответствующих мер пожарной профилактики.

Исходя из установленной номенклатуры обозначений зданий по степени пожароопасности, анализируемое в данной работе помещение относится в категории В.

Среди организационных и технических мероприятий, осуществляемых для устранения возможности пожара, выделяют следующие меры:

- использование только исправного оборудования;
- проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- назначение ответственного за пожарную безопасность помещений;
- издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности;
- отключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ;
- курение в строго отведенном месте;
- содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

На кафедре имеются два огнетушителя типа ОУ-8 и ОХП-10, а также силовой щит, который позволяет мгновенно обесточить все кабинеты кафедры. На видном месте в коридорах и кабинетах вывешены инструкции и обязанности сотрудников и план эвакуации в случае пожара. В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар самостоятельно, необходимо вызвать пожарную охрану и покинуть помещение, руководствуясь разработанным и вывешенным планом эвакуации.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Рабочее место должно обеспечивать оператору возможность удобного выполнения работ в положении сидя и не создавать перегрузки костно-мышечной системы.

Для предупреждения преждевременной утомляемости пользователей компьютеров рекомендуется организовывать рабочую смену путем чередования работы с использованием компьютера и без него (п. 1.3 приложения 7 к СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03). Если же работа требует постоянного взаимодействия с монитором (набор текстов или ввод данных и т. п.) с напряжением внимания и сосредоточенности при исключении возможности периодического переключения на другие виды трудовой деятельности, не связанные с ПЭВМ, рекомендуется организовывать перерывы на 10 – 15 минут через каждые 45 – 60 минут работы.

Такие перерывы:

включаются в рабочее время в силу ч. 1 ст. 109 ТК РФ;

увеличиваются на 30% при работе в ночное время(п. 1.6 приложения 7 к СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03).

Отметим, что в зависимости от категории трудовой деятельности и уровня нагрузки за рабочую смену при работе за компьютером продолжительность перерывов может варьироваться от 50 до 90 минут (при 8-часовой смене) и от 80 до 140 минут (при 12-часовой смене).

Продолжительность и начало каждого перерыва устанавливаются работодателем в правилах внутреннего трудового распорядка (ст. 109 ТК РФ).

Для снижения нервно-эмоционального напряжения, устранения влияния гиподинамии и гипокинезии целесообразно устраивать физкультурные минутки. Они различны по содержанию и предназначены для конкретного воздействия на ту или иную группу мышц (например, для общего воздействия, улучшения мозгового кровообращения, снятия утомления с плечевого пояса и рук и др.).

Согласно п. 13.1 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 лица, работающие за компьютером более 50% рабочего времени (профессионально связанные с эксплуатацией электронно-вычислительных машин), должны проходить медосмотры. Следовательно, работодатель обязан организовывать проведение как предварительных (при поступлении на работу), так и периодических медицинских осмотров. Напомним, что в силу ст. 213 ТК РФ данные медицинские осмотры проводятся за счет средств работодателя.

Специфика труда, связанного с применением ПЭВМ, заключается в больших нагрузках в сочетании с малой двигательной активностью, монотонностью выполняемых операций, вынужденной рабочей позой. Эти факторы отрицательно сказываются на самочувствии работающего. Зрительные нагрузки связаны с воздействием на зрение дисплеев. Чтобы условия труда оператора были благоприятными, уменьшалась нагрузка на зрение, дисплеи соответствуют таким требованиям:

- экран имеет антибликовое покрытие;
- цвета знаков и фона согласованы между собой. При работе с текстовой информацией наиболее благоприятным для зрительной работы оператора является представление черных знаков на светлом фоне, так как при одинаковом контрасте разборчивость знаков на светлом фоне лучше, чем на темном;

- для многоцветного отображения используется одновременно максимум 6 цветов - пурпурный, голубой, синий, зеленый, желтый, красный, а также черный и белый. Для одноцветного отображения черный, белый, серый, желтый, оранжевый и зеленый;

- необходимо регулярное тщательное обслуживание терминалов специалистами.

В Российской Федерации безопасные условия труда на компьютерах регламентирует документ Санитарные правила и нормы - СанПиН 2.2.4.1191-03.

Конструкция рабочего стола обеспечивает оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей (размер ВДТ и ПЭВМ, клавиатуры и др.), характера выполняемой работы.

Высота рабочей поверхности стола регулируется в пределах 680-800 мм; при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола составляет 725 мм. рабочий стол имеет пространство для подставки ног, которое составляет:

- высоту не менее 600 мм, ширину не менее 500 мм, глубину на уровне колен не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног не менее 650 мм.

Конструкция рабочего стула (кресла) поддерживает рациональную рабочую позу при работе с ПЭВМ, позволяет изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения утомления.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) полумягкая с нескользящим, не электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

Клавиатура компьютера расположена на расстоянии 10-15 мм от края стола, поэтому запястья рук будут опираться на стол.

6 Раздел «Вопросы технологии»

Целью данного раздела ВКР является разработка технологического процесса сборки гироидина, которая включает следующие этапы:

- выбор организационной формы сборки, осуществляемый с учетом конструктивных особенностей изделия, годовой программы выпуска, условий взаимозаменяемости и др.;
- выбор метода сборки, произведенный исходя из требований взаимозаменяемости, принятой организационной формы сборки и ступени сборки;
- разработки операционной карт сборки.

6.1 Определение сборочного состава узла

Из анализа конструкторских документов можем установить сборочный состав изделия, который завершается построением схемы сборочного состава.

На схеме сборочного состава показаны элементы, входящие в состав изделия, основные этапы (ступени) сборки. В геометрических фигурах указывается наименование элементов, номер по спецификации, номер чертежа, количество элементов на одно изделие. В схеме могут быть указаны источники поступления элементов и сроки готовности различных ступеней сборки и изделия в целом. Схема, имеет важное значение для дальнейшей разработки технологического процесса, ее можно использовать в качестве диспетчерского документа, по которому удобно следить за процессом производства изделия и принимать необходимые меры, если готовность тех или иных элементов не соответствует графику.

Схема сборочного состава приведена в Приложении А

6.2 Выбор организационной формы сборки и методы сборки

Организационной формой сборки называется принятая форма связей между отдельными операциями сборочного технологического процесса и рабочими местами в определенных условиях производства.

Формы связей между операциями создают целостность и непрерывность технологического процесса сборки. Различают две основные организационные формы сборки: стационарную и подвижную.

Стационарная сборка характеризуется тем, что объект сборки собирается на одном рабочем месте. Она подразделяется на концентрированную и дифференцированную.

Стационарная концентрированная сборка характеризуется тем, что изделие собирается на одном рабочем месте от начала до конца.

При стационарной дифференцированной сборке изделие собирается в два этапа. На первом этапе на одном рабочем месте последовательно или на нескольких рабочих местах параллельно собираются основные узлы изделия (узловая сборка), затем на отдельном рабочем месте из узлов собирают изделие в целом (общая сборка). Не исключено, что собранные узлы не сразу поступают на общую сборку, а накапливаются на промежуточном складе. Данная сборка рекомендуется в мелкосерийном производстве для сложных изделий, когда допускается расчленение конструкции на отдельные узлы. Время сборки отдельных узлов может быть разным и нестабильным, но собирать их можно параллельно, что позволяет сократить сроки сборки изделия.

В нашем случае применяется стационарная дифференцированная форма сборки, т.к. производство гиродинов является мелкосерийной, потому что их конструкция и параметры определяются конкретным изделием, в состав которого входит этот двигатель и при всей своей широте использования и применения требует корректировки для каждого отдельного случая. Конструкция гиродин позволяет вести сборку параллельно и характер

производимых операций изделия резко отличается и требует различного оборудования, не используемого в изготовлении других узлов изделия.

Методом сборки называется метод обеспечения заданной точности выходных параметров изделия в процессе производства при определенных требованиях взаимозаменяемости.

Сборка осуществляется следующими методами:

- Полной взаимозаменяемости;
- Неполной взаимозаменяемости;
- Предварительного подбора (селективный метод);
- Метод пригонки;
- Регулировкой.

Таким образом, наиболее оптимальным методом сборки является метод регулировки. Сущность метода регулировки заключается в том, что точность замыкающего звена достигается за счет включения в размерную цепь дополнительных звеньев, компенсирующих избыточную погрешность.

При стационарной дифференцированной сборке изделие собирается в два этапа. На первом этапе на одном рабочем месте последовательно или на нескольких рабочих местах параллельно собираются основные узлы изделия (узловая сборка), затем на отдельном рабочем месте из узлов собирают изделие в целом (общая сборка). Не исключено, что собранные узлы не сразу поступают на общую сборку, а накапливаются на промежуточном складе. Данная сборка рекомендуется в мелкосерийном производстве для сложных изделий, когда допускается расчленение конструкции на отдельные узлы. Время сборки отдельных узлов может быть разным и нестабильным, но собирать их можно параллельно, что позволяет сократить сроки сборки изделия.

Для сборки гиродина следует применить стационарную дифференцированную сборку, т.к. производство гиродинов является мелкосерийной, потому что их конструкция и параметры определяются конкретным изделием, в состав которого входит. Конструкция гиродина

позволяет вести сборку параллельно, и характер производимых операций изделия резко отличается и требует различного оборудования, не используемого в изготовлении других узлов изделия.

Таким образом, наиболее оптимальным методом сборки является метод регулировки. Сущность метода регулировки заключается в том, что точность замыкающего звена достигается за счет включения в размерную цепь дополнительных звеньев, компенсирующих избыточную погрешность.

6.3 Разработка технологического процесса сборки. Схема сборки с базовой деталью. Маршрутная и операционная карта

Технологический процесс – это часть производственного процесса, непосредственно связанная с изменением физического состояния материала, размеров, формы, внешнего вида, взаимного расположения элементов при изготовлении и сборке изделия. Различают два вида или этапа технологического процесса: изготовление деталей и сборку.

Технологический процесс сборки оформляется в виде операционных карт, в которых указывается содержание сборочных операций, применяемое при сборке оборудование, приспособление, инструмент.

Схема сборки с базовой деталью строится путем последовательного присоединения к базовой детали сборочных единиц и деталей изделия в порядке хода технологического процесса сборки до получения готового изделия. За базовую принимается та деталь, с которой начинается сборка.

Последовательность сборки, способы обеспечения соединений, периодичность и содержание процесса регулировки, испытаний и контроля дает технологическая схема сборки.

Маршрутная карта технологического процесса сборочных, слесарно-сборочных и электромонтажных работ. Карта предназначена для описания технологического процесса по операциям в технологической последовательности. Является основным технологическим документом.

Операционная карта технологического процесса сборки, слесарно-сборочных и электромонтажных работ. Карта предназначена для описания операций по переходам в технологической последовательности с указанием методов и приемов выполнения, режима сборки, технологической оснастки и перечня устанавливаемых элементов.

Схема сборки с базовой деталью приведена в Приложении Б.

6.4 Выбор оборудования, оснастки, приспособлений, вспомогательных материалов и инструмента.

Для сборки гироина понадобятся следующие вспомогательные материалы, инструменты, оборудование:

- паяльник 90В, для пайки выводы ДПР статорной и роторной обмоток
- нитки № 40, для фиксации провода на корпусе прибора;
- немагнитный инструмент для установки ротора в прибор;
- клей ВК-4, - ставить магниты на втулку;
- отвертка 7810-0306;
- штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80;
- балансировочная машина;
- приспособления для технологического испытания гироина.

6.5 Оценка технологичности узла и детали

При анализе одной детали нужно определить:

1) Могут ли конструкторские базы быть использованы как измерительные и технологические, что позволит повысить точность изготовления за счет уменьшения погрешностей базирования;

2) Являются ли поверхности детали однотипными, позволяющими уменьшить число операций, переходов, оснастки и оборудования для их обработки;

3) Позволяет ли простановка размеров обеспечить точность функциональных параметров деталей и методов их достижения;

4) Возможно ли использование метода получения заготовок, обеспечивающего ряд поверхностей с точностью и шероховатостью, не требующих дальнейшей обработки, и ряд поверхностей, требующих обработки с малыми припусками, что позволит сократить объем и трудоемкость механической обработки;

5) Возможно ли применение высокопроизводительных процессов, позволяющих снизить трудоемкость и стоимость обработки;

6) Обеспечена ли четкая принадлежность конструкции детали к определенной классификационной группе, на представителя которой составлен типовой технологический процесс, что позволит сократить технологическую подготовку производства и использовать наиболее производительное оборудование и технологическую оснастку;

7) Возможна ли групповая обработка деталей.

Таким образом определим каждый из критериев последовательно:

Также для полной оценки детали произведем количественную оценку технологичности:

Коэффициент использования материала:

$$K_M = \frac{M_d}{M_3 + M_{o.п.з.}}$$

где M_d - масса детали, кг; M_3 - масса заготовки; $M_{o.п.з.}$ - масса отходов при изготовлении заготовки, кг.

Чем больше K_M , тем меньше уходит материала в отходы и стружку, т.е. тем технологичнее конструкция детали. ПО уровню ЕСТПП коэффициент $K_M \geq 0.64$.

Для удобства расчета используем вместо масс объемы по формуле $m = V \cdot \rho$. При расчете коэффициента использования материала плотность сократится. Таким образом, можно вместо масс использовать объем.

$$V_3 = \pi \cdot r^2 \cdot h = \pi \cdot 30^2 \cdot 55 = 155430 \text{ мм}^3$$

$$V_{\text{о.п.з.}} = 4337 \text{ мм}^3$$

$$V_{\text{д}} = V_{\text{з}} - V_{\text{о.п.з.}} = 155430 - 4337 = 151093 \text{ мм}^3$$

$$K_{\text{м}} = \frac{V_{\text{д}}}{V_{\text{з}} + V_{\text{о.п.з.}}} = \frac{151093}{155430 + 4337} = 0,94 \text{ мм}^3$$

Исходя из рассчитанных количественных оценок технологичности, можно сделать вывод, что деталь имеет средний уровень технологичности.

6.6 Отработка изделия как сборочной единицы на технологичность

Под технологичностью конструкции понимают совокупность свойств конструкции изделия, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материалов и времени при технологической подготовки производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте по сравнению с соответствующими показателями однотипных конструкции изделий того же назначения, при обеспечении установленных значений показателей качества и принятых условиях изготовления, эксплуатации и ремонта. Таким образом, конструкция технологична, если при принятом типе и организации производства, заданной программе, повторяемости выпуска и применяемых технологических процессах она будет обладать наименьшей трудоемкостью и себестоимостью в процессе изготовления, удобной и надежной в эксплуатации и простой в ремонте.

Технологичные конструкции изделий должны обладать высокими качественными и количественными показателями. К основным качественным показателям относят:

-взаимозаменяемость – свойство конструкции составной части изделия, обеспечивающее возможность ее применения вместо другой, без дополнительной обработки, с охранением заданного качества изделия, в состав которого она входит;

-регулируемость – свойство конструкции изделия, обеспечивающее возможность и удобство ее регулирования при сборке, техническом обслуживании и ремонте для достижения или поддержания работоспособности;

-контролепригодность – свойство конструкции прибора, обеспечивающее возможность, удобство и надежность ее контроля при изготовлении, испытании, техническом обслуживании и ремонте;

-инструментальная доступность – свойство конструкции изделия, обеспечивающее свободный доступ к ее поверхностям при изготовлении, контроле, испытании, техническом обслуживании и ремонте.

К количественным показателям относят:

- трудоемкость изготовления изделия;
- уровень технологичности по трудоемкости;
- технологическая себестоимость;
- уровень технологичности конструкции по себестоимости.

Кроме основных показателей имеются дополнительные технические и технико-экономические показатели.

ЕСТПП предусмотрены нормативные технические показатели технологичности, с которыми необходимо сравнивать расчетные показатели. Для каждой группы изделий определен состав базовых показателей из числа предусмотренных ЕСТПП. Их выбирают с учетом наибольшего влияния на технологичность конструкции прибора.

1. Коэффициент точности обработки:

$$K_{т.о.} = 1 - \frac{D_{т.ч.}}{D}$$

где $D_{т.ч.}$ - число точных деталей, 7 квалитет и точнее

D - общее число деталей

$$K_{т.о.} = 1 - \frac{0}{13} = 1$$

Чем больше значение этого коэффициента, тем технологичней конструкция.

2. Коэффициент прогрессивности формообразования детали:

$$K_{ф} = \frac{10}{15} = 0,67$$

где $D_{\text{пр}}$ – число деталей, полученных прогрессивными формообразованиями (литье, штамповка, прессование пластмасс в прессформы).

3. Коэффициент сложности обработки:

$$K_{\text{с.о}} = 1 - \frac{D_{\text{м}}}{D}$$

где $D_{\text{м}}$ – число деталей, требующих обработки со снятием стружки также отсутствуют.

$$K_{\text{с.о}} = 1 - \frac{0}{15} = 1$$

4. Коэффициент повторяемости деталей и узлов:

$$K_{\text{п.д.}} = 1 - \frac{D_{\text{т}} + E_{\text{т}}}{D + E}$$

где $D_{\text{т}}$, $E_{\text{т}}$ – число типоразмеров деталей и узлов в изделии

$$K_{\text{п.д.}} = 1 - \frac{15 - 2}{15 - 2} = 0$$

5. Коэффициент сборности изделия:

$$K_{\text{сб.}} = \frac{E}{D + E}$$

где E – число сборочных единиц и деталей в изделии, D – число деталей, не вошедших в сборочные единицы

$$K_{\text{сб.}} = \frac{4}{15 - 4} = 0,36$$

6. Коэффициент сложности сборки:

$$K_{\text{с.сб.}} = 1 - \frac{E_{\text{т.сл.}}}{E_{\text{т}}}$$

где $E_{\text{т.сл.}}$ – число типоразмеров узлов, требующих регулировки, совместной обработки, подгонки с последующей сборкой и разборкой

$$K_{\text{с.сб.}} = 1 - \frac{0}{2} = 1$$

7. Коэффициент использования материала:

$$K_{и.м.} = \frac{M}{M_M}$$

где M- масса изделия, M_M - масса материала, израсходованного на изготовление изделия

Так как подсчет всех изделий будет производиться долго, подсчитаем данный коэффициент для изделия под позицией №9.

Отношение масс можно заменить отношением объемов деталей и заготовок

Коэффициент использования вала составляет:

$$K_{и.м.} = \frac{M}{M_M} = \frac{V_{\Pi}}{V_{\text{общ.израсх.}}} = \frac{4337}{151093} = 0.2$$

Технологичность изделия оценивается комплексным показателем, определяемым на основе базовых показателей:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \cdot \varphi_i}{\sum_{i=1}^n \varphi_i}$$

$$K = \frac{1 \cdot 1 + 0,67 + 1 \cdot 0,75 + 0,36 \cdot 0,31 + 0,187 + 0,11 \cdot 0,2}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,31 + 0,187 + 0,11} = 0.711$$

Уровень технологичности разрабатываемого изделия при известном нормативном комплексном показателе согласно ГОСТ 14.202-73, оценивают отношением достигнутого комплексного показателя к нормативному K_n . Это отношение должно удовлетворять условию $\frac{K}{K_n} \geq 1$. Для электромеханических блоков $K_n = 0.5$.

$$\frac{0.711}{0.5} = 1.4$$

$$1.4 \geq 1$$

Следовательно, условие выполняется.

По полученным значениям коэффициентов можно судить о высокой технологичности конструкции герметичного корпуса giroприбора. Отношение комплексного и нормативного показателей больше единицы, что также подтверждает высокую технологичность

Заключение

В ходе выполнения работы были рассмотрены системы ориентации космических летательных аппаратов, типы исполнительных органов. Рассмотрены варианты конструкций гиродинов. Изучены вопросы выбора материалов для конструктивных элементов гироина. Создана расчетно-конструкторская модель гироина. В системе T-Flex CAD была спроектирована конструкция гироина по заданным параметрам. Созданы 3D модели всех деталей гироина, и его сборочная 3D модель. 3D модель маховика выполнена параметрической. Разработан сборочный чертеж гироина и спецификация.

В экономической части проекта был проведен расчет себестоимости научно-исследовательской разработки. Оценив уровень научно-технического эффекта, можно сказать, что данная разработка по значимости занимает средний уровень.

В разделе производственной и экологической безопасности были проанализированы вредные факторы, возникающие при работе над проектом, рассчитана необходимая освещенность, площадь и объем помещения, потребляемый воздухообмен и ряд других факторов. Подводя итог по этому разделу можно сказать, что работу инженера можно отнести к первой категории, включающей в себя легкие физические работы, то есть работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой.

В разделе «Вопросы технологии» был разработан технологический процесс изготовления втулки и выполнен рабочий чертеж втулки. Был выполнен выбор формы и метода сборки гироина.

Список публикаций

1. Индыгашева Н.С., «Проектирование маховика гиродина», IV Всероссийский молодежный Форум с международным участием "Инженерия для освоения космоса"
2. Индыгашева Н.С., «Расчетно-конструкторская модель гиродина», VI-й Всероссийская научно-техническая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов «Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность»

Список использованных источников

1. Гладышев Г.Н., Дмитриев В.С., Копытов В.И. системы управления космическими аппаратами (Исполнительные органы: назначение, принцип действия, схемы, конструкция): Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ. 2000. – 207 с.
2. Дмитриев В.С., Костюченко Т.Г., Гладышев Г.Н., Электромеханические исполнительные органы систем ориентации космических аппаратов. Часть 1: учебное пособие. Томский политехнический университет. –Томск: Изд-во ТПУ, 2013. -208 с.
3. Гушин В.Н. Основы устройства космических аппаратов: учебник для вузов. – Москва, Машиностроение, 2003. – 272 с.
4. Артюхин Ю.П., Каргу Л.И., Симаев В.Л. Система управления космических аппаратов, стабилизированных вращением. М.: Наука, 1979. – 295 с.
5. Справочник по САПР./ Под ред. В.И. Скурихина. – К.,1988. - 375 с.
6. Введение в САПР [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://ad.cctpu.edu.ru/SAPR/SAPR_05/ВведениеСАПР.html
7. Жаков А.М. Как управляют спутниками. Л.: Лениздат, 1986. -136с.
8. Основы систем автоматизированного проектирования [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://bourabai.ru/cm/cad.htm>
9. Захаров С. Е., Ходорева Е. В. Структурно-параметрический синтез оптимальной системы ориентации стабилизации малого космического аппарата // Новые материалы и технологии в ракетно-космической технике : сб. материалов молодеж. конф. Звездный городок, 2011. Т. 2. С. 91–103.
10. Латышев П.Н. Каталог САПР. Программы и производители: Каталожное издание. – М.: ИД СОЛОН-ПРЕСС, 2011. – 736 с.
11. Алексеев К.Б., Бебенин Г.Г. «Управление космическими летательными аппаратами». М., «Машиностроение», 1974-340с.
12. Датчик положения ротора [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Датчик_положения_ротора

13. Безколлекторный электродвигатель [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Вентильный_двигатель
14. Бесконтактный двигатель постоянного тока [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://studopedia.su/14_79814_beskontaktniy-dvigatel-postoyannogo-toka.html
15. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно – эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно – вычислительным машинам и организации работы» [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901865498>. – Загл. с экрана (дата обращения: 15.05.2015).
16. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901704046>. – Загл. с экрана (дата обращения: 3.05.2015).
17. СНиП 23-05-95* «Естественное и искусственное освещение» (с Изменением N 1) [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/871001026>. – Загл. с экрана (дата обращения: 12.05.2015).
18. Лабораторный практикум по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей: учебное пособие/ Ю.А. Амелькович, Ю.В. Анищенко, А.Н. Вторушина, М.В. Гуляев, М.Э. Гусельников, А.Г. Дашковский, Т.А. Задорожная, В.Н. Извеков, А.Г. Кагиров, К.М. Костырев, В.Ф. Панин, А.М. Плахов, С.В. Романенко. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. – 236 с.
19. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки [Электронный ресурс]:

Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901703278>.

20. О.Б. Назаренко, Ю.А. Амелькович. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / О.Б. Назаренко, Ю.А. Амелькович; Томский политехнический университет. – 3-е изд., перераб. и доп. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2013. – 178 с.
21. ФЗ "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/popular/okrsred>.
22. В.М. Нагорный, Г.М. Федоров. Организация работы комиссии по чрезвычайным ситуациям объекта / Под ред. В.В. Шевченко. – [Электронный ресурс]: Информация по гражданской обороне, предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций. – Режим доступа: <http://gochs.info/download/Organizacija-raboty-KChS.pdf>.
23. А.М. Козлитин, Б.Н. Яковлев. Чрезвычайные ситуации техногенного характера: Учеб. / Под. ред. А.И. Попова. – Саратов: Сар. гос. тех. ун-т, 2000. – 124 с.
24. Мероприятия, направленные на повышение устойчивости функционирования объектов экономики [Электронный ресурс]: Информация по гражданской обороне, предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций. – Режим доступа: <http://gochs.info/p287.htm>.

Приложение А. Сборочный чертеж гиродина и спецификация

[illegible]

Приложение Б Маршрутная карта

Дудл											
Взам.											
Подл.											
					ФЮРА.408123.107						
				Гиродин							
Выполнил				Технологический процесс Сборка гиродина				Студент гр. 152В Индыгашева Н.С.			
Проверил								Руководитель Гормаков А.Н.			
ТЛ											

Дудл													
Взам.													
Подл.													
Разраб.	Индыгашева Н.С.				ФЮРА.408123.107								
Проверил	Гармаков А.Н.												
Нормир.													
Метролог													
Н. контрол													
M1	[80: Материал]												
A	Цех Уч РМ Опер.			Код, наименование организации			Обозначение документа						
B	Код, наименование оборудования												
P	Контролируемые параметры			Код средств ТО			Наименование ТО			О и ПК То/мин Тв/мин			
01	Требования техники безопасности при сборке, монтаже и регулировке												
02	1. Опасные и вредные факторы												
03	1.1 Физические												
04	1.1.1 Повышенная температура поверхности паяльников, тигелей для лужения, расплавленного припоя.												
05	1.1.2 Повышенный уровень статического электричества.												
06	1.1.3 Повышенный уровень напряжения в электрических цепях.												
07	1.1.4 Механические повреждения рук инструментом (отверткой, острыми краемками режущего инструмента и т.д)												
08	1.1.5 Поверхности органов зрения посторонними предметами (брызгами припоя, металлической пылью и стружкой при доработках деталей).												
09	1.1.6 Пожаробезопасность.												
10	1.1.7 Повышенное газовое давление.												
11	1.2 Химические												
12	1.2.1 Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны токсичными и пожароопасными веществами: парами спирта, бензина, токсичных веществ,												
13	входящих в состав клеев и контрольных составов.												
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
ВОП I													

[illegible]

[illegible]

Дудл															
Взам.															
Подл.															
										ФЮРА.408123.107					
А	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Код, наименование организации					Обозначение документа					
Б	Код, наименование оборудования														
Р	Контролируемые параметры					Код средств ТО		Наименование ТО			О и ПК			То/мин	Тб/мин
01	040 Сборочная.														
02	045 Сборочная														
03	050 Сборочная (корпус поз.10).														
05	055 Электромонтажная.														
06	060 Сборочная (вал поз.6).														
08	065 Регулировочная.														
09	070 Балансировочная.														
11	075 Сборочная (маховик поз.1).														
12	080 Контрольная.														
13	085 Маркировочная.														
14	090 Упаковочная.														
15	095 Хранение.														
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
ВОП I															

[illegible]

[illegible]

Дудл																							
Взам.																							
Подл.																							
										ФЮРА.408123.107													
А	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Код, наименование организации					Обозначение документа													
Б	Код, наименование оборудования																						
Р	Контролируемые параметры					Код средств ТО					Наименование ТО					О и ПК				То/мин		Тв/мин	
01	055 Электромонтажная																						
02	Паяльник.																						
03	1 Провода паять припоем ПОС61.																						
04																							
05																							
06																							
07	060 Сборочная (вал поз.6)																						
08	1 Одеть крышку поз.12 на вал поз.6.																						
09	2 Подшипник поз.17 садить внутренним кольцом на вал поз.6. Установить кольцо поз.11. Второй подшипник поз.17 после посадки на вал до упора с кольцом																						
10	поз.11 зафиксировать гайкой поз.16.																						
11	3 Установить вал с подшипниками во втулку поз.7.																						
12	4 Крышку поз.12 крепить к втулке поз.7 винтами поз.14.																						
13																							
14																							
15																							
16																							
17	065 Регулировочная																						
18	1 Регулировать осевой зазор.																						
19																							
20	070 Балансировочная																						
21	1 Произвести динамическую балансировку ротора.																						
22																							
23																							
24																							
25																							
26																							
ВОП I																							

Дудл																								
Взам.																								
Подл.																								
												ФЮРА.408123.107												
												ФЮРА.408123.107												
												ФЮРА.408123.107												
A	Цех			УЧ		РМ		Опер.		Код, наименование организации				Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования																							
Р	Контролируемые параметры										Код средств ТО		Наименование ТО				О и ПК				То/мин		Тб/мин	
01	075 Сборочная (маховик поз.1)																							
02	1 Втулку с магнитом крепить винтами поз.15 к маховику поз.1.																							
03	2 Втулку с ротором крепить к маховику поз.1 винтами поз.15.																							
04	3 Маховик с деталями крепить к валу поз.6 при помощи винтов поз.14.																							
05	5 Кожух поз.9 клеить к корпусу поз.10 клеем ВК-9.																							
06																								
07																								
08																								
09	080 Контрольная																							
10	1 Осуществить контроль по программе контроля.																							
11																								
12																								
13																								
14	085 Маркировочная																							
15	Маркировку производить согласно указанию в чертеже.																							
16																								
17																								
18																								
19	090 Упаковочная																							
20	1 Уложить в тару.																							
21																								
22																								
23	095 Хранение																							
24	1 Для более длительного хранения на складах подвергнуть антикоррозийной обработке и смеске.																							
25																								
26																								
ВОП I																								