



Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт  
институт

Межинститутская базовая кафедра  
«Прикладная физика и космические технологии»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ В.Е. Косенко  
подпись    инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021г.

**ЗАДАНИЕ**  
**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**  
в форме магистерской диссертации

Студенту: Мишину Сергею Владимировичу.

Группа МТ 19-04М.

Направление 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Специализированная программа подготовки: 15.04.05.02 «Технология космических аппаратов».

Тема магистерской диссертации (МД): «Усовершенствование процессов нормирования и обработки деталей резанием производства комплектующих космических аппаратов».

Утверждено приказом по университету от 22.03.2021 № 3961/с

Руководитель МД: Валерий Васильевич Двирный, профессор, д-р техн. наук, ведущий специалист АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева».

Исходные данные для МД:

- 1) Тестоедов, Н.А. Технология производства космических аппаратов: учебник / Н. А. Тестоедов [и др.]. - Красноярск: СибГАУ, 2009. – 352 с
- 2) Пашуто, В.П. Организация, нормирование и оплата труда на предприятии: учебно-практическое пособие / В.П. Пашуто. – Москва: КНОРУС, 2005. – 320 с.
- 3) Гузеев, В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением: справочник / В.И. Гузеева, В.А. Батуев, И.В. Сурков. – Изд. 2-е. – Москва: Машиностроение, 2007. – 368 с.

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ / В.В. Двирный  
подпись инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ / С.В. Мишин  
подпись инициалы и фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

## РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация на тему «Усовершенствование процессов нормирования и обработки деталей резанием производства комплектующих космических аппаратов» содержит 78 страниц текстового документа, 34 иллюстрации, 3 таблицы, 17 использованных источников.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НОРМА ВРЕМЕНИ, РЕЗАНИЕ МЕТАЛЛОВ, ФРЕЗЕРОВАНИЕ, ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ.

Объект исследования – технологическое обеспечение производства комплектующих космических аппаратов.

Цель работы: усовершенствовать процессы нормирования и обработки деталей резанием производства комплектующих космических аппаратов.

Задачи: исследовать процесс резания. Проанализировать инструментальные базы АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева» и виды инструментальных материалов; изучить используемую на АО «ИСС» методику нормирования работ в механических цехах; составить ряд допущений для адаптации методики нормирования под специфику производства; доработать методику расчета режимов резания с учетом принятых допущений; произвести расчеты режимов резания для определённого перечня инструмента при переменных значениях глубины и ширины резания; разработать диаграммы по произведенным расчетам.

Актуальность:

Нормирование, есть неотъемлемая часть производства. На основе норм труда определяют экономические и временные затраты, осуществляют планирование выпуска продукции. А резание металла является в настоящее время самым распространенным способом окончательного формообразования деталей машин и, несмотря на появление принципиально новых способов формообразования, такое положение сохранится еще не одно десятилетие, поэтому свой выбор считаю обоснованным.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	6
1 Норма времени как инструмент для улучшения производства комплектующих космических аппаратов.....	10
2 Усовершенствование процесса нормирования механических работ через фрезерование .....	16
2.1 Исследование процесса резания металлов.....	16
2.1.1 Основные типы и классификация фрез .....	16
2.1.2 Механика процесса резания с применением режущего инструмента.....	27
2.1.3 Анализ инструментальных баз .....	35
2.1.4 Анализ инструментальных материалов .....	35
2.2 Усовершенствование процесса расчета режимов резания при фрезеровании концевыми фрезами .....	38
2.2.1 Методика расчетарежимов резания при фрезеровании концевыми фрезами.....	38
2.2.2 Допущения принятые при расчетах режимов резания.....	41
2.2.3 Пример расчета режимов резания для концевой фрезы диаметром 12 мм с учетом принятых допущений.....	42
2.2.4 Расчет режимов резания для остальных диаметров при переменных значениях глубины и ширины резания.....	45
3 Разработка диаграмм режимов резания .....	48
Заключение .....	55
Список сокращений .....	56
Список использованных источников .....	57
Приложение А Технологический процесс на изготовление детали «Накладка» с использованием диаграмм режимов резания.....	59
Приложение Б Технологический процесс на изготовление детали «Накладка опорная» с использованием диаграмм режимов резания .....	69

## ВВЕДЕНИЕ

В связи с бурным экономическим развитием ряда стран и регионов, интенсивной интеграцией этих стран в мировую экономику возникла острая необходимость создания региональных и национальных сетей спутниковой связи и вещания с большой пропускной способностью.

Известно, что главным препятствием на пути обширного применения околоземного пространства в интересах компании сейчас являются высокая стоимость и длительное время создания космического аппарата. Для рационального применения экономических и временных ресурсов на машиностроительных предприятиях в обязательном порядке присутствуют технологические службы. Это ведёт к удорожанию окончательных плодов космической деятельности. В частности, имеющиеся сейчас программы дистанционного зондирования Земли устанавливают настолько высокие цены на получаемую информацию, что число ее потребителей ограничивается очень тесным кругом специалистов из развитых. Вместе с тем стремительное увеличение числа пользователей персональных компьютеров, нуждающихся в информации о погоде и состоянии окружающей среды, обусловили потребность в общедоступном регулярно обновляемом источнике такой информации, создание которого невозможно без использования космических средств. Поэтому модернизация работы данных служб является актуальной задачей.

Стоимость производства КА зависит от множества факторов. «Как показывает опыт, стоимость изделий, удовлетворяющих требованиям заказчика, разработанных с использованием различных конструктивно технологических решений по реализации материалов, заготовок, точности изготовления, методов изготовления и контроля, колеблется в зависимости от сложности конструкции от нескольких рублей до нескольких тысяч рублей. Учитывая, что многие изделия, в соответствии с их целевым назначением, являются изделиями серийного, крупносерийного и массового производства,

легко представить, какие колоссальные резервы экономии заложены в разработке технологичных конструкций», - пишет Н.А. Тестоедов в книге «Технология производства космических аппаратов» [1].

Технологичность конструкции изделия имеет решающее значение, когда речь заходит о экономии, но не менее важным аспектом производства является его технологическое обеспечение. Современные машиностроительные предприятия не могут полноценно функционировать без специальных подразделений, занимающихся организационно-техническими вопросами и разработкой технологии изготовления продукции.

Целью технологического обеспечения производства является создание организационно-методической базы технологического обеспечения разработки, подготовки и освоения производства продукции необходимого уровня качества, надежности и оптимальной цены в условиях непрерывного увеличения сложности и скорой сменяемости новых поколений [2].

Технологическое обеспечение охватывает большой спектр работ и модернизация его в целом задача трудновыполнимая. Поэтому в своей выпускной квалификационной работе я решил рассмотреть только процессы нормирования и обработки деталей резанием в механических цехах.

В настоящее время предприятие АО «ИСС» – одно из ведущих предприятий российской космической отрасли, занимается создание космических аппаратов, систем и комплексов связи, телевидения, ретрансляции, навигации, геодезии, включая:

- проектирование и разработку с использованием современных систем автоматизированного проектирования, таких как CATIA, SmarTeam, NASTRAN, Altium Designer, Thermica, Labview, Microwave Studio, Grasp, ANSYS HFSS, Satsoft;

- изготовление составных частей и космических аппаратов в целом с применением передовых технологий и современного производственного оборудования;

- полный цикл наземных испытаний приборов, конструкций, систем и собранных космических аппаратов;
- транспортировку космических аппаратов на космодром и подготовку к запуску;
- сопровождение запуска, летные испытания, ввод в эксплуатацию;
- создание наземных комплексов управления космическими аппаратами;
- управление космическими аппаратами и многоспутниковыми группировками;
- обучение представителей заказчика управлению космическими аппаратами, техническая поддержка в течение всего срока функционирования спутников;
- проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области создания космической техники.

Предприятие создает космические аппараты связи, навигации и геодезии в интересах государственных и коммерческих заказчиков, чтобы обеспечить доступ потребителей по всему земному шару к современным информационным услугам и тем самым повысить качество жизни миллионов людей. Работа специалистов по проектированию и изготовлению спутников, направлена на усиление оборонного потенциала и социально-экономическое развитие страны. Предприятие стремится к укреплению лидерских позиций на отечественном и международном рынке космической техники, и поэтому непрерывно повышаем качество, надежность и конкурентоспособность своей продукции, применяя при ее создании инновационные инженерные решения.

В настоящее время 2/3 орбитальной группировки России – это спутники разработки и производства АО «ИСС».

Предприятие выступает головным исполнителем по ключевым проектам в рамках приоритетных государственных программ в области космической деятельности. Благодаря участию в международных проектах компания широко известна не только в России, но и за рубежом.



Предприятие состоит из основного и вспомогательного производства. К основному производству относят цеха, занятые непосредственно изготовлением продукции. Вспомогательное производство обеспечивает непрерывную деятельность основного это электрослужба, склады. Так же в структуру предприятия входят конструкторские отделы и бюро, бухгалтерия, отдел кадров, отдел подготовки кадров, цех бытового и хозяйственного обслуживания.

**[Изъято главы 1-3]**

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данной работы:

- 1) произведен анализ электронных инструментальных баз АО «ИСС»;
- 2) произведен анализ инструментальных материалов;
- 3) изучена используемая на АО «ИСС» методика нормирования работ в механических цехах;
- 4) составлен ряд допущений для адаптации методики нормирования под специфику производства;
- 5) доработана методика расчета режимов резания с учетом принятых допущений;
- 6) произведены расчеты режимов резания для определенного перечня инструментов при переменных значениях глубины и ширины резания;
- 7) разработаны диаграммы по результатам произведенных расчетов.
- 8) разработаны и опробованы на практике в цехе 011 АО «ИСС» технологические процессы на изготовление деталей «Накладка» и «Накладка опорная» с использованием диаграмм режимов резания.

Результаты работы могут быть полезны технологам, занятым подготовкой управляющих программ, и нормировщикам для расчета обоснованных норм времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках в механических цехах машиностроительных предприятий.

## **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

КА – космический аппарат;

ЧПУ – числовое программное управление;

СПИД – станок, приспособление, инструмент, деталь.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Тестоедов, Н.А. Технология производства космических аппаратов: учебник / Н. А. Тестоедов [и др.]. - Красноярск: СибГАУ, 2009. – 352 с
- 2 ГОСТ Р 50995.01-96. Технологическое обеспечение создания продукции. Основные положения: – Введен 11.12.96. – Москва: Госстандарт России, 1997. – 12 с.
- 3 Пашуто, В.П. Организация, нормирование и оплата труда на предприятии: учебно-практическое пособие / В.П. Пашуто. – Москва: КНОРУС, 2005. – 320 с.
- 4 Коротких, М.Т. Технология конструкционных материалов и материаловедение: учеб. пособие / М.Т. Коротких. – Санкт-Петербург: СПбГПУ, 2004. – 104 с.
- 5 Гузеев, В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением: справочник / В.И. Гузеева, В.А. Батуев, И.В.Сурков. – Изд. 2-е. – Москва: Машиностроение, 2007. – 368 с.
- 6 Барбашов, Ф.А. Фрезерные работы: учеб. пособие для сред. проф.-техн. уч-щ. / Ф.А Барбашов. – Москва: Высш. шк., 1986. – 208 с.
- 7 ГОСТ 25751–83. Инструменты режущие. Термины и определения общих понятий: – Введен 01.07.84. – Москва: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам. – 27 с.
- 8 Безъязычный, В.Ф. Расчет режимов резания: учебное пособие / В.Ф. Безъязычный, И.Н. Аверьянов, А.В. Кордюков. – Рыбинск: РГАТА, 2009. – 185 с.
- 9 154.ТУ 029 Аппаратура контрольно-испытательная. Детали и сборочные единицы. Требования к изготовлению. Технические условия: – Введен 1981. – Железногорск: АО «ИСС».

10 154.ТУ 030 Детали и сборочные единицы. Требования к изготовлению. Технические условия: – Введен 1979. – Железногорск: АО «ИСС».

11 154.ТУ 069 Оборудование вспомогательное нестандартизированное. Общие технические условия: – Введен 1999. – Железногорск: АО «ИСС».

12 Древаль А.Е. Краткий справочник металлиста: справочник / А.Е. Древаль, Е.А. Скороходова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 2005. – 960 с.

13 Каталог-ограничитель концевых фрез собственного изготовления цеха 011 АО «ИСС».

14 Каталог-ограничитель покупных концевых фрез цеха 011 АО «ИСС».

15 Мишин, С. В. Изготовление рефлектора из полимерных композиционных материалов / С. В. Мишин. – Красноярск: Решетневские чтения, 2019.

16 Мишин, С. В. Трехточечный кран гибкой подвески для перемещения космических аппаратов / С. В. Мишин. – Красноярск: Решетневские чтения, 2020.

17 Мишин, С. В. Изготовление токосъемных колец из бериллиевой бронзы / С. В. Мишин. – Красноярск: Решетневские чтения, 2020.


## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**[Изъято приложение А, Б]**

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт  
институт

Межинститутская базовая кафедра  
«Прикладная физика и космические технологии»  
кафедра





УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
  
подпись  
« 25 »  
В.Е. Косенко  
инициалы, фамилия  
06 2021 г.

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

«Усовершенствование процессов нормирования и обработки деталей резанием  
производства комплектующих космических аппаратов»  
тема

15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»  
код и наименование направления

15.04.05.02 «Технология космических аппаратов»  
код и наименование магистерской программы

Научный руководитель	 подпись, дата 25.06.21	профессор МБК ПФиКТ, д-р техн. наук	В.В. Двирный инициалы, фамилия
Выпускник	 подпись, дата 24.06.21		С.В. Мишин инициалы, фамилия
Рецензент	 подпись, дата 18.06.21	ведущий специалист отдела 818 АО «ИСС» имени академика М.Ф. Решетнева», канд. техн. наук	В.В. Злотенко инициалы, фамилия
Нормоконтролёр	 подпись, дата 23.06.21	профессор МБК ПФиКТ, д-р техн. наук, доцент	В.Е. Чеботарев инициалы, фамилия

Красноярск 2021