

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

ПОДГОТОВКА МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ



БАРНАУЛ 2011

УДК 621: 658.512 (075.8)

Подготовка магистерской диссертации / Под ред. Е.Ю. Татаркина. Барнаул: изд-во Алт.гос.техн.ун-та им. И.И.Ползунова. 2011.- 183 с.

Рассмотрена методика проведения теоретических и экспериментальных исследований. Приведены методы поиска решений, позволяющие проектировать новые технологические системы. Даны рекомендации, направленные на оформление заявлений о выдаче патентов на изобретения РФ. Описаны правила оформления рукописи диссертации.

Аскалонова Т.А., Татаркин Е.Ю., Леонов С.Л., Фёдоров В.А., Балашов А.В.

Содержание

Введение.....	6
Часть 1. Магистерская диссертация как квалификационная научная работа.....	8
1.1 Общие положения.....	8
1.2 Квалификационная характеристика и требования к образовательной программе подготовки магистра.....	9
1.2.1 Общая характеристика направления магистерской подготовки...	9
1.2.2 Общие требования к образовательной программе подготовки магистра.....	11
1.2.3 Требования к организации практик.....	12
1.3 Основные документы, представляемые в Государственную аттестационную комиссию.....	14
1.4 Подготовка реферата и доклад.....	16
1.4.1 Реферат.....	16
1.4.2 Подготовка доклада.....	17
1.5 Процедура публичной защиты магистерской диссертации.....	18
Часть 2. Методология проведения диссертационного исследования.....	21
2.1 Выбор темы и методология научного исследования.....	21
2.2 Актуальность и анализ информации по теме диссертационного исследования диссертации.....	27
2.3 Постановка цели и задач диссертационного исследования.....	32
2.4 Объект и предмет исследования. Выдвижение гипотез.....	36
2.5 Теоретические исследования.....	39
2.6 Проведение экспериментальных исследований.....	45
2.7 Название, научная новизна и практическая значимость диссертации.....	49
Часть 3. Математическое моделирование систем.....	53
3.1 Общие положения.....	53
3.2 Классификация моделей.....	53
3.3 Адекватность модели оригиналу.....	58
3.4 Области применения имитационных моделей.....	62
3.5 Построение эмпирических моделей с помощью метода наименьших квадратов.....	64
3.6. Методика планирования экспериментов для построения многофакторных моделей.....	67

3.6.1. Полный факторный эксперимент (ПФЭ) 2^k	67
3.6.2. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ) 2^{k-p}	69
3.6.3. Проведение эксперимента.....	70
3.6.4 Обработка результатов.....	71
3.7 Выводы.....	73
Часть 4. Патентный поиск и патентование изобретений.....	74
4.1 Патентный поиск по сайтам национальных и международных патентных бюро.....	74
4.2 База данных US Patent and Trademark Office (USPTO).....	74
4.2.1 Структура сайта US Patent Full-Text and Full-Page Image Databases .	74
4.2.2 Поисковое задание.....	75
4.2.3 Список обнаруженных патентов.....	77
4.2.4 Патент.....	78
4.3 База данных esp@cenet.....	78
4.3.1. Структура сайта (http://ep.espacenet.com/).....	78
4.3.2 Поиск информации.....	79
4.3.3 Результаты поиска.....	80
4.3.4 Российский сервер.....	80
4.4 База данных РОСПАТЕНТ	80
4.4.1 Структура сайта.....	80
4.4.2. Поиск (русский интерфейс).....	81
4.4.3 Результаты поиска.....	82
4.5 Другие источники.....	82
4.6 Классификация патентов.....	84
4.6.1 Введение.....	84
4.6.2 Международная патентная классификация (International Patent Classification).....	85
4.6.3 Американская патентная классификация (U.S. Patent Classification System).....	85
4.7 Составление и подача заявки на выдачу патента на изобретение....	86
4.7.1 подача заявки на выдачу патента на изобретение (далее - заявка)...	86
4.7.2 Заявка на изобретение.....	86
4.7.3 Содержание документов заявки.....	81
4.7.4 Недопустимые элементы.....	95
4.7.5 Терминология и обозначения.....	95
4.7.6 Оформление документов заявки.....	96

Часть 5. Содержание и правила оформления диссертационной работы...	100
5.1 Структура пояснительной записки.....	100
5.2 Содержание пояснительной записки.....	101
5.2.1 Титульный лист.....	100
5.2.2 Реферат.....	100
5.2.3 Содержание.....	101
5.2.4 Введение.....	101
5.2.5 Основная часть.....	102
5.2.6 Заключение.....	102
5.2.7 Список использованных источников.....	102
5.2.8 Приложения.....	102
5.3 Правила оформления пояснительной записки.....	102
5.4 Построение пояснительной записки.....	103
5.5 Изложение текста.....	105
5.6 Оформление иллюстраций и приложений.....	109
5.7 Построение таблиц.....	113
5.8 Сноски.....	113
Приложение А – Термины и определения.....	114
Приложение Б – Пример синтеза технических решений на И – ИЛИ графе.....	119
Приложение В – Пример оформления заявления о выдаче патента Российской Федерации на изобретение.....	154
Приложение Г – Реферат магистерской диссертации.....	165
Приложение Д – Презентация диссертации.....	171
Приложение Д – Форма титульного листа магистерской диссертации....	181
Литература.....	182

Введение

Магистерская диссертация представляет собой самостоятельно выполненную выпускную квалификационную работу, содержащую результаты разработок по выбранной теме. Цель и задачи, поставленные и решенные в ней, должны быть актуальны и выполнены на современном уровне развития науки и техники в рамках выбранного направления.

Полученные в магистерской диссертации результаты должны свидетельствовать о наличии у её автора достаточных первоначальных навыков самостоятельной научной работы в избранной области профессиональной деятельности. Защита магистерской диссертации и получение степени магистра – это не конечная цель, а ступень в развитии специалиста.

Диссертация магистра может быть как самостоятельным научным исследованием, так и учебно-исследовательской работой, в основе которой лежит самостоятельная научная задача или уточнение уже известных разработок или решений. Признаком успешного выполнения диссертации является владение соискателем методологией научных исследований: вести научный поиск; анализировать состояние вопроса по исследуемой проблеме; ставить цель и формулировать задачи в виде конкретных математических, технических и экономических задач; методически грамотно использовать научную литературу и методы теоретических и эмпирических исследований; проводить анализ результатов исследований и делать выводы; формулировать результаты научной новизны и практической значимости полученных результатов.

Автор диссертации должен показать свою квалификацию: логически грамотно излагать полученные им результаты; аргументировать корректность использованных методик, достоверность и обоснованность основных положений и выводов; отстаивать свою позицию в дискуссиях и на публичной защите; доказывать правильность выбора возможных решений; показать свою научную эрудицию и профессиональные компетенции; видеть перспективы дальнейшего развития работы.

При подготовке и оформлении диссертации нужно руководствоваться приводимыми в данном пособии требованиями. Однако эти требования не должны ни в коей мере сковывать творческую инициативу автора в процессе самого исследования и при изложении полученной информации и в виде текстового и иллюстративного материала (методы исследования, поиска и принятия решений, структура и логическое построение материала и т.д.). Диссертация оформляется в виде, который позволяет судить о том, насколько полно отражены и обоснованы содержащиеся в ней положения, выводы и рекомендации, самостоятельно полученные магистрантом, а также их научная новизна и/или практическая значимость.

К наиболее типичным ошибкам при подготовке и оформлении диссертации следует отнести:

-цель и задачи исследования не обоснованы критическим анализом литературы;

- не показаны в полном объеме конкретные результаты теоретических и экспериментальных исследований;
- на приводятся принятые при исследовании допущения;
- отсутствуют данные по оценке достоверности полученных результатов наблюдений;
- отсутствуют или поверхностны выводы по отдельным главам диссертации;
- общие выводы не соответствуют поставленным цели, задачам и научной новизне и/или практической значимости диссертации;
- нарушается нумерация страниц, рисунков и таблиц;
- не всегда делаются ссылки на источники, из которых взята информация;
- отсутствуют ссылки на публикации автора диссертации;
- нет ссылок на Приложения;
- небрежное оформление(грамматические и стилистические ошибки, низкое качество иллюстративного материала и т.п.).

Значительное количество недостатков и ошибок можно избежать, придерживаясь требований и рекомендаций, изложенных в предлагаемом пособии. Содержание пособия поможет магистранту ориентироваться в значительном числе вопросов, которые могут возникнуть в процессе подготовки, оформления и защиты диссертации, и позволит в должной мере реализовать свои знания и творческие возможности.

Часть 1. Магистерская диссертация как квалификационная научная работа

1.1 Общие положения

Магистерская подготовка в системе многоуровневого высшего образования РФ была учреждена Постановлением Государственного комитета РФ по высшему образованию от 10 августа 1993 года № 42. В 2000-м году Министерство образования РФ определило требования к минимальной оснащенности и минимальной обеспеченности образовательного процесса высших учебных заведений, реализующих основные образовательные программы магистерской подготовки. В том же году Министерства образования РФ утвердило Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению 552900 – "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств", регламентирующий все вопросы введения и функционирования магистратуры – от приема в магистратуру до государственной аттестации ее выпускников. Приказом Министерства образования и науки РФ от 21.12.2009 г. №769 в соответствие с новым Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) присвоен направлению новый шифр 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (КТОМП). На основе руководящих документов Министерства образования и науки РФ разработаны Стандарт предприятия и Положение о магистерской подготовке в Алтайском государственном техническом университете.

Обучение в магистратуре завершается защитой диссертации. Выпускная квалификационная работа магистра (магистерская диссертация) представляет собой квалификационную научную работу, выполняемую на базе теоретических знаний и практических навыков, полученных студентом в течение всего срока обучения в университете (6 лет), самостоятельной научно-исследовательской работы, выполняемой в период обучения в магистратуре, и прохождения практик.

Выполнение магистерской диссертации является заключительным этапом обучения студента в магистратуре и имеет своей целью:

- систематизацию, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по соответствующему направлению образования и формирование навыков применения этих знаний при решении конкретных научных, научно-технических, экономических и производственных задач;
- развитие навыков ведения самостоятельной работы и овладение методикой теоретических, экспериментальных и научно-практических исследований;
- приобретение опыта систематизации полученных результатов исследований, формулирование новых выводов и положений на основе результатов выполненной работы;

- приобретение опыта публичной защиты выполненной работы.

Магистерская диссертация (МД), как самостоятельное научное исследование, квалифицируется как учебно-исследовательская работа, в основу которой заложено моделирование более или менее известных решений. Ее тематика и научный уровень должны отвечать образовательно-профессиональной программе обучения. Выполнение МД должно не столько решать научные проблемы или задачи, сколько свидетельствовать о том, что ее автор способен вести научный поиск, распознавать профессиональные проблемы, выявлять и формулировать научные задачи, знать методы и приемы их решения.

Защита магистерской диссертации завершает обучение в магистратуре и в результате соискателю присуждается академическая степень "Магистр техники и технологии".

Магистр техники и технологии по направлению 151900 может занимать ведущие должности как:

- специалист-разработчик новых технологий, нового технологического оборудования, сложных прикладных систем, ориентированных на интенсивное использование современных информационных технологий;
- специалист-пользователь, владеющий навыками и приемами использования современных компьютерных технологий для работы над прикладными проектами в больших коллективах;
- инженер-исследователь, имеющий навыки научно-исследовательской деятельности и умеющий самостоятельно находить и решать научные задачи прикладного значения;
- работник высшей школы, продолжающий обучение в аспирантуре для подготовки кандидатской диссертации.

1.2 Квалификационная характеристика и требования к образовательной программе подготовки магистра

1.2.1 Общая характеристика направления магистерской подготовки

В соответствии с государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» объектами профессиональной деятельности магистра техники и технологии являются:

- машиностроительные производства, их основное и вспомогательное оборудование, комплексы, инструментальная техника, технологическая оснастка, средства проектирования, автоматизации и управления;
- производственные и технологические процессы машиностроительных производств, средства их технологического, инструментального, метрологического, диагностического,

информационного и управленческого обеспечения, их исследование, проектирование, освоение и внедрение;

- средства, методы и способы, предназначенные для создания и эксплуатации станочных, инструментальных, робототехнических, информационно-измерительных, диагностических, информационных, управляющих и других технологически ориентированных систем для нужд машиностроения;

- нормативно-техническая и плановая документация, системы стандартизации и сертификации;

- средства и методы испытаний и контроля качества машиностроительной продукции.

Магистр должен иметь соответствующие профессиональные компетенции (ПК) и быть подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности:

- проектно-конструкторская;
- производственно-технологическая;
- организационно-управленческая;
- научно-исследовательская;
- научно-педагогическая;
- сервисно-эксплуатационная;
- специальные виды деятельности.

Конкретные виды профессиональной деятельности, к которым в основном готовится магистр, определяются высшим учебным заведением совместно с обучающимися, научно-педагогическими работниками высшего учебного заведения и объединениями работодателей.

Для решения этих профессиональных задач магистр:

- собирает, обрабатывает, анализирует и обобщает научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области техники и технологии машиностроительных производств;

- принимает участие в фундаментальных и прикладных исследованиях по созданию новых технологий, средств технологического оснащения и автоматизации;

- составляет отчеты (разделы отчета) по теме или ее разделу (этапу, заданию);

- участвует во внедрении результатов исследований и разработок в производстве.

Магистр должен знать:

- цели и задачи, стоящие перед машиностроением в области внедрения новейших технологий, оборудования и средств автоматизации;

- современное состояние технологии, оборудования и автоматизации машиностроительных производств на мировом рынке;

- достижения науки и техники, передовой отечественный и зарубежный опыт в области знаний, соответствующей выполняемой работе;

- рациональные приемы поиска научно-технической информации, патентного поиска;

- методы диагностики оборудования с использованием современных приборов и аппаратуры.

Магистр должен уметь:

- формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и педагогической деятельности;
- использовать методы научных исследований в области машиностроительных производств при решении задач КТОМП;
- обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных;
- вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий;
- понимать роль философии в развитии науки, возможности современных научных методов познания;
- уметь применять основы экономической теории для оценки состояния перспектив развития машиностроительных производств;
- уметь использовать современные компьютерные технологии в науке, технике и технологии машиностроительных производств;

Магистр должен владеть:

- навыками использования методов и средств научных исследований для решения задач в области КТОМП;
- навыками проектирования и расчета систем инструментального обеспечения машиностроительных производств;
- навыками работы с системами автоматического проектирования и программирования.

1.2.2 Общие требования к основной образовательной программе подготовки магистра

К основной образовательной программе (ООП) магистра предъявляются следующие требования:

1) Образовательная программа подготовки магистра разрабатывается на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования соответствующего направления. Она включает в себя:

- рабочий учебный план;
- вузовские образовательные стандарты учебных дисциплин;
- программы учебных и производственных (научно-исследовательской и научно-педагогической) практик;
- программы научно-исследовательской работы.

2) Основная образовательная программа подготовки магистра предусматривает изучение следующих учебных циклов:

- общенаучный цикл;
 - профессиональный цикл;
- и разделов

- практики и научно-исследовательская работа;
- итоговая государственная аттестация.

Каждый учебный цикл имеет базовую (обязательную) часть и вариативную (профильную), устанавливаемую вузом. Вариативная часть дает возможность расширения и углубления знаний, умений, навыков и компетенций, определяемых содержанием базовых дисциплин, позволяет обучающемуся в магистратуре получить необходимые знания для успешной профессиональной деятельности или обучения в аспирантуре.

Основная образовательная программа подготовки магистра должна иметь следующую структуру:

в соответствии с программой подготовки бакалавра:

- Б.1 – гуманитарный, социальный и экономический циклы;
- Б.2 - математический и естественнонаучный циклы;
- Б.3 – профессиональный цикл;
- Б.4 – физическая культура;
- Б.5 – учебная и производственные практики;
- Б.6 - итоговая государственная аттестация бакалавра;

в соответствии с программой подготовки магистра:

- М.1 – общенаучный цикл;
- М.2 – профессиональный цикл;
- М.3 – практики и научно-исследовательская работа;
- М.4 - итоговая государственная аттестация магистра.

Содержание регионального (вузовского) компонента образовательной программы подготовки магистра должно обеспечивать подготовку выпускника в соответствии с квалификационной характеристикой, установленной ФГОС ВПО соответствующего направления.

Университет самостоятельно разрабатывает и утверждает вариативную часть образовательной программы подготовки магистра, включая дисциплины по выбору.

Дисциплины «по выбору» являются обязательными, а факультативные дисциплины, предусмотренные учебным планом подготовки, - необязательными для изучения студентом.

1.2.3 Требования к организации практик

- Научно-исследовательская практика

Целью научно-исследовательской практики является овладение магистрантом методикой проведения научно-исследовательских работ (НИР), получение практических навыков по методам проведения научных исследований.

Научно-исследовательская практика осуществляется в форме проведения реального исследовательского проекта, который может быть связан как с разработкой теоретического направления (метода, методики, модели и т.п.), так и с изучением реальных процессов.

Практика проводится в научно-исследовательских организациях, научно-исследовательских подразделениях производственных предприятий и фирм. Допускается проведение практики в научно-исследовательских и учебных центрах вузов, ведущих магистерскую подготовку.

Результаты научно-исследовательской практики используются при подготовке магистерской диссертации.

На практике магистрант должен ознакомиться:

- с методикой планирования и организации НИР;
- с правилами безопасности и производственной санитарии в процессе выполнения НИР;
- с порядком внедрения результатов научных исследований и разработок.

Магистрант должен приобрести навыки:

- формулирования целей и задач научного исследования;
- выбора и обоснования методики исследования;
- работы с прикладными научными пакетами и редакторскими программами, используемыми при проведении научных исследований и разработок;
- оформления результатов научных исследований (оформление отчета, написания научных статей, тезисов докладов);
- работы на экспериментальных установках, приборах и станках.

Результаты научно-исследовательской практики должны быть оформлены в письменном виде. В том случае, если проект выполняется группой, в отчете о практике должен быть указан конкретный вклад каждого участника проекта.

- Учебно-педагогическая практика

Целью учебно-педагогической практики является изучение магистрантом основ учебно-педагогической деятельности, получение навыков педагогической деятельности в высшей школе.

Педагогическая практика организуется на кафедрах, осуществляющих выпуск магистров по конкретной образовательной программе. Практикой руководит научный руководитель магистерской программы совместно со специалистом в области психологии и педагогики кафедр гуманитарного и социально-экономического профиля.

Педагогическая практика должна предусматривать разработку учебных материалов и проведение занятий по дисциплинам направления в рамках программ подготовки бакалавров. Объем занятий и требования к учебным материалам определяются кафедрой, ответственной за подготовку магистров.

Аттестация по итогам практики проводится на основании оформленного письменного отчета и отзыва руководителя практики от предприятия (вуза). По итогам аттестации выставляется оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно).

По всем дисциплинам и практикам, включенным в учебный план, должна выставляться итоговая оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно, зачтено, не зачтено).

Требования к научно-исследовательской части программы.

Научно-исследовательская часть программы должна содержать перечень задач, имеющих теоретическое, практическое, прикладное значение для соответствующей отрасли знаний.

Научно-исследовательская работа обучающихся является обязательным разделом основной образовательной программы магистратуры и направлена на формирование общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями настоящего ФГОС ВПО и ООП вуза. Вузами могут предусматриваться следующие виды и этапы выполнения и контроля научно-исследовательской работы обучающихся: планирование научно-исследовательской работы, включающее ознакомление с тематикой исследовательских работ в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств и выбор темы исследования; написание реферата по избранной теме; проведение научно-исследовательской работы; корректировка плана проведения научно-исследовательской работы; составление отчета о научно-исследовательской работе; публичная защита выполненной работы.

1.3 Основные документы, представляемые в Государственную аттестационную комиссию

Защита выпускной квалификационной работы на соискание степени магистра проводится в сроки, предусмотренные учебным планом направления подготовки.

К защите выпускной квалификационной работы допускаются магистранты, завершившие полный курс обучения по соответствующей профессиональной образовательной программе и успешно прошедшие все предшествующие аттестационные испытания.

Для проведения процедуры защиты магистерских диссертаций приказом ректора университета (проректора по учебной работе) по представлению выпускающей кафедры назначается Государственная аттестационная комиссия (ГАК) по защите магистерских диссертаций, состоящая из специалистов соответствующего профиля (не менее 8 человек). В состав ГАК входят профессора, преподаватели и научные сотрудники АлтГТУ (доктора и кандидаты наук), профессора и преподаватели других вузов, а также научные сотрудники (доктора и кандидаты наук) и высококвалифицированные специалисты научных и производственных учреждений. Председателем ГАК по защите магистерских диссертаций назначается ведущий ученый – специалист по профилю направления, из другого вуза или организации.

Секретарем ГАК назначается штатный преподаватель или научный сотрудник выпускающей кафедры. Представители сторонних организаций должны составлять не менее 20% от общего числа членов ГАК.

ГАК работает в условиях гласности.

Расписание работы ГАК утверждается деканом факультета по представлению выпускающей кафедры не позднее, чем за две недели до начала ее работы. Продолжительность одного заседания ГАК не должна превышать шести часов в день.

Извещение о предстоящих защитах магистерских диссертаций с указанием места, даты и времени проведения защиты вывешивается на доске объявлений не позднее, чем за неделю до защиты.

В ГАК должны быть представлены следующие документы:

- оформленная диссертация;
- справка деканата о выполнении учебного плана;
- автореферат;
- отзыв научного руководителя;
- отзыв рецензента.

На защиту дополнительно могут быть представлены другие материалы, характеризующие научную и практическую ценность работы (печатные статьи, макеты, образцы материалов и изделий, слайды и т.д.).

В отзыве научного руководителя, прежде всего, указывается на соответствие выполненной диссертации направлению и специальности, по которым Государственной аттестационной комиссии предоставлено право проведения защиты магистерских диссертаций.

Затем научный руководитель кратко характеризует проделанную работу, отмечает ее актуальность, теоретический уровень и практическую значимость, полноту и оригинальность решения поставленных вопросов, а также дает оценку готовности такой работы к защите. Заканчивается отзыв научного руководителя указанием на степень соответствия ее требованиям, предъявляемым к выпускным работам магистратуры, отмечается степень самостоятельности и инициативности при выполнении работы, умение магистранта работать с научно-технической и справочной литературой.

Магистерская диссертация подвергается обязательному рецензированию. Рецензент назначается из специалистов той области знания, по тематике которой выполнено диссертационное исследование. Такой рецензент проводит квалифицированный анализ существа и основных положений рецензируемой диссертации, а также оценивает актуальность избранной темы, самостоятельность подхода к ее раскрытию, наличие собственной точки зрения, умение пользоваться методами научного исследования, степень обоснованности выводов и рекомендаций, достоверность полученных результатов, их новизну и практическую значимость, соответствие содержания выполненной работы квалификационным требованиям государственного образовательного стандарта, готовность выпускника к профессиональной деятельности.

Наряду с положительными сторонами такой работы отмечаются и недостатки, в частности, указываются отступления от логичности и грамотности изложения материала, выявляются фактические ошибки и т.п.

Этот документ, содержащий аргументированный критический разбор достоинств и недостатков диссертации, оглашается на заседании Государственной аттестационной комиссии при обсуждении результатов ее защиты. Рецензия должна содержать общую оценку работы («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»).

Содержание рецензии на диссертационную работу заранее доводится до сведения ее автора не позже чем за 1-2 дня до защиты с тем, чтобы он мог заранее подготовить ответы по существу сделанных рецензентом замечаний (принять или аргументировано их отвести).

Законченная магистерская диссертация вместе со справкой о выполнении индивидуального плана по профессиональной образовательной программе магистра, а также отзывом научного руководителя магистранта и рецензией специалиста представляется в Государственную аттестационную комиссию, которая в своей работе руководствуется Положением об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений в Российской Федерации. ГАК выносит решение об итогах защиты и оценку работы («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»), которое принимается простым большинством при открытом голосовании.

1.4 Подготовка реферата и доклад

1.4.1 Реферат

Важным документом, подготавливаемым магистрантом к защите диссертации является автореферат, который представляет собой краткий обзор текста диссертации. Составление этого документа очень ответственный этап подготовки к защите.

В процессе этой работы магистрант выделяет в своей диссертации, что подлежит включению в текст автореферата. Проводится синтез информации, ее обобщение, поиск точных форм ее представления, в результате чего создается новый документ, в среднем 3-5 машинописных страниц. В смысловом отношении он должен соответствовать написанной диссертации.

В структурном отношении автореферат можно разделить на три части.

Первая часть в основных чертах повторяет введение диссертации, на нее отводится не менее 3/4 объема страницы машинописного текста и она содержит актуальность выбранной темы, описание научной проблемы, а также формулировку объекта, предмета исследования, цели диссертационной работы. Здесь также нужно указать методы исследований, при помощи которых получен фактический материал диссертационной работы, а также охарактеризовать ее состав и общую структуру: сведения об объеме работы, количестве иллюстраций, таблиц, перечень ключевых слов.

Перечень ключевых слов должен характеризовать содержание выпускной работы и включать от 5 до 15 ключевых слов в именительном падеже, напечатанных в строку, через запятые.

После первой, вводной части следует вторая, самая большая по объему (2-3 машинописные страницы) часть, которая характеризует каждую главу диссертации. При этом особое внимание обращается на итоговые результаты, их новизну, рекомендации по внедрению, эффективность. Отмечаются также критические сопоставления и оценки.

Заканчивается автореферат заключительной частью. Здесь целесообразно перечислить общие выводы из текста диссертации (не повторяя более частные обобщения) основные рекомендации, которые, по мнению магистранта, могли бы принести пользу в той области, которой посвящена тема защищаемой диссертации.

К тексту автореферата могут быть приложены дополнительные материалы (схемы, таблицы, графики, диаграммы и т.п.), которые необходимы для доказательства выдвигаемых положений и обоснования сделанных выводов и предложенных рекомендаций.

1.4.2 Подготовка доклада

Подготовка к защите диссертации начинается с работы над докладом, который является очень важным этапом процедуры защиты. Доклад должен раскрыть существо, теоретическое и практическое значение результатов проведенной работы.

1 Содержание доклада

- Начинать следует с актуальности темы.
- Первую фразу доклада следует заучить наизусть, чтобы не пришлось мучительно изобретать, о чем начинать говорить.
- После актуальности сформулировать цель работы и решаемые задачи (прямо по тексту работы).
- Далее рассказывать по очереди решаемые задачи – в основном об оригинальных результатах, полученных докладчиком.
- В конце четко сформулировать полученные результаты (прямо по тексту работы). Их можно заучить, но разрешается и зачитать.

Когда текст выступления составлен, целесообразно подготовить письменные ответы на вопросы, замечания и пожелания, которые содержатся в отзыве на диссертацию официального рецензента, а затем составить письменные ответы на все вопросы и замечания, содержащиеся в его рецензии. Письменная форма подготовки ответов необходима для того, чтобы во время защиты излишнее волнение не смогло помешать правильно и спокойно отвечать на вопросы.

2 Репетиция доклада

- Следует подготовить 8-10 плакатов или слайдов с важнейшими схемами и формулами.

- Время доклада определяется председателем ГАК и обычно составляет для магистерских работ 10-15 минут.

- Доклад следует 1-2 раза отрепетировать вслух, засекая время выступления. При этом учитываются все паузы и сбои в рассказе. Необходимо уложиться в запланированное время (лучше рассчитывать на минимальное, а не на максимальное).

- Во время репетиции следует пользоваться по плакатами.

- Докладывая, не следует пытаться рассказать все, что вы знаете. Излагать надо только самое главное.

-

3 Доклад

- Необходимо во время доклада стоять лицом к аудитории, не поворачиваясь спиной к аудитории.

- Если во время доклада сбились и не можете закончить предложение, не пытайтесь его закончить. Начинайте следующую мысль. Это произведет гораздо лучшее впечатление на слушателей, чем долгие паузы и попытки закончить предложение.

- Говорить следует отчетливо, чтобы вас было слышно, не торопясь.

- Не следует в конце доклада выражать благодарности. По регламенту после доклада идут вопросы к докладчику, выступления научного руководителя, рецензента, а затем магистранту предоставляется заключительное слово. Благодарности следует выражать именно во время заключительного слова. И не надо это делать слишком долго.

- Ответы на вопросы членов ГАК должны быть четкими, хорошо аргументированными. Если возможны ссылки на текст диссертации, то их нужно делать. Это придает большую убедительность результатам исследований.

1.5 Процедура публичной защиты магистерской диссертации

Защита магистерской диссертации проводится на открытом заседании Государственной аттестационной комиссии с участием не менее 3/4 ее состава. В ГАК представляются: магистерская диссертация (первый экземпляр, подписанный магистрантом, научным руководителем магистранта, руководителем программы), отзыв научного руководителя, рецензия (с рекомендательной оценкой работы), справка деканата о выполнении учебного плана, оттиски публикаций. Защита диссертации должна носить характер дискуссии и проходить при высокой требовательности, принципиальности и сохранении общепринятой этики.

Заседание ГАК начинается с того, что председательствующий объявляет о защите диссертации, указывая ее название, имя и отчество ее автора, а также наличие необходимых документов.

Затем слово представляется самому магистранту (в пределах 10-15 минут). Свое выступление он строит на основе заранее подготовленных тезисов доклада (зачитывание доклада не рекомендуется). При этом следует делать ссылки на подготовленные плакаты, чертежи, таблицы и другие материалы.

После выступления магистранта ему задаются вопросы в устной форме. Вопросы могут задавать все присутствующие на защите. Первоочередным правом задавать вопросы пользуются члены ГАК.

Далее председательствующий представляет слово научному руководителю магистранта. В своем выступлении научный руководитель раскрывает отношение магистранта к работе над диссертацией, его способность к научной работе, деловые и личностные качества. При отсутствии на заседании Государственной аттестационной комиссии научного руководителя магистранта председательствующий зачитывает его письменный отзыв на выполненную диссертационную работу.

После выступления научного руководителя секретарь ГАК зачитывает рецензию на выполненную диссертацию и представляет магистранту слово для ответа на замечания.

Далее начинается научная дискуссия, в которой имеют право участвовать все присутствующие на защите.

Результаты защиты магистерской диссертации определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Они складываются из оценки содержания диссертации, ее оформления (в том числе языка и стиля изложения), процесса защиты.

Если магистерская диссертация оценена на «неудовлетворительно», соискатель допускается к повторной защите в следующие сессии ГАК в течение 5 лет, но не более одного раза. При этом ГАК определяет, может ли соискатель представить к повторной защите доработанную диссертацию по той же теме или должен написать диссертацию по новой теме. В случае повторной неудовлетворительной защиты соискатель лишается права на получение диплома магистра. Ему выдаются документы, предусмотренные для данного случая Положением об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений РФ.

Продолжительность защиты одной работы, как правило, не должна превышать 30 минут.

Решение Государственной аттестационной комиссии по защите магистерской диссертации принимается комиссией на заседании открытым голосованием. Решение считается принятым, если больше половины членов комиссии проголосовало за это решение.

Результаты защиты магистерской диссертации объявляются магистранту в тот же день после оформления протокола заседания Государственной аттестационной комиссии.

Протоколы заседания Государственной аттестационной комиссии ведутся по установленной форме. В протоколы вносится перечень документов, представленных на защиту, и решение комиссии по оценке диссертационной

работы, записываются заданные вопросы, особые мнения, например, рекомендация в аспирантуру. В протоколе также указывается решение о присвоении академической степени магистра по соответствующему направлению и выдаче диплома магистра государственного образца.

Магистерские диссертации, а также их электронные копии, и сопроводительные документы после защиты сдаются секретарю Государственной аттестационной комиссии.

Часть 2. Методология проведения диссертационного исследования

2.1 Выбор темы и методология научного исследования

Выбор темы - это этап, который определяет будет ли успешным диссертационное исследование, признают ли специалисты его результаты новыми, полезными не только для соискателя, но и для общества. Каждую научно-исследовательскую работу можно отнести к определённому направлению.

Под научным направлением понимается наука или комплекс наук, в области которых ведутся исследования. К техническому направлению относятся исследования в области машиностроения, станкостроения, авиастроения и т.д.

Основой научного направления является специальная наука или ряд специальных наук, входящих в ту или иную научную отрасль (например, технология машиностроения, теория резания, материаловедение), а также специальные методы исследования и технические устройства.

Под научным направлением научного коллектива понимают сферу научных исследований, посвященных решению каких-либо крупных теоретико-экспериментальных задач в определенной отрасли науки. **Структурными единицами направления** являются комплексные проблемы, проблемы, темы и вопросы.

Комплексная проблема включает в себя несколько проблем, объединенных единой целью.

Проблема – это совокупность сложных теоретических и практических задач, необходимость решения которых назрели в обществе. Различают **проблемы общие** (общенаучные, общенародные и т. п.) **и специфические проблемы**, характерные для определенных производств той или иной промышленности (в автомобильной промышленности такими проблемами являются экономия топлива и создание новых видов горючего, в станкостроении – низкая точность и производительность выпускаемого оборудования и т. п.). Например, в рамках направления «Технология машиностроения» существует целый ряд комплексных проблем: повышение производительности труда, сокращение материалоемкости при производстве машин, автоматизация производственных процессов изготовления деталей машин, снижение энергоемкости технологий и целый ряд других.

Проблема состоит из ряда тем. После обоснования и установления структуры проблемы приступают к выбору темы научного исследования, что зачастую более сложно, чем провести само исследование.

Тема — это научная задача, охватывающая определенную область научного исследования. Обобщение результатов ответов по комплексу тем может дать решение научной проблемы. Тема базируется на комплексе исследовательских вопросов.

Под научными вопросами понимают более мелкие научные задачи, относящиеся к конкретной области научного исследования. Результаты их

решения имеют не только теоретическое, но главным образом и практическое значение.

При разработке темы или вопроса выдвигается конкретная задача (разработать прогрессивную технологию сборки, систему инструментального обеспечения для станка с ЧПУ, высокопроизводительный инструмент и т.п.).

Выбор направления, проблемы, темы научного исследования и постановка научных вопросов являются чрезвычайно ответственными задачами. Тема должна соответствовать профилю научного коллектива. Каждый научный коллектив (ВУЗ, факультет, кафедра) по сложившимся традициям имеет свой профиль, квалификацию, компетентность. Такая специализация, способствующая накоплению опыта исследований, дает свои положительные результаты: повышается теоретический уровень разработок, качество и экономическая эффективность, сокращается срок выполнения исследования.

Конкретизация же направления исследования является результатом изучения состояния производственных запросов, общественных потребностей и состояния исследований в том или ином направлении на данном отрезке времени. В процессе изучения состояния и результатов уже проведенных исследований могут формулироваться идеи комплексного использования нескольких научных направлений для решения производственных задач.

Постановка (выбор) проблем или тем включает в себя ряд этапов.

Первый этап – формулирование проблем. На основе анализа противоречий исследуемого направления формулируют основной вопрос проблемы и определяют в общих чертах ожидаемый результат.

Второй этап включает в себя разработку структуры проблемы, Выделяют темы, подтемы, вопросы. Композиция этих компонентов составляет дерево проблемы (или комплексной проблемы). По каждой теме выявляют ориентировочную область исследования.

На третьем этапе устанавливают актуальность проблемы, т. е. ценность ее на данном этапе для науки и техники. Для этого по каждой теме выставляют несколько возражений и на основе анализа методом последовательного приближения исключают возражения в пользу реальности данной темы. Выбору темы должен предшествовать анализ того, какие научные проблемы требуют быстрого разрешения, можно ли в таких проблемах (задачах) вычленить самостоятельные части, какие из них являются ключевыми, какова степень их изученности. Следует исключить «тупиковые» темы (задача не решаема на современном уровне развития науки и техники) или темы, которые самостоятельно могут быть решены только после получения результатов по другим проблемам (задачам). Необходимо проанализировать практическую значимость результатов решения составных частей проблемы и достаточность методического, материального и информационного обеспечения для выполнения диссертационного исследования. Оценить ориентировочно время, требуемое для выполнения работы.

Выбирая тему нужно изучить накопленный ранее опыт, соблюдать преемственность, отдавать предпочтение патентоспособным и перспективным инновационным НИР. При выборе важно уметь отличать **псевдопроблемы** от научных проблем. Псевдопроблемы (ложные, мнимые), какую бы не имели внешнюю форму, в основе своей имеют антинаучный характер. Особое место среди них занимают проблемы, которые повторяют решаемые или уже решенные. Дублируемые псевдопроблемы обуславливают дополнительные затраты труда и средств.

Выбор темы должен являться результатом изучения общественных потребностей, производственных запросов, состояния научных исследований на данный момент времени.

Тема должна быть **актуальной**, т. е. важной, требующей скорейшего разрешения в настоящее время. Так, при сравнении двух тем теоретических исследований степень актуальности может оценить крупный ученый отрасли или научный коллектив. При оценке актуальности прикладных научных разработок ошибки не возникнет, если более актуальной окажется та тема, которая обеспечит больший экономический эффект.

Тема должна иметь **научную новизну, вносить вклад в науку**. Это значит, что тема в такой постановке никогда не разрабатывалась и в настоящее время не разрабатывается, т. е. дублирование исключается. Дублирование возможно лишь в отдельных случаях, когда по заданию руководящих организаций одинаковые темы разрабатывают два конкурирующих коллектива в целях разрешения важнейших государственных проблем в кратчайшие сроки.

Грань между научными и инженерными исследованиями стирается с каждым годом. Однако при выборе тем новизна должна быть не инженерной, а научной, т. е. принципиально новой. Если разрабатывается пусть даже новая задача, но на основе уже открытого закона, то это область инженерных, а не научных разработок. Поэтому необходимо отличать научную задачу от инженерной, которая не может быть предметом научного исследования.

Тема должна быть **экономически эффективной и иметь значимость**. Любая тема прикладных исследований должна давать экономический эффект в народном хозяйстве. Это одно из важнейших требований. Выбор темы должен базироваться на специальном технико-экономическом расчете.

На стадии выбора темы исследования предполагаемый экономический эффект может быть определен, как правило, ориентировочно. Иногда экономический эффект на начальной стадии установить вообще нельзя. В таких случаях для ориентировочной оценки эффективности можно использовать аналоги (близкие по названию и разработке темы).

При разработке теоретических исследований иногда требование экономичности может уступать требованию значимости. Значимость, как главный критерий темы, имеет место при разработке исследований, определяющих престиж отечественной науки или составляющих фундамент для приклад-

ных исследований, или направленных на совершенствование общественных и производственных отношений и др.

Важной характеристикой темы является возможность быстрого внедрения в производство. При разработке темы следует оценить возможность ее внедрения в производственных условиях.

Тема диссертационного исследования в ходе выполнения может корректироваться (уточняться цель, изменяться задачи и т.д.), это может быть связано с появлением новых гипотез, а также обусловлено результатами анализа научно-технической литературы, патентов, проведенных теоретических исследований и поисковых предварительных экспериментов. Качественный выбор темы является одним из основных условий дальнейшего творческого успеха и получения полезных научных и практических результатов.

Методология диссертационного исследования представляет собой совокупность методов, способов, приемов и их определенная последовательность.

Общенаучная методология представлена направлениями, концепциями и системами научного знания, которые в силу универсальности своего характера используются как средство познавательной деятельности в самых различных отраслях науки. Она представляет собой общую форму организации научно-познавательной деятельности. **Целью любого научного исследования является** достоверное изучение объекта, процесса или явления, их структуры, связей, и отношений на основе разработанных в науке принципов и методов познания, а также получение и внедрение в производство (практику) полезных для человека результатов. Общенаучная методология содержит принципы построения научного знания, обеспечивает соответствие его структуры и содержания задачам исследования, включая его методы, а также проверку истинности полученных результатов и их интерпретацию.

Можно выделить следующие наиболее существенные зоны приложения общенаучной методологии в научном (диссертационном) исследовании:

- постановка проблемы (включая их распознавание и происхождение);
- установления места данных проблем в системе накопленных знаний;
- выявление свойств, содержания, закономерностей поведения и развития систем;
- построение предмета исследования;
- создание научной теории;
- проверка истинности теории путем обращения к практике;
- использование данной теории для создания других теорий;
- интерпретация полученных результатов;
- нахождение путей, средств и возможностей использования новых представлений или знаний о проблеме в практике ее решения.

В методологии используются различные методы, при выборе которых нужно учитывать специфику предмета и объекта исследования. **Метод** — это способ достижения цели; путь исследования или познания. Методы научного познания условно подразделяются на ряд уровней:

- эмпирический;
- экспериментально – теоретический;
- теоретический;
- метатеоретический уровни.

Методы эмпирического уровня: наблюдение, сравнение, счёт, измерение, анкетный опрос,, тесты, метод «проб и ошибок» и ряд других. Методы этой группы конкретно связаны с изучаемыми явлениями и используются на этапе формирования научной гипотезы.

Методы экспериментально-теоретического уровня: эксперимент, анализ и синтез, индукция и дедукция, моделирование, гипотетический, исторический и логические методы. Эти методы помогают исследователю обнаружить те или иные достоверные факты, объективные проявления в протекании исследуемых процессов. С помощью этих методов производится накопление фактов, их перекрёстная проверка. Факты имеют научно-познавательную ценность только в тех случаях, когда они систематизированы, когда между ними вскрыты неслучайные зависимости, определены причины и следствия. Задача выявления истины требует не только сбора фактов, но и правильной их теоретической обработки. Первоначальная систематизация фактов и их анализ проводятся уже в процессе наблюдений, бесед, экспериментов, ибо эти методы включают в себя не только акты чувственного восприятия предметов и явлений, но и их отбор, классификацию, осмысливание воспринятого материала, его фиксирование.

Методы теоретического уровня: абстрагирование, идеализация, формализация, анализ и синтез, индукция и дедукция, аксиоматика, обобщение и т. д. На теоретическом уровне производятся логическое исследование собранных фактов, выработка понятий, суждений, делаются умозаключения. В процессе этой работы соотносятся ранние научные представления с возникающими новыми. На теоретическом уровне научное мышление освобождается от эмпирической описательности, создает теоретические обобщения. Новое теоретическое содержание знаний надстраивается над эмпирическими знаниями.

На теоретическом уровне познания широко используются логические методы сходства, различия, сопутствующих изменений, разрабатываются новые системы знаний, решаются задачи дальнейшего согласования теоретически разработанных систем с накопленным новым экспериментальным материалом.

К методам **метатеоретического** уровня относят диалектический метод и метод системного анализа. С помощью этих методов исследуются сами теории и разрабатываются пути их построения, изучается система положений и понятий данной теории, устанавливаются границы её применения, способы введения новых понятий, обосновываются пути синтеза нескольких теорий.

Магистерская диссертация, как и любое научное исследование, включает ряд этапов.

- 1.Обоснование актуальности выбранной темы
- 2.Постановка цели и конкретных задач исследования
- 3.Определение объекта и предмета исследования
4. Выбор методов проведения исследования
- 5.Описание процесса исследования
- 6.Обсуждение результатов исследования
7. Оформление диссертации
- 8.Защита диссертации

Приведенная выше последовательность не является строго обязательной. Например, возможны следующие комбинации этапов:

гипотеза – обсуждение – цель – задачи – процесс исследования...;
цель – обоснование актуальности – задачи – объект – предмет ...;
анализ – гипотеза – поисковые исследования – цель...

Методологически выдержанная диссертационная работа характеризуется:

- корректной, научно обоснованной постановкой задачи (проблемы) исследования, которая может быть решена с получением результатов, обладающих признаками научной новизны, полезности и достоверности;

- построением предмета исследования как совокупности взаимосвязанных подпроблем, при этом изучение выдвинутых вопросов обеспечивается не только в статике (содержание, форма), но и в динамике (законы и закономерности развития);

- построением теории, с помощью которой предмет исследования (изучаемую проблему) можно описать, объяснить, вскрыть внутренний механизм явлений и противоречий, предсказать развитие процесса, выдать рекомендации по совершенствованию;

- обеспечением единства теории и практики (разработанная соискателем теоретическая часть может быть использована для практики, анализа экспериментальных данных и формулирования новых рекомендаций);

- законченностью и цельностью исследования, приобретающего свойства системы, в которой каждая отдельно взятая часть может быть понята и объяснена с позиций целого, а целое способно существовать и выполнять свои функции лишь на базе своих компонентов;

- достоверностью полученных научных результатов, доказанных и проверенных теоретическими методами, экспериментальными исследованиями и практическими наблюдениями.

Методология научного исследования является организующим инструментом при выполнении диссертации и должна обеспечивать достижение поставленных целей и решение сформулированных задач. Главное в исследовании – это творческий подход и получение качественных научных и практических результатов с минимальными затратами.

2.2 Актуальность и анализ информации по теме диссертационного исследования диссертации

Актуальность темы диссертационного исследования означает, что поставленные в диссертации по выбранной теме цель и задачи, требуют скорейшего решения для практики или соответствующей отрасли науки.

Проблема диссертационного исследования должна логически вытекать из установленного противоречия с точным вычленением того, что имеет отношение к науке, переведено в плоскость науки и сформулировано на языке науки. Сказанное поясняется схемой, приведенной ниже.

1. Анализ ситуации по теме диссертации
2. Противоречие известного и неизвестного
3. Проблема, решаемая в диссертации
4. Актуальность диссертации

Актуальность исследования не должна вызывать сомнения у специалистов и быть очевидна. Очевидность заключается в том, что специалист действительно осознает наличие проблемы по теме работы в исследуемой области знаний данной отрасли науки. Например, невозможно: на данном уровне развития теории что-то объяснить; измерить с требуемой точностью; данные эксперимента не соответствуют пониманию процесса; очень дорого обходится производство данного продукта; существенно отстает качество при существующей технологии; не используются резервы; существует потребность в автоматизации и т.д.

При обосновании актуальности требуется целостное представление о развитии конкретной отрасли науки и направлении, представляющем данную отрасль науки. Целостность достигается систематизацией объекта исследования, составлением классификаций, характеризующих направление научного исследования. Классификация позволяет в целом изложить понимание направления развития и более подробно остановиться на той области, где находится предмет исследования диссертанта, который формулируется как тема работы.

Необходимо обратить внимание как на недостаток то, что часто обосновывается актуальность только направления исследования как целой отрасли науки и не приводится обоснование конкретно выбранной соискателем темы.

Диссертант часто не останавливается на актуальности предмета исследования диссертации — новом знании об объекте исследования. Новое знание, получаемое диссертантом, сам подход ее решения, пути достижения результата, метод исследования могут представлять значительный интерес, иногда не только для отдельной отрасли знания, но и для науки в целом.

Следует отметить, что иногда тема диссертации может показаться на первый взгляд неактуальной вследствие отсутствия должного ее обоснования. Актуальность диссертации должна быть наглядно показана и предполагает ее увязку с важными научными и прикладными задачами. В сжатом изложении показывается, какие задачи стоят перед теорией и практикой в ас-

пекте выбранной темы исследования при конкретных условиях; что сделано предшественниками (в общем, конспективном изложении) и что предстоит сделать в данном диссертационном исследовании.

На этом этапе исследования темы формулируется противоречие — важная логическая форма развития. Противоречие может состоять в различном понимании и объяснении физики протекания процесса, в точках зрения о зависимости или не зависимости каких-то величин от таких-то факторов. В менее «строгом» смысле противоречие проявляется как несогласованность, несоответствие между какими-либо противоположностями, но обязательно относительно одного объекта исследования. Это выражается, прежде всего, в необходимости научного подхода в изменяющихся условиях к практическим задачам в сложных системах различного рода, решение которых до настоящего момента никем не было получено.

На основе выявленного противоречия формулируется проблема диссертационного исследования. Проблема в научном смысле — это объективно возникающий в ходе развития познания вопрос или комплекс вопросов, решение которых имеет практический или теоретический интерес. Она выступает как осознание, констатация недостаточности достигнутого к данному моменту уровня знаний, что является следствием новых фактов, связей, законов, обнаружения логических изъянов существующих теорий, либо следствием появления новых запросов практики, которые требуют выхода за пределы уже полученных знаний.

Актуальность темы диссертации обосновывается в научном и в прикладном значениях.

Актуальность в научном аспекте означает, что:

- разработки по данной теме требуются для объяснения новых фактов;
- уточнение, развитие и разрешение проблемы диссертации возможны и остро необходимы в современных условиях;
- теоретические положения диссертации позволят снять существующие разногласия в понимании процесса или явления;
- гипотезы и закономерности, выдвинутые в диссертационной работе, позволяют обобщить известные ранее и полученные соискателем эмпирические данные, предсказать протекание явлений и процессов.

Актуальность темы в прикладном аспекте означает, что:

- задачи прикладных исследований требуют разработки вопросов по данной теме;
- существует настоятельная потребность решения задач диссертации для нужд общества, практики и производства;
- диссертация по данной теме существенно повышает качество разработок творческих и научных коллективов в определенной отрасли знаний;
- новые знания, полученные в диссертационной работе, способствуют повышению квалификации кадров или могут войти в учебные программы обучения студентов.

Тема диссертации становится интересна, актуальна, может содержать существенные элементы новизны, если соискателю удастся обеспечить выполнение ряда требований:

- включить в научный оборот новейшие результаты исследований в смежных областях других наук, примыкающих к отрасли научных исследований, так как на стыках наук часто выявляются новые важные открытия;

- создать новые методы исследования или принципы разработки, технологические или методические приемы, новые конструкции, схемы, структуры, применительно к конкретной области практического применения; методические исследования тоже могут служить основой диссертационной работы, если проводятся на достаточно высоком теоретическом уровне, экономически обоснованы, имеют прикладное значение;

- пересмотреть старые открытия, разработки, приемы, способы устройства с новых теоретических позиций, взглядов, с привлечением новых существенных факторов, выявленных автором. В истории науки и техники есть немало замечательных примеров, когда пересмотр старых научных достижений под новым углом зрения давал исключительные результаты.

Обзор и анализ информации по теме диссертационного исследования проводится для поиска литературных источников является отыскание опубликованной информации по теме диссертационной работы. Информация может быть:

- обзорная – вторичная информация, содержащаяся в обзорах научных документов;

- релевантная – информация, заключенная в описании прототипа научной задачи;

- реферативная – вторичная информация, содержащаяся в первичных научных документах;

- сигнальная – вторичная информация различной степени свертывания, выполняющая функцию предварительного оповещения;

- справочная – вторичная информация, представляющая собой систематизированные краткие сведения в какой-либо области знаний.

Обзор и анализ информации по теме диссертационного исследования нужно выполнять по следующим правилам.

1. Определить цель поиска опубликованной информации.

При написании диссертации это в дальнейшем понадобится для анализа изученности темы диссертационной работы и формулирования и уточнения цели и задач исследования.

2. Установить виды изданий, в которых публикуется достоверная информация по теме, пригодная для анализа.

Поиск видов изданий может идти по нескольким направлениям: статьи в реферируемых журналах, монографии и учебники, государственные и отраслевые стандарты, отчеты НИР; теоретические и технические публикации, патентная информация и другие.

При написании магистерской диссертации можно рекомендовать для работы различные виды периодических изданий.

Реферативные журналы издает Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) под заголовком "Реферативный журнал" (РЖ). РЖ ВИНИТИ представляет собой многосерийное издание, состоящее из сводных томов и из отдельных выпусков. Например: Тома "Технология машиностроения", "Резание металлов, станки и инструмент".

Обзорные издания обычно обобщают сведения и сообщают о состоянии или развитии какой-либо отрасли науки или практической деятельности, отражая все новое в ней, что сделано за определенный период времени.

Наиболее значительными обзорными изданиями являются сборники ВИНИТИ "Итоги науки и техники" (ИНТ), журналы: "Известия ВУЗов", "СТИН" (Станки и инструменты), "Вестник машиностроения", "Машиностроитель", "Сварочное производство", "Сверхтвердые материалы" и ряд других. Роспатент выпускает реферативный журнал «Изобретения стран мира» и «Бюллетень. Изобретения. Полезные модели».

Электронные ресурсы:

База данных «Патенты России». База содержит описание изобретений с 1924 года.

База данных «Евразийские патенты» с 1996 года.

Базы содержат титульные листы, библиографические данные, тексты формул изобретений на русском языке, библиографические данные, и полные тексты описаний изобретений к евразийским патентам (на языке оригинала).

3. Выбрать способы поиска литературы.

К общепринятым способам поиска относятся:

- а) использование библиотечных каталогов и указателей;
- б) консультации с исследователями, экспертами или сотрудниками информационных служб;
- в) реферативные журналы;
- г) использование автоматизированных средств поиска (Internet);
- д) просмотр периодической литературы.

4. Спланировать время на получение информации из различных источников и произвести оценку выбранных источников и пригодность собранных данных:

- определить временной интервал, который может быть отведен на поиск литературы, наметить дату завершения поиска;
- предусмотреть задержки в выдаче документов из отдельных источников информации.

Следует помнить, что поиску литературы должно предшествовать достаточно тщательное рассмотрение и обдумывание темы диссертации, формулирование цели и задач. Необходимость решения каждой из задач исследования должна быть подтверждена анализом информации.

5. Поддерживать точную и полную базу данных признанных полезными документов.

Не следует жалеть время на составление точной и полной картотеки на каждый источник. Оно будет компенсировано на последующих этапах, а особенно при составлении списка использованной литературы или библиографического отчета.

6. Составить и постоянно обновлять собственную библиотеку для быстрого отыскания нужной информации.

Отбор и изучение литературы следует начинать с общих теоретических работ, чтобы получить представление об основных вопросах, в которых отражается выбранная тема. При этом следует, руководствуясь репутацией автора (научный, профессиональный авторитет, его принадлежность к той или иной научной школе) и издания, также качеством изложения интересующего вопроса. И только после этого производить поиск нового материала.

Официальные издания, публикуемые от имени государственных или общественных организаций, учреждений и ведомств, содержат сведения, точность которых не должна вызывать сомнений. Принадлежат к числу достоверных источников: монографии, содержащие полное и всестороннее исследование какой-либо темы; научные сборники трудов; описания изобретений. Одни из них могут содержать обоснованные, доказанные, апробированные сведения, другие могут включать постановочные вопросы, предложения и т.п.

Часто встречаются статьи, в которых обосновываются и излагаются результаты завершенных исследований, включающие описание хода исследования и данные об апробации полученных результатов, об их возможной реализации и экономической эффективности. Такие сведения свидетельствуют о научной и практической значимости статьи.

Следует выделить в отдельную группу статьи, в которых содержатся результаты незаконченных научных исследований. Такие результаты считаются предварительными и должны подвергаться особенно тщательному анализу и критической оценке.

Во всех случаях одновременно с регистрацией собранного материала следует вести его группировку, сопоставление, сравнение полученных данных и т.д. Это позволяет более коротким и правильным путем войти в круг рассматриваемых вопросов и существенно облегчает поиск.

Одной из важнейших задач при работе над литературой, является ее анализ. Всю собранную информацию следует классифицировать и систематизировать источники. Систематизацию источников информации можно производить двумя способами:

- хронологический порядок;
- тематика анализируемых вопросов.

В первом случае из полученной информации следует выделить научные этапы, которые характеризуются качественными скачками в истории разработки данной темы.

На каждом этапе литературные источники необходимо подвергать критическому анализу. Критику недостатков следует производить корректно, приводя обоснованные аргументы, и соблюдая при этом принцип преемственно-

сти. Без прошлых исследований и достижений невозможно было бы ставить задачи на будущее.

При активном анализе у исследователя возникают собственные соображения, выявляются наиболее актуальные вопросы, формируется представление о состоянии вопроса.

Во втором случае вся информация систематизируется по вопросам разрабатываемой темы. При этом рассматривают последние издания научно-технической информации, по возможности монографии, в которых подведен итог исследований данного вопроса. Дополнительно выборочно анализируют источники, представляющие особый интерес. Этот способ обзора литературных источников более прост. Однако он менее полно позволяет проанализировать имеющуюся по теме информацию.

Поток научно-технической информации с каждым годом постоянно возрастает и носит лавинообразный характер. Часто перед исследователем встает вопрос о достаточности (или недостаточности) объема изученного материала по выбранной теме. Если изучать всю доступную информацию, то на это будет потрачено много времени. Однако это снизит вероятность ненужного повторения результатов других исследователей. Каких-либо четких рекомендаций и критериев по объему той информации, которую следует изучить, или по глубине ретроспекции практически нет. В этой ситуации следует придерживаться правила 20:80 (20% информации обеспечат 80% успеха).

Главным итогом анализа источников информации должно быть обоснование актуальности и перспективности предполагаемой цели и научного исследования. Каждый источник должен анализироваться с позиций его значения в решении и развитии данной темы. При этом разбирается роль теории, эксперимента и ценность производственных рекомендаций.

На основе анализа литературных данных делаются обобщающие выводы, в которых подводится итог анализа. В выводах по обзору необходимо осветить следующие вопросы:

- актуальность и предполагаемая новизна темы,
- последние достижения в области теоретических и экспериментальных исследования по теме;
- наиболее актуальные теоретические, экспериментальные задачи и производственные рекомендации, которые подлежат разработке в данный момент:
- техническая целесообразность этих разработок и ряд других вопросов, отражающих сущность проблемы.

2.3 Постановка цели и задач диссертационного исследования

Постановка задач диссертационного исследования представляет собой последовательное выполнение следующих этапов: выявление потребности в решении конкретной научной задачи; установление потребности в проведении научного исследования: определение и ранжирование целей научного исследования и определение условий и ограничений.

В науке существует серьезная конкуренция и в источниках научно-технической информации могут быть описаны решения задач, близких к выбранной теме диссертации. В то же время, методы и результаты решения одной и той же научной задачи могут существенно различаться по форме и существу у различных авторов. Последнее обстоятельство следует правильно использовать для критики и обоснования собственной точки зрения. После того как проведен тщательный обзор информации и не найдены аналогичные решения, диссертанту следует разрабатывать методологию проведения научного исследования для получения оригинальных решений.

Потребность в решении научной задачи органично воплощается в цели научного исследования. **Цель** - это продукт потребности. Четко сформулированная потребность во многом определяет цель. При проведении научного исследования основная цель распадается на подцели, которые определяют в совокупности научно-техническую работу: анализ известного, создание новой методики, постановка эксперимента, обобщение, формулировку научных выводов и т.д. Их следует правильно расставить по своим местам, чем достигается ранжирование целей и определенная последовательность в научном поиске.

Серьезное внимание при постановке задач следует уделить определению условий и ограничений. Эта процедура позволяет оценить возможности и реальность решения научной задачи. Ограничения могут быть во времени, материальные, информационные, энергетические. Опускаясь на уровень ниже, до более глубокого содержания научного поиска, можно выявить особенности, которые будут отличать от других предлагаемую автором методологию, структуру, технологию, конструкцию и т.д.

В работе формулируется несколько задач, что связано с различными аспектами общей проблемы: необходимостью развития теоретических положений предмета исследования, проведением экспериментов, математическим моделированием, разработкой новых методов, разработкой рекомендаций по использованию новых знаний и др. Эту информацию удобно представлять в виде «дерева».

В основе идеи использования «дерева» лежит один из принципов логического мышления, сформулированный в работе «Рассуждение о методе» Рене Декартом: *«...делить каждое из исследуемых мною затруднений на столько частей, сколько это возможно и нужно для лучшего их преодоления»*.

Дерево целей - это граф в виде иерархической структуры, которая выражает отношения между вершинами, выполняющими функции целей (задач) или их составляющих, которые необходимо решить для достижения главной (общей) цели. Цели разделяются на подцели, а задачи – на подзадачи и далее на подцели и подзадачи нижележащих уровней.

«Дерево» тесно увязывает между собой перспективные цели и конкретные задачи на каждом уровне иерархии. При этом цель высшего порядка соответствует вершине «дерева», а ниже по уровням располагаются цели (зада-

чи), с помощью которых обеспечивается достижение целей (задач) вышестоящих уровней.

Построение «дерева» выполняется в следующей последовательности:

1. Определение главной (общей) цели
2. Разделение общей цели на подцели (1-ый уровень)
3. Разделение подцелей 1-го уровня на подцели 2-го уровня
4. Разделение подцелей 2-го уровня на подцели 3-го уровня

.....

Формулировки целей должны включать:

- содержание цели (Что должно быть для этого сделано? Что должно - быть достигнуто?);
- срок выполнения цели;
- масштаб цели (в каком объеме должна быть достигнута цель?).

Построение дерева целей идет «сверху вниз», то есть от общей цели к частным, путем их декомпозиции и редукции. Достижение главной (общей) цели обеспечивается за счет реализации целей первого уровня. В свою очередь, каждая из этих целей декомпозируется на цели следующего, более низкого уровня. При этом должен соблюдаться *принцип полноты редукции*: каждая цель данного уровня должна быть представлена в виде подцелей следующего уровня таким образом, чтобы их совокупность полностью определяла понятие исходной цели. Исключение хотя бы одной подцели лишает полноты или меняет само понятие исходной цели.

Построение дерева целей и задач исследования и проектирования необходимо также и для увязки необходимых требований и ограничений (временных, пространственных, материальных, энергетических, информационных и т.д.) с возможностями создания высокоэффективных технических систем.

Одной из главных целей, которая определяется возрастающими потребностями общества в развитии машиностроительного комплекса, является повышение эффективности металлообработки. Эта цель может быть разделена (декомпозирована) на следующие подцели I-го уровня:

1. Повышение точности изготовления деталей
2. Повышение производительности
3. Снижение затрат
4. Сокращение энергоемкости
5. Экологическая безопасность

.....

Подцели I-го уровня разделяются на подцели 2-го уровня. Подцель «1.Повышение точности изготовления деталей» можно декомпозировать следующим образом:

- 1.1. Повышение точности размеров деталей
- 1.2. Снижение отклонений формы
- 1.3. Снижение отклонений взаимного расположения поверхностей
- 1.4. Уменьшение волнистости обработанных поверхностей

.....

Подцель «2. Повышение производительности» можно разделить на следующие:

- 2.1. Уменьшение основного времени
- 2.2. Сокращение вспомогательного времени
- 2.3. Сокращение времени переналадки оборудования
- 2.4. Повышение стойкости инструмента

.....

Подцели 2-го уровня разделяются на подцели 3-го уровня и далее до заданной степени детализации. Такое деление является в определенной степени условным и зависит от поставленных задач, условий, накладываемых ограничений и требуемой детальности иерархического описания. Например, подцель "Снижение отклонения формы" (2-ой уровень, подцель 1.2)_ может выступать в роли главной (общей). Это не противоречит основным принципам системного подхода.

В рассматриваемом примере подцель 1.4 («Уменьшение волнистости обработанных поверхностей») можно представить в виде следующей декомпозиции 3-го уровня:

- 1.4.1 Исследование влияния технологических факторов на процесс образования волнистости
- 1.4.2 Разработка математической модели формообразования

.....

Уровни формируются так, что каждый последующий является ответом на вопрос "Что нужно сделать, чтобы уменьшить или обеспечить требуемую величину волнистости ? ». Каждый последующий по иерархии уровень фактически является средством реализации цели.

После того, как определены вершины дерева целей, анализ которых необходимо проводить, можно использовать следующий методический прием. На первом этапе формируется «идеальный конечный результат». Например, идеальным конечным результатом для подцели 1.4 («Уменьшение волнистости обработанных поверхностей») является «обеспечение на поверхности детали высоты волнистости равной нулю». В каждом конкретном случае идеальный конечный результат определяется условиями эксплуатации детали в машине или механизме.

На втором этапе выясняются несоответствия между возможностями технологического оборудования и его отдельных подсистем и предъявляемыми требованиями. Составляется список недостатков, которые имеют исследуемая (или вновь проектируемая) техническая система.

Третий этап включает определение главного показателя, который необходимо улучшить для достижения поставленной цели, формулирование ее с учетом идеального конечного результата и выявление условий достижения.

Для того, чтобы выявить конкретную область исследований и установить его рациональные границы, можно выбрать зону анализа путем распределения отдельных операций или поверхностей деталей (в рассматриваемом

примере параметров волнистости) по затратам, трудоемкости и качеству исполнения. В качестве инструмента исследования можно использовать метод ранжирования по величине затрат. Метод исходит из того, что если допустить примерно одинаковый уровень решений по обеспечению параметров волнистости в существующем технологическом процессе, то с большой вероятностью можно ожидать значительное снижение затрат по тем параметрам точности, у которых фактические затраты велики.

С этой целью необходимо рассчитанные значения (например, себестоимости) расположить в порядке убывания. Затем построить график путем постепенного ступенчатого наращивания поэлементных затрат, начиная с самых высоких их значений и кончая минимумом расходов, приходящихся на операцию (параметр точности). После этого нужно затраты распределить по зонам с помощью метода "ABC", в соответствии с которым первая зона А отвечает наибольшему сосредоточению затрат (до уровня 75%), вторая зона В составляет 20% общих затрат и дополняет первую до уровня 95%, на третью зону С приходятся соответственно 5% и она дополняет зоны А и В до 100%, завершая общий баланс распределения затрат. Такой вид представления затрат в практике функционально-стоимостного анализа получил название кривой Лоренца-Парето.

Рассмотренная методика построения «дерева» обеспечивает получение относительно полной и наглядной картины структуры целей и задач исследования. Цели (задачи) должны быть гибкими, достижимыми, конкретными, приемлемыми, совместимыми и измеримыми.

Построение «дерева» следует выполнять на всех этапах проведения научно-исследовательских работ (анализ состояния вопроса, проведение теоретических и экспериментальных исследований и др.). Это дает возможность обеспечить логическое построение исследования, наиболее полно и обоснованно представить структуру работы, а также планировать и своевременно корректировать выполнение ее отдельных этапов.

2.4 Объект и предмет исследования. Выдвижение гипотез

Объект исследования диссертации представляет собой знание, порождающее проблемную ситуацию, объединенное в определенном понятии или системе понятий, и определяется как область научных изысканий диссертационной работы.

Предмет исследования диссертации можно определить как новое научное знание об объекте исследования, получаемое соискателем в результате научных изысканий. В состав предмета исследования диссертации может войти и инструмент получения этого нового научного знания об объекте исследования, если он обладает существенными признаками новизны. В первом приближении объект и предмет исследования соотносятся между собой как общее и частное. Предмет исследования, как правило, находится в границах объекта исследования (примеры приведены ниже).

Определение предмета исследования диссертации - это развертывание и конкретизация научной проблемы исходя из поставленных задач и объекта исследования. Возможны различные варианты формулирования предмета исследования диссертации

Если работа в большей степени теоретическая (например: обобщение некоторого представления об объекте диссертации, создание нового подхода, исследование математических зависимостей, доказательство гипотезы, определение некоторых элементов в теории и т.п.), то в определении предмета исследования могут быть слова «исследование», «моделирование», «расчет», «решение», «задача». В определении предмета исследования может быть формулировка отличительной особенности решения.

В том случае, если исследование в основном ориентировано на решение прикладной задачи, то в определении предмета исследования рекомендуется использовать слова «разработка», «способы», «методика». Способы, устройства, методики, подходы могут быть конкретизированы в названии с указанием той прикладной задачи, решение которой они обеспечивают. Предмет исследования можно представлять в виде моделей прикладного или теоретического характера, которые анализируются, исследуются, адаптируются к конкретным прикладным задачам.

Наиболее простой способ построения предмета исследования состоит в том, что соискатель отбирает перечень вопросов, подлежащих рассмотрению, и выстраивает их в той последовательности, в которой они будут решаться (т.е. составляется структурно-логическая схема диссертации). Каждый пункт дополняется характеристикой научной новизны и практической значимости.

Ниже приведены примеры формулирования объектов и предметов исследования.

«Температурные деформации элементов технологической системы (станок-приспособление-инструмент-деталь) металлорежущего оборудования» (объект).

Варианты предмета исследования:

- расчет составляющей погрешности обработки, обусловленной температурными деформациями приспособления;
 - стабилизация температурных деформаций токарных резцов.
- «Стойкость шлифовальных кругов» (объект).

Варианты предмета исследования:

- моделирование процесса изменения шероховатости детали в течение периода стойкости инструмента на основе вероятностного подхода;
 - способ правки кругов алмазными роликами.
- «Качество поверхностного слоя деталей с газопламенными покрытиями, обработанными точением» (объект).

Варианты предмета исследования:

- расчет оптимальных режимов резания;
- выбор рациональных характеристик инструментальных материалов;

-образование дефектов в слое покрытия при высокоскоростном течении.

Соискатели, квалифицированно и добросовестно подходящие к построению предмета исследования, заметно выигрывают в сроках выполнения и качестве работы. После четкого формулирования предмета исследования могут выдвигаться гипотезы.

Гипотеза — это предположение о причине, которая вызывает данное следствие. Рабочая гипотеза является обоснованным предположением о вероятной причине возникновения, развития физического процесса или явления. Для нее характерным должно быть выдвижение новых идей, новых закономерностей и новых научных результатов. В основе гипотезы является научная фантазия, интуитивная догадка, предвидение хода и результата тех или иных процессов. Однако не всякое предположение может быть гипотезой. Существуют требования, по которым она выбирается или «конструируется». Гипотеза должна:

- учитывать известные законы, но не подстраиваться к ним, не искать абсолютного соответствия;

- объяснять все факты, характеризующие проблему (задачу);

- быть принципиально проверяемой, т.е. следствиям, которые из нее выводятся, должны соответствовать определенные практические эффекты;

- строится по принципу максимально возможной простоты;

- быть логически непротиворечивой (ее собственные внутренние элементы должны представлять систему строго согласованных элементов на едином логическом основании).

Гипотетическое объяснение должно быть построено по методологии научного объяснения – причины, факторы, зависимости и т.д.

В процессе познания каждая гипотеза подвергается проверке, в результате которой устанавливается, что следствия, вытекающие из гипотезы, действительно совпадают с наблюдаемыми явлениями, что данная гипотеза не противоречит никаким другим гипотезам, которые считаются уже доказанными. Категоричность в оценке гипотез недопустима. Существует принцип: конечная научная ценность гипотетического знания не зависит от степени обоснования гипотезы в момент оценки. Для подтверждения правильности гипотезы необходимо убедиться не только в том, что она не противоречит действительности, но и в том, что она является единственно возможной и с её помощью вся совокупность наблюдаемых явлений находит себе вполне достаточное объяснение. Разработанная гипотеза позволяет установить «центральный» вопрос проводимых исследований, решение которого определяет и обеспечивает достижение поставленной цели исследования.

С накоплением новых фактов одна гипотеза может быть заменена другой лишь в том случае, если эти новые факты не могут быть объяснены старой гипотезой или ей противоречат. При этом часто старая гипотеза не отбрасывается целиком, а только исправляется и уточняется. По мере уточнения и исправления гипотеза превращается в теорию или закон.

2.5 Теоретические исследования

Объем и глубина исследований по этому важному разделу определяется исходя из темы диссертации, цели, поставленных задач, профессионального уровня подготовки и способностей диссертанта. Целью теоретических исследований является выделение в процессе синтеза знаний существенных связей между исследуемым объектом и окружающей средой, объяснение и обобщение результатов эмпирического исследования, выявление общих закономерностей и их формализация.

Теоретические исследования основываются на аксиомах, законах, принципах, постулатах и теоремах, т.е. на логических построениях, которые сформулированы в результате развития науки. Их значимость состоит в том, что они исключают необходимость в повторении ранее пройденных этапов по накоплению опыта и нового получения данных тех исследований, которые послужили основанием для установления вышеперечисленных логических построений, если им подчиняются исследуемые объекты.

В ходе теоретических исследований могут решаться следующие задачи:

- изучение физической природы исследуемых объектов, явлений и процессов;
 - построение принципиальных моделей этих объектов исследований в целом или по отдельным характеристикам;
 - выделение связей между исследуемым объектом (системой) и окружающей средой;
 - повышение надежности экспериментальных исследований (обоснование параметров и условий наблюдений, точности измерений);
 - проверка и объяснение результатов экспериментальных исследований;
 - обобщение результатов исследования, нахождение общих закономерностей путем обработки и интерпретации опытных данных;
 - сравнение возможных эквивалентных моделей исследуемому объекту;
 - расширение результатов исследования на ряд подобных объектов без повторения всего объема исследований;
 - изучение объекта, недоступного для непосредственного исследования;
 - построение расчетных моделей функционирования объекта;
 - исследование закономерностей функционирования объекта исследования;
- решение задач анализа, синтеза и оптимизации параметров исследуемых объектов.

При проведении теоретического исследования используются общенаучные и частные методы познания (такое разделение всегда условно). К общенаучным относятся:

- сравнение;
- анализ;
- синтез;
- абстрагирование;

- аналогия;
- обобщение;
- индукция;
- дедукция;
- системный подход;
- моделирование.

В ходе теоретического исследования широко применяют следующие частные методы:

- мысленный эксперимент;
- идеализация;
- формализация;
- аксиоматический метод;
- гипотетико-дедуктивный метод;
- математическая гипотеза;
- восхождение от абстрактного к конкретному и ряд других.

К их числу можно отнести и методы идентификации. Процедура исследования системы с применением методов идентификации, наиболее применяемых в настоящее время для решения задач, предусматривает последовательное прохождение следующих этапов :

- содержательное описание объекта исследований (явления, процесса), как системы;
- обобщение априорной информации;
- анализ и формирование целей и постановку задач исследований;
- выбор критериев эффективности функционирования системы;
- декомпозицию системы;
- составление формализованной схемы объекта (проведение его структуризации);
- обоснование допустимой идеализации элементов системы и выбор показателей качества подсистем и отдельных элементов (параметров);
- построение математической модели (этап идентификации);
- преобразование математической модели в моделирующий алгоритм.

При разработке теорий наряду с вышеизложенными методами используются и другие. Немалую роль при построении любых теорий играют, например, логические методы и правила, носящие нормативный характер. К числу таких правил относятся правила вывода, образования сложных понятий из простых, установления истинности сложных высказываний и т. д. Специальными принципами построения теорий служат также принципы формирования аксиоматических теорий, критерии непротиворечивости, полноты и независимости систем аксиом и гипотез и др.

Важным моментом в теоретических исследованиях является применение и учет законов и закономерностей строения и развития технических систем.

Исследование закономерностей функционирования системы как модели объекта исследований осуществляется с помощью современной компьютер-

ной техники. С этой целью сегодня может быть использовано значительное число методов и программ. Диссертант должен (сам или с помощью консультанта и квалифицированных специалистов) оценить их применимость в своем исследовании.

Для успешного применения теоретических методов исследований, особенно в области техники и технологий, необходимо иметь глубокие и всесторонние знания в соответствующих областях наук - математики, механики, физики, биологии, химии и др., в которых сформулированы и обоснованы общие законы и закономерности, описывающие те или иные природные явления или события.

Постановка задачи является наиболее трудной частью ее решения. Умение увидеть скрытое основное отношение задачи в самом начале решения, а следовательно, умение поставить задачу, выделить ее из огромной массы окружающих, привходящих обстоятельств и, наконец, добраться до ее завуалированной сущности — залог успеха в достижении поставленной цели. Чем быстрее задача ставится, тем быстрее она приходит в состояние предрешения. Все это указывает на то, что четкая формулировка основного отношения задачи — важнейший этап ее решения. Следует при этом иметь в виду, что преобразование в начале расплывчатой формулировки задачи в четкую, определенную (переформулировка) часто облегчает решение задач.

На всех этапах теоретических исследований производятся упрощения и вводятся определенные допущения. Последние должны быть осознанными и обоснованными. Каждая система сложна по своей структуре, по внешним и внутренним связям, по явлениям, сопровождающим функционирование системы и др. Все эти сложности учесть при решении сформулированной задачи ни теоретически, ни практически невозможно. Поэтому перед соискателем стоит сложная задача: установить границы системы и определить другие ограничения и допущения решений. Успех этой творческой работы определяют два важных условия:

- предварительное хорошее знание рассматриваемой системы по всем ее составляющим и во всем ее многообразии проявлений (этим может владеть только специалист в данной области);

- отбор важных, определяющих для решения проблемы элементов, внешних и внутренних связей при функционировании системы.

Конкретных рекомендаций на выполнение этого шага нет, так как эта задача сложная, и индивидуальная для каждого конкретного случая. Можно обратить внимание на то, что, как показывает опыт, в этом случае диссертант может впасть в одну из двух крайностей: определить слишком узкие или широкие границы и отобразить малое число или большое число учитываемых факторов. Первая крайность особенно опасна, так как она, как правило, не дает достоверный приемлемый результат. В этом отношении менее опасна вторая крайность, но она приводит к значительному увеличению объема работы и излишним затратам времени и труда.

Нужна «золотая середина». Полезно проведение ранжирования весомости факторов экспертным методом

Наиболее весомые факторы перечисляются отдельно и относятся к допущениям и ограничениям решаемой задачи. Составляется обоснование принимаемых допущений и ограничений границ системы. Эти обоснования имеют большое значение для обоснования достоверности и обоснованности полученных результатов и выдвигаемых рекомендаций по решаемой проблеме. Часто исследователи не уделяют должного внимания перечислению и обоснованию допущений и ограничений. Это является типовой ошибкой многих диссертантов. Неверные допущения могут приводить к серьезным ошибкам при формулировании теоретических выводов. При построении моделей объекта исследования должны использоваться наиболее общие принципы и закономерности. Это позволяет учесть все допущения, принятые при получении формализованных теорий, и точно определять область их применения.

Теоретические исследования включают ряд этапов:

- анализ физической сущности процессов, явлений (рассматриваются физические явления в исследуемом объекте, анализируется их взаимное влияние и связи с внешней средой);
- формулирование гипотез исследования без представления их в виде количественных выражений;
- построение (разработка) физической модели (она должна отвечать на вопрос «Как это работает?» и является вербальной моделью объекта, созданной в сознании исследователя);
- обоснование и анализ принятых упрощений и допущений;
- разработка математических соотношений, реализующих физическую модель;
- проведение математического исследования;
- анализ теоретических решений;
- формулирование выводов.

Если не удастся выполнить математическое исследование, то формулируется рабочая гипотеза в словесной форме с привлечением графиков, таблиц и т.д. В технических науках необходимо стремиться к применению математической формализации выдвинутых гипотез и выводов.

В процессе теоретических исследований приходится непрерывно ставить и решать разнообразные по типам сложности задачи в форме противоречий теоретических моделей, требующих разрешения.

В логико-психологическом аспекте задача — это несогласованные или противоречивые информационные процессы (системы), соотношение между которыми вызывает потребность в их преобразовании. В процессе решения задачи противоречия между указанными информационными процессами или системами устраняются.

Структурно любая задача включает условия и требования. Условия — это определение информационной системы, из которой следует исходить

при решении задачи. Требования - это цель, к которой нужно стремиться в результате решения. Условия и требования могут быть исходными, привлеченными и искомыми. Исходные условия даются в первоначальной формулировке задачи (исходные данные). Если их оказывается недостаточно для решения задачи, то исследователь вынужден привлекать новые данные, называемые привлеченными. Искомые данные или искомые условия - это привлеченные условия, которые требуется отыскать в процессе решения задачи.

Условия и требования задачи находятся в противоречии, они неоднократно сталкиваются, сопоставляются, сближаются между собой. Такое преобразование структурных компонентов задачи продолжается до тех пор, пока не будет решена сама задача.

При таком подходе при проведении теоретических исследований рассматривают ряд стадий. Оперативная стадия включает проверку возможности устранения технического противоречия, оценку возможных изменений в среде, окружающей объект, анализ возможности переноса решения задачи из других отраслей знания (ответить на вопрос: "Как решаются в других отраслях знаний задачи, подобные данной?"), применение "обратного" решения (ответить на вопрос: "Как решаются задачи, обратные данной, и нельзя ли использовать эти решения, взяв их со знаком минус?") или использования "прообразов" природы (ответить на вопрос: "Как решаются в природе более или менее сходные задачи?"). Вторая стадия исследования является синтетической, в процессе которой определяется влияние изменения одной части объекта на построение других его частей, определяются необходимые изменения других объектов, работающих совместно с данным, оценивается возможность применения измененного объекта по новому, и найденной технической идеи при решении других задач.

Выполнение названных предварительных стадий дает возможность приступить к стадии постановки задачи, в процессе которой определяется конечная цель решения задачи, проверяется возможность достижения той же цели решения задачи «обходными» (может быть, более простыми) средствами, выбирается наиболее эффективный путь решения задачи и определяются требуемые количественные показатели. В связи с этим при необходимости уточняются требования применительно к конкретным условиям практической реализации полученного решения задачи.

Аналитическая стадия включает определение идеального конечного результата (ответить на вопрос: «Что желательно получить в самом идеальном случае?»), выявляются помехи, мешающие получению идеального результата, и их причины, определяются условия, обеспечивающие получение идеального результата с целью найти, при каких условиях исчезнет «помеха».

При обосновании теоретических результатов обязательными являются следующие требования:

- непротиворечивость;
- соответствие эмпирическим данным;

- состоятельность при описании известных явлений;
- способность в предсказании новых явлений.

Следует строго соблюдать один из законов логики — закон достаточного основания: всякая мысль, чтобы стать достоверной, должна быть обоснована другими мыслями, истинность которых доказана или самоочевидна.

Обоснованность результатов диссертационного исследования достигается:

- базированием на строго доказанных и корректно используемых выводах фундаментальных и прикладных наук, положения которых нашли применение в работе;
- проверкой теоретических положений, новых решений и идей экспериментальными исследованиями;
- метрологическим обеспечением экспериментальных исследований;
- комплексным использованием известных, проверенных практикой теоретических и эмпирических методов исследования;
- разработанными автором теоретическими положениями для данной конкретной задачи;
- согласованием новых положений с уже известными теоретическими положениями науки;
- согласованием новых положений теории с практикой и экспериментальными данными автора и других источников;
- устранением противоречий между теоретическими положениями, развитыми автором, и известными законами эволюции науки, техники, знания; обоснованием результатов с помощью известных процедур проектирования, методов поиска решений, а также физического и математического моделирования;
- сопоставлением результатов эксперимента и испытаний, проведенных соискателем, с известными экспериментальными данными других исследователей по тем же проблемам;
- публикациями основных результатов работы в рецензируемых центральных изданиях;
- обсуждением результатов диссертации на конференциях и симпозиумах, получением рецензий от ведущих специалистов по вопросам работы;
- использованием результатов в практике с оценкой результатов.

Решение теоретических задач должно носить творческий характер. Творческие решения часто не укладываются в заранее намеченные планы. Иногда оригинальные решения появляются «внезапно», после, казалось бы, длительных и бесплодных попыток. Часто удачные решения возникают у специалистов смежных областей знаний. Теоретические исследования играют большую роль в процессе познания объективной действительности, поскольку они позволяют глубоко проникнуть в сущность явлений, создавать постоянно развивающуюся научную картину мира. Теоретическое исследование является функцией мышления, которая состоит в том, чтобы открыть, проверить и частично освоить различные области техники и природы.

Теоретическое исследование не обязательно завершается построением математического аппарата. Теория проходит в своем развитии различные стадии от качественного объяснения и количественного измерения процессов до их формализации и в зависимости от стадии может быть представлена как в виде качественных правил, так и в виде математических уравнений (соотношений).

В процессе познания неизвестное раскрывается все более полно, но с каждой новой подтвержденной гипотезой выдвигает все больше задач и проблем. С ростом объективных знаний одновременно увеличивается и область открытых вопросов, подлежащих решению, так как каждый найденный ответ лишь приближает к познанию абсолютной истины, но не может ее достигнуть.

2.6 Проведение экспериментальных исследований

В основе экспериментальных исследований лежит научно поставленный опыт или наблюдение явления в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за его ходом, управлять им, воссоздавать его каждый раз при повторении этих условий.

Основная цель эксперимента заключается в проверке теоретических положений, рабочих гипотез. Эксперимент позволяет более-глубоко и шире изучить исследуемый процесс. На этапах начального исследования процесса часто возникает необходимость в проведении поисковых экспериментов. При отсутствии достаточных предварительных данных такие эксперименты позволяют выявить все возможные факторы, влияющие на изучаемое явление. На основе поисковых экспериментов может быть построена программа исследований в полном объеме.

Лабораторные опыты проводят с применением типовых или оригинальных приборов, специальных модулирующих установок, стендов и т.п. Лабораторные исследования позволяют наиболее полно и качественно, с требуемой повторяемостью изучить влияние на данный процесс одних характеристик при варьировании других. Однако лабораторные эксперименты не всегда могут полностью моделировать протекание реального процесса.

Производственные экспериментальные исследования проводятся с целью изучения процесса в реальных условиях с учетом воздействия случайных факторов производственной среды. Данный вид исследования часто связан с большими трудозатратами на организацию его проведения, требует особо тщательное планирование и подготовку. В ряде случаев производственный эксперимент проводится с применением методики анкетирования. Для этого исследователь должен подготовить и распространить специальный опросный лист среди предполагаемых носителей информации. Последующая обработка результатов связана с применением математической статистики и прогнозтики.

В зависимости от выбранной темы магистерской диссертации объем экспериментальных исследований может быть различным. В некоторых случаях, например, для подтверждения рабочей гипотезы достаточно лабораторного эксперимента. При слабой изученности процесса необходимо провести серию экспериментальных исследований: предварительные (поисковые), лабораторные на экспериментальных образцах, производственные на реальных объектах. С целью исключения излишних затрат времени, труда и средств экспериментальные исследования должны быть качественно спланированы, определена их цель и четко сформулированы задачи.

Проведение любого эксперимента чаще всего осуществляется в следующей последовательности:

- формулируется рабочая гипотеза, подлежащая экспериментальной проверке;
- определяются варьируемые параметры, пределы и шаг их изменения;
- выбираются средства измерения и при необходимости разрабатывается экспериментальный стенд;
- разрабатывается программа экспериментальных работ, включающая обоснование объема эксперимента, повторяемости и числа опытов, последовательности их проведения;
- обосновываются способы обработки и анализа экспериментальных данных.

Важнейшим этапом подготовки эксперимента является определение его целей и задач. Наиболее наглядной формой их представления является древовидная структура (см. раздел " 2.2.Метод дерева целей и задач в научных исследованиях"), которая не только показывает иерархическую взаимосвязь, но и отражает последовательность проведения экспериментальных исследований.

При построении дерева следует сформулировать цели эксперимента, определить ряд задач для достижения целей, выбрать средства для решения задач. Количество задач не должно быть слишком большим, обычно 3-5, редко 8-10.

Для контроля правильности построения дерева целей и задач могут использоваться следующие вопросы:

"Как, каким образом достигается?" - при переходе с верхнего иерархического уровня дерева на нижний;

"Зачем осуществляется?" - при переходе с нижнего иерархического уровня дерева на верхний.

Выбор варьируемых параметров (факторов) эксперимента заключается в установлении основных и второстепенных характеристик, влияющих на исследуемый процесс. Данная процедура реализуется в два этапа.

На первом этапе производится анализ исследуемого процесса. Для этого можно воспользоваться методикой построения моделей в виде "черного ящика", то есть описать выходы и входы данного процесса, без раскрытия его внутренней структуры.

На втором этапе необходимо ранжировать входные параметры (факторы). Основным принципом установления важности данного параметра является степень его влияния на формирование выходов исследуемого процесса. Ранжирование позволяет исключить из эксперимента опыты с малозначимыми факторами и значительно сократить объем исследований. В случаях, когда сложно однозначно ранжировать факторы, следует провести поисковый эксперимент. Для этого изучают процесс от какой-то одной переменной при постоянных остальных. Однако такой принцип ранжирования оправдывает себя только в тех случаях, когда факторов немного. Если же входных параметров более пяти целесообразно применять методику планирования эксперимента.

Полученный список факторов следует использовать при составлении плана эксперимента. Кроме того, необходимо установить пределы и шаг изменения по каждому параметру.

Обоснование средств измерений - это выбор необходимых для наблюдений и измерений приборов, оборудования, аппаратов, приспособлений и т.п. При выборе в первую очередь следует отдавать предпочтение стандартным, серийно выпускаемым средствам измерения, работа на которых регламентируется инструкциями, ГОСТами и другими официальными документами.

В случае отсутствия стандартной измерительной техники возникает потребность в создании уникальных приборов, аппаратов, установок. Разработке и конструированию средств измерения должны предшествовать соответствующие теоретические расчеты. При этом следует учесть возможность максимального использования готовых узлов выпускаемых приборов либо их минимальную реконструкцию.

Все выбранные приборы и измерительные устройства должны пройти обязательную поверку, включающую определение диапазона измерений, величины вариации, чувствительности, стабильности измерений. В случае необходимости выполняются регулировка и градуировка средств измерений.

Разработка программы проведения эксперимента заключается в определении последовательности (очередности) выполнения опытов и наблюдений, детальном описании каждой операции с учетом выбранных средств для проведения эксперимента и контроля его результатов.

При разработке программы эксперимента необходимо учитывать, чтобы его результаты удовлетворяли трем статистическим требованиям: во-первых, требованию эффективности оценок, то есть минимальность дисперсии отклонения относительно неизвестного параметра; во-вторых, требованию состоятельности оценок, то есть при увеличении числа наблюдений оценка параметра должна стремиться к его истинному значению; в-третьих, требованию несмещенности оценок, то есть отсутствие систематических ошибок в процессе вычисления параметров. Важнейшей проблемой при подготовке и проведении эксперимента является совместимость этих трех требований.

Далее следует оценить объем и трудоемкость экспериментальных исследований. В первую очередь это определяется глубиной теоретических разработок, степени точности контрольно-измерительной аппаратуры.

В зависимости от предварительной теоретической подготовки возможны следующие разновидности (типы) проведения эксперимента, различающиеся по своей трудоемкости:

- первый тип эксперимента: если теоретически получена аналитическая зависимость, однозначно определяющая исследуемый процесс. В таком случае объем экспериментальных исследований для подтверждения данной зависимости будет минимален, так как функция однозначно определяется экспериментальными данными.

- второй тип эксперимента: если теоретическим путем установлен лишь характер зависимости, то есть задано семейство кривых, то экспериментальным путем необходимо определить коэффициенты. Следовательно, объем и трудоемкость эксперимента возрастают.

- третий тип эксперимента: если теоретически не удалось получить каких-либо зависимостей и разработаны лишь предположения о качественных зависимостях процесса, то целесообразен поисковый эксперимент, при котором объем экспериментальных работ резко возрастает. В таких случаях целесообразно использовать методику планирования эксперимента.

На этом этапе разрабатываются формы журналов для записи результатов измерений и наблюдений. Полученные данные должны быть сведены в удобочитаемые формы записи: таблицы, графики, номограммы, что позволяет быстро и качественно сопоставлять и анализировать полученные результаты. Все переменные, контролируемые и ходе проведения эксперимента, должны быть оценены в единой системе единиц физических величин.

Разработка плана-программы экспериментальных исследований предусматривает ее обсуждение в научном коллективе, после чего программу утверждает научный руководитель магистерской диссертации.

Приступая к эксперименту, необходимо окончательно уточнить методику и последовательность его проведения. Иногда при этом используют метод рандомизации, который заключается в том, что опыты проводят в случайной последовательности. Это исключает систематические ошибки, которые могут возникнуть при субъективном назначении последовательности испытаний.

Особое значение имеет тщательность проведения экспериментальных работ. Исследователь должен фиксировать все полученные результаты и не отбрасывать значений, резко отличающихся от соседних результатов. Занося результаты в протокол, следует указать дату проведения эксперимента, характеристики приборов, их настройку и т.д.

Одновременно с производством измерений производится предварительная обработка результатов и их анализ. Это позволяет контролировать исследуемый процесс, корректировать эксперимент, улучшать методику, повышать эффективность исследований. В процессе проведения эксперимента исследователь должен соблюдать правила техники безопасности.

2.7 Название, научная новизна и практическая значимость диссертации

Название темы, по которой выполняется диссертация, не обязательно должно совпадать с названием самой диссертации. Тема исследования несколько шире. Она определяет направление исследования, в котором может работать не один соискатель (например, тема «Повышение производительности обработки на токарных станках с ЧПУ»). Название - это концентрированное выражение сути конкретной диссертации, соответствующее ее содержанию, отражающее цель и новизну полученных результатов (например, «Повышение стойкости токарных резцов путем стабилизации мощности резания»). Название диссертации в ходе выполнения работы и ее первичной экспертизе может уточняться. Название должно отражать суть решаемой научной задачи (т.е. тему работы), но в то же время из названия должно быть получено ясное представление, о том что сделано в работе, какой основной научный результат выделяет данную работу из множества других.

В названии диссертации обычно присутствует:

-направленность работы: решение задачи, разработка, обоснование, повышение эффективности, совершенствование, оптимизация, снижение затрат и т.п.;

-объект исследования;

-предмет исследования.

Помощь в формулировке может оказать приведенная ниже обобщенная структура названия диссертации.

Таблица 1 – Структура названия диссертации

Направленность	Объект исследования	Предмет исследования
Решение задачи... Разработка... Оптимизация... Обоснование... Улучшение... Повышение...	технологии... теории... практики... проектирования... способа... устройства...	за счет (чего?)... с использованием... в условиях... с учетом...

Иногда удачная формулировка названия диссертации может быть получена, если объект и предмет исследования в названии поменять местами.

В некоторых случаях объект исследования как бы «растворяется» в предмете исследования диссертации, но при этом предмет исследования обязательно присутствует в формулировке названия диссертации.

Большинство названий диссертаций можно построить по данной схеме. Указанные структурные единицы («направленность», «объект» и «предмет» исследования) не всегда могут быть в названии диссертации в явном виде.

К названию диссертаций предъявляются следующие требования:

-название работы должно определять область научных исследований, быть по возможности кратким и точно соответствовать содержанию;

-следует по возможности избегать использования усложненной узкоспециальной терминологии;

-не рекомендуется начинать название диссертации со слов: «Изучение процесса...», «Исследование некоторых путей...», «Некоторые вопросы...», «Материалы к изучению...», «К вопросу...» и т.п., в которых не отражается в должной мере суть рассматриваемой задачи, нет достаточно ясного определения ее цели и результатов.

К наиболее типичным ошибкам в составлении названий следует отнести:

-неконкретность названия («Повышение эффективности операций фрезерования на основе оптимизации»);

-в названии не соблюдается последовательность представления первичного и вторичного, того, что является объектом и предметом исследования, какой положительный эффект может быть достигнут;

-название формулируется как название этапа (задания) научно-исследовательской работы: «Разработать компоновку сверлильного станка для обработки крупногабаритных заготовок»;

- название перегружено специальными терминами;

-в названии используются узкоспециальные жаргонные выражения и аббревиатуры.

Название диссертации – это «визитная карточка» готового научного труда, когда одни из начальных предположений подтвердились, а другие были отвергнуты. Экспертиза диссертации на всех этапах аттестации начинается именно с названия.

Научная новизна – это одно из главных требований, предъявляемых к магистерским диссертациям. Это значит, что диссертация должна содержать новое решение научной задачи или новые научно обоснованные разработки, обеспечивающие решение прикладных задач. Новизна может быть связана как со старыми идеями, что выражается в их углублении, конкретизации, дополнительной аргументации, показом возможного использования в новых условиях, в других областях знания и практики, так и с новыми идеями, выдвигаемыми лично соискателем. О существенности решаемой научной задачи можно судить по его влиянию на развитие науки и технологии.

Выявить и определить новизну позволяет следующее:

- обстоятельное изучение литературы по предмету исследования с анализом его исторического развития (необходимо исключать такую ситуацию, когда за новое положение выдается известное, но не оказавшееся в поле зрения магистранта при изучении литературы);

- рассмотрение существующих точек зрения, критический анализ и сопоставление которых в свете задач диссертации часто приводят к новым или компромиссным решениям;

- вовлечение в научный оборот нового цифрового и фактического материала;

- детализация известного процесса, явления (подробный анализ практически любого интересного в научном отношении объекта приводит к новым полезным результатам, выводам, обобщениям).

Элементы новизны, которые могут быть представлены в диссертационной работе:

- новый объект исследования, т.е. задача, поставленная в диссертации, рассматривается впервые;

- новая постановка известных проблем или задач (например, сняты допущения, приняты новые условия);

- новый метод решения;

- новое применение известного решения или метода;

- новые следствия из известной теории в новых условиях;

- новые результаты эксперимента, их следствия;

- новые или усовершенствованные критерии, показатели и их обоснование;

- разработка оригинальных математических моделей процессов и явлений, полученные с их использованием данные;

При обосновании новизны научных результатов, по-видимому, некорректно приводить в качестве доказательства новизны указание на наличие у магистранта патента. Новизной в данном случае является новая идея, позволившая получить патент.

Не менее важным критерием качества диссертационной работы является критерий **практической значимости** исследования. Полезность результатов диссертации в обязательном порядке устанавливается и обосновывается.

В качестве аргументов при обосновании практической значимости диссертационных исследований можно отнести наличие:

- положительных результатов использования разработок диссертации в обществе, производстве, отрасли науки, какой-либо практике;

- положительных эффектов от использования изобретений и полезных моделей;

- практических рекомендаций для построения некоторой системы, сценария по достижению результата;

- рекомендаций, предназначенных для конструкторских и технологических отделов и бюро предприятий отрасли;

- предложений, позволяющих совершенствовать методику исследования, технологию производства, точность измерений;

- знаний, моделей программ ит.п., полезных для использования в учебном процессе.

Наличие в магистерской диссертации обоснованных и квалифицированно аргументированных признаков научной новизны и практической значимости диссертационного исследования являются важнейшими критериями оценки диссертации в целом.

В заключении и выводах по диссертации дается оценка полученных результатов, формируются общие выводы по работе, часть из которых долж-

на определять научную новизну, другая - практическую ценность. Их число не должно превышать 5-6. . В них в сконцентрированном виде должны быть изложены полученные новые научные знания и практические результаты. Рекомендуются следующая схема представления выводов. В первых пунктах перечисляются результаты, представленные в данном разделе (главе) диссертации; этим очерчивается рассматриваемый предмет научного исследования. Затем один или несколько пунктов могут более глубоко раскрывать новое научное знание, давать уточнение, определяющее его уникальность и отличие от известных положений (научная новизна). В выводах должна подтверждаться достоверность и обоснованность научных положений, полезность их практического использования. Между пунктами выводов должна просматриваться связь, последовательность, иерархия по степени их важности.

Следует различать выводы, изложенные в заключение диссертации, от выводов и рекомендаций, сделанных к каждой главе. Если первые в большей степени обобщают результаты диссертационной работы, то последние должны быть более конкретными, раскрывать сущность нового научного знания с указанием деталей, особенностей и новизны конкретных результатов исследования.

Научные выводы, характеризующие новое научное знание (научную новизну), могут начинаться словами: «Расчет показал, что ... при условиях ... возникает ... явление, которое объясняется...»; или «Экспериментально установлено, что ... влияние..., ослабевающее при...»; или «Выявлен эффект воздействия..., состоящий в том, что при ... наблюдается...»; или «Сравнение результатов эксперимента и расчетных исследований позволяет сказать, что ... в диапазоне от...»; или «Различие результатов расчета и эксперимента на участке изменения ... от ... и до ... объясняется...» и др.

Выводы, характеризующие практическую ценность, могут быть сформулированы следующим образом: "Использование разработанной методики расчета рациональных режимов ...дает возможность сократить время ... на ... % "; " Введение в технологический процесс ... операции ... обеспечивает повышение долговечности узла ..." и т.п. Своеобразным критерием качества выводов, выполненных к главе или к диссертации в целом, может быть степень понимания диссертационной работы специалистом, прочитавшем выводы, без подробного ознакомления с фрагментом работы, по которому они сделаны.

Грубой ошибкой диссертанта является представление в заключении вместо выводов краткого изложения представленных в диссертации этапов исследования. Выводы должны содержать то новое и существенное, что составляет научные и практические результаты диссертационной работы. Они должны отражать логику проведенного исследования и в достаточной степени охватывать результаты достижения поставленной цели и задач.

Часть 3. Математическое моделирование систем

3.1 Общие положения

С развитием техники моделирование все более прочно входит в практику проектирования. Связано это с тем, что, построив наобум реальное техническое устройство, невозможно гарантировать его правильную работу. Проведение экспериментальных исследований не всегда позволяет получить необходимые данные. Математическое моделирование свободно от многих ограничений, связанных с экспериментами и, обычно, обладает меньшей трудоемкостью.

Задачи, которые приходится решать человечеству, как по сложности, так и по количеству, растут с колоссальной скоростью. И многие из них невозможно решить без использования моделирования. Это может быть и физическое моделирование в реальном, уменьшенном или увеличенном масштабе, это могут быть и какие-либо математические зависимости, описывающие реальное явление. В настоящее время все большее внимание именно математическим моделям, т.к. только они позволяют подробно и с высокой точностью "проигрывать" реальные ситуации, подбирать требуемые режимы работы, и, при необходимости, оптимизировать работу системы.

Широкое внедрение вычислительной техники создало дополнительные предпосылки для использования математических моделей, позволяя исследовать явления и процессы с использованием численных алгоритмов анализа и оптимизации. При этом стало возможным решать задачи, которые ранее были недоступны исследователям. Именно поэтому при выполнении магистерской диссертации математическому моделированию уделяется особое внимание. Каждая диссертация включает в себя математическую модель, которая обычно обеспечивает научную новизну исследований, и программную реализацию этой модели, что обеспечивает практическую значимость диссертации.

3.2 Классификация моделей

Прежде, чем разрабатывать конкретные модели операций механической обработки, необходимо изучить классификацию моделей, а также общие положения, обеспечивающие требуемые области их применения.

Фактически модель является "проекцией явления объективной реальности под определенным углом зрения". Это определение дает широкий простор для классифицирования моделей, изучения их адекватности, областей использования и т.п. Действительно, в зависимости от способа проектирования можно получить абсолютно различные модели, но имеющие и различные области применимости. В любом случае строя модель (проекцию явления) необходимо руководствоваться какой-либо целью и получаемая модель должна являться одним из средств для достижения этой цели. С одной сторо-

ны эта цель определяет способ проектирования - способ получения модели, а с другой - эта же цель построения модели определяет в конечном счете свойства модели и ее адекватность оригиналу - моделируемому явлению или системе.

В литературе можно встретить самые разнообразные способы классификации моделей. Рассмотрим иерархическую классификацию, подчеркивающую особенности разработки модели.

Модели систем в первую очередь можно разделить на **физические и математические**. Рассмотрим, например, две физические системы: маятник и колебательный контур.

Для математического описания маятника (рис.3.1) рассмотрим действующие на груз силы:

- Сила упругости пружины $P_y = ky$.
- Сила трения $F_{тр} = GV = G\dot{y}$.
- Сила инерции $F_{ин} = ma = m\ddot{y}$.

Сумма всех этих сил равна внешней силе $F(\tau)$:

$$m\ddot{y} + G\dot{y} + ky = F(\tau) \quad (3.1)$$

Дифференциальное уравнение (3.1) с достаточной точностью описывает вибрации при резании металлов: и инструмент, и деталь можно рассматривать как балки с приведенными массой, жесткостью и демпфированием, совершающими продольные или изгибные колебания.

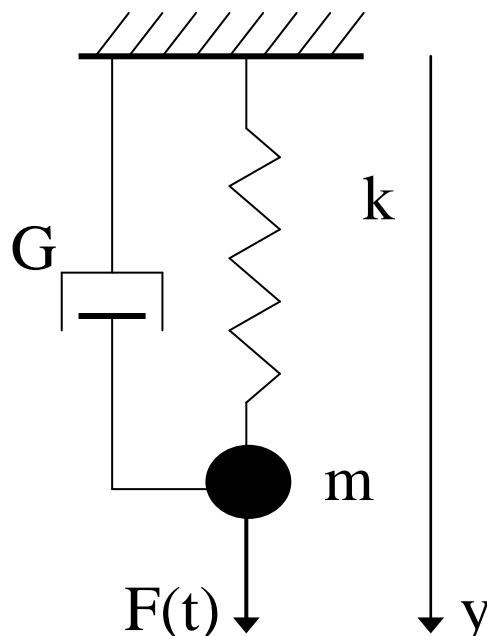


Рисунок 3.1 - Маятник - механическая система

Математическое описание работы колебательного контура (рис.3.2) основывается на анализе падений напряжений на всех элементах цепи. Сумма этих напряжений равна входному напряжению:

$$U_R + U_L + U_C = U(t) \quad (3.2)$$

Ток, протекающий через емкость $i = C \frac{dU_C}{dt}$.

Напряжение на индуктивности $U_L = L \frac{di}{dt} = LC \frac{d^2 U_C}{dt^2}$.

Падение напряжения на активном сопротивлении $U_R = iR = RC \frac{dU_C}{dt}$.

Подставив эти выражения в уравнение (3.2), получим

$$LC\ddot{U}_C + RC\dot{U}_C + U_C = U(t)$$

или

$$L\ddot{U}_C + R\dot{U}_C + \frac{1}{C} U_C = \frac{1}{C} U(t) \quad (3.3)$$

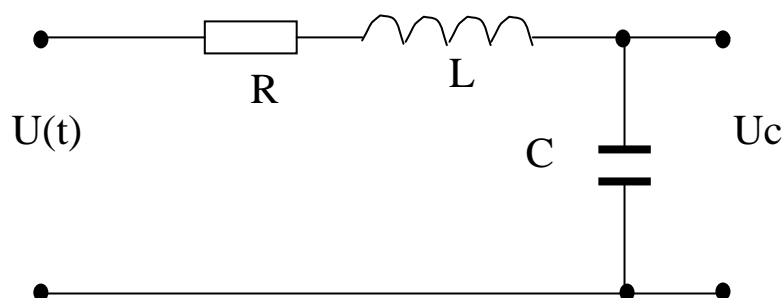


Рисунок 3.2 - Колебательный контур - электрическая система

Сравним дифференциальные уравнения (3.1) и (3.3). Несмотря на абсолютное различие исходных систем, эти уравнения имеют много общего. Действительно - колебания в механической системе происходят за счет перекачивания кинетической энергии движения груза массы m в потенциальную энергию, запасаемую в пружине жесткости k , и обратно. Коэффициент G характеризует потери энергии.

В электрической системе колебания происходят из-за перекачивания энергии магнитного поля индуктивности L в энергию электрического поля в конденсаторе C и обратно. Потери энергии характеризуются активным сопротивлением R .

В соответствии с этим одна система может являться **физической моделью** другой. Вместо исследования поведения маятника, вибраций элементов технологической системы можно анализировать работу колебательного контура, необходимо только выбрать соответствующие значения параметров этой системы.

Уравнения (3.1) и (3.3) являются **математическими моделями** соответствующих систем. Рассмотрим более подробно классификацию математических моделей – рис. 3.3.

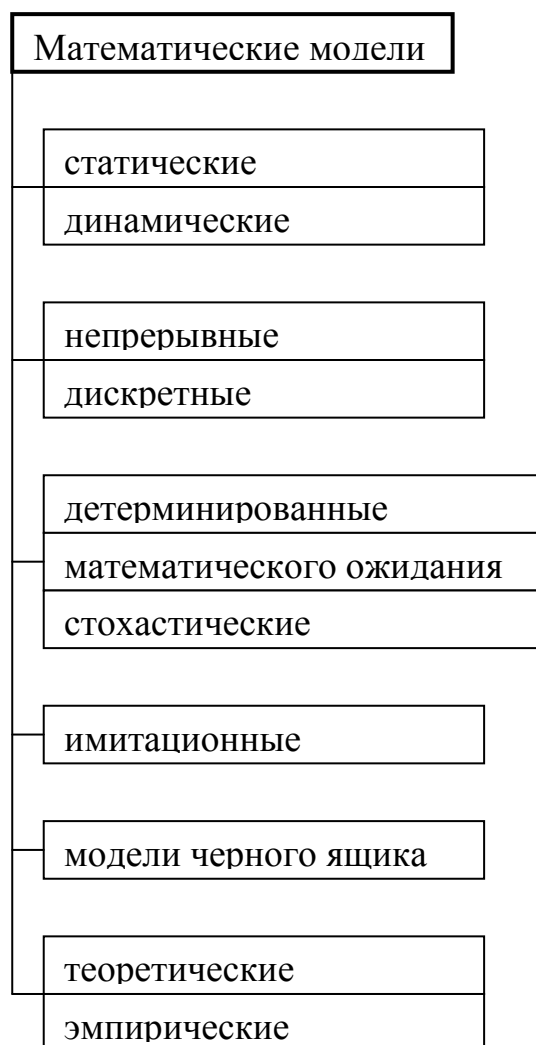


Рисунок 3.3 - Классификация моделей

Математические модели подразделяются на статические и динамические.

Динамические модели учитывают изменение каких-либо своих параметров во времени, а **статические** - не учитывают этого. Например, модель расчета шероховатости поверхности во время ее обработки является динамической моделью. В противоположность этому, модель для расчета шероховатости детали (после обработки) является статической. Для описания динамических моделей обычно используются дифференциальные или разностные уравнения. Статические модели часто представлены обычными формульными зависимостями.

И статические, и динамические модели могут быть непрерывными и дискретными. **Непрерывные модели** описываются с помощью непрерывных

функций. **Дискретные модели** могут иметь дискретность как по координате, так и по времени (для динамических моделей). Например, если при моделировании формирования параметров точности учитывается их изменение от прохода к проходу, то полученная модель является динамической и дискретной по времени. Если вместо расчета отклонений формы определяется только значение качества точности, модель является дискретной по координате.

Если в модели не учитывается влияние случайных факторов, то такая модель является **детерминированной**. Если случайные факторы заменяются на их средние значения, такая модель называется **моделью математического ожидания**. Принципиального различия между моделью математического ожидания и детерминированной моделью нет. Отличия заключаются в способе использования модели. Модель математического ожидания применяется при наличии случайных факторов, но справедлива только для их средних значений и не учитывает ни разброс относительно среднего, ни функцию распределения случайной величины.

В отличие от моделей математического ожидания, **стохастические модели** учитывают распределения случайных параметров и позволяют определять не только средние, но и колебания выходных параметров вплоть до получения их функции распределения. Например, стохастическая модель технологической операции должна позволять рассчитывать не только средний размер детали (или номинальный размер), но и поле допуска, а в идеале - функцию распределения размера детали. Естественно, что для этого должны быть заданы распределения случайных параметров процесса: размера заготовка, параметров инструмента и т.п.

Имитационные модели по структуре подобны исходной системе и должны быть ориентированы на проведение численных экспериментов. Так, например, модель технологической операции должна включать в себя модель заготовки, инструмента, приспособления и т.п. Имитационные модели часто являются динамическими и стохастическими и при правильном построении позволяют заменять экспериментальные исследования на численные эксперименты с моделью.

Модели "черного ящика" в некотором смысле противоположны имитационным. Они не предполагают вскрытия внутренней структуры системы, а только соответствуют ей по входам и выходам. Эти модели обычно проще имитационных, хотя могут допускать проведение численных экспериментов. Чаще всего модели "черного ящика" получают обработкой экспериментальных данных. Так, например, эмпирические зависимости для расчета режимов резания являются классическим примером модели "черного ящика".

По способу получения различают **теоретические** и **эмпирические** модели. Построение **теоретических** моделей производят феноменологическим или асимптотическим способом. Феноменологический способ подразумевает прямое наблюдение и осмысливание результатов. Именно этим способом получены фундаментальные законы Ньютона, Архимеда, Ома и т.д.

Асимптотический метод предполагает применение ранее полученных зависимостей к конкретной прикладной ситуации. Это самый обычный способ получения моделей, например, технических систем на основе применения законов механики. Фактически модель получается как частный случай более общего, описываемый с использованием фундаментальных законов. А сами эти законы получены феноменологическим способом.

Эмпирические модели получают на основе обработки экспериментальных данных. Для этого обычно используют метод наименьших квадратов или его модификации. Данные для построения эмпирических моделей могут быть получены либо экспериментом, либо наблюдением.

При наблюдении исследователь практически не может вмешиваться в работу исследуемой системы, а только фиксировать значения входных и выходных параметров. Примером наблюдения является исследование технологического процесса изготовления детали, когда невозможно вмешательство в него, а допустима только фиксация параметров заготовки и детали (размера, шероховатости и т.п.). В этом случае для получения аналитической зависимости применяется метод наименьших квадратов в своем классическом виде.

Если исследователь может непосредственно вмешиваться в работу системы и осуществлять воздействия на ее входы и выходы, допустим эксперимент. Если входной параметр (фактор) один, то осуществляют его изменение с постоянным или переменным шагом, получают табличные данные и обрабатывают их с помощью все того же метода наименьших квадратов.

Если факторов несколько - задача существенно усложняется. Необходимо сначала составить план эксперимента, который будет задавать какие сочетания значений факторов требуется подавать на вход системы, чтобы обеспечить получение математической модели с минимумом затрат на исследования. Эта задача решается с использованием методики планирования эксперимента [3], в основе которой лежит метод наименьших квадратов.

Алгоритмы применения метода наименьших квадратов и методики планирования экспериментов подробно описаны в конце этого раздела.

3.3 Адекватность модели оригиналу

Так как модель является "проекцией объективной реальности" (системы), она не может полностью повторять все ее свойства. Поэтому адекватность модели - это соответствие ее свойств, параметров соответствующим свойствам и параметрам моделируемой системы. Можно выделить качественную и количественную адекватность.

Качественная адекватность предполагает наличие одинаковых свойств как в моделируемой системе, так и в ее модели. Например, наличие экстремумов, совпадение интервалов возрастания-убывания параметров и т.п. является признаком качественной адекватности. При этом совпадения численных значений не гарантируется. При **количественной адекватности** требуется совпадение с разумной степенью точности и самих значений параметров. В

зависимости от целей моделирования определяется и набор этих параметров, и степень их соответствия друг другу. Не нужно забывать, что абсолютно адекватной моделируемой системе является только сама система. Поэтому определение набора параметров для сравнения и разумной степени точности является очень важной задачей.

Обратной стороной адекватности является простота модели. Нельзя забывать, что модель создается для какого-либо использования. Чем она сложнее, тем более трудоемки расчеты с ее помощью. Но обычно повышение точности (адекватности) приводит к росту сложности модели. Таким путем можно получить адекватную модель, абсолютно непригодную для практического использования.

Так, например, для описания процесса вибраций при круглом шлифовании можно учесть силовое воздействие отдельных абразивных зерен инструмента с учетом упруго-пластических свойств обрабатываемого материала, деформаций самих зерен с учетом их заделки в связку, инерционных свойств элементов и т.д. Получаемая в этом случае математическая модель будет обладать высокой степенью адекватности и позволит получать полную информацию о силовых явлениях и вибрациях в технологической системе. Вот только реализовать эти математические соотношения даже на самой современной вычислительной технике вряд ли удастся: слишком велико количество элементов и их параметров. С другой стороны существуют более простые законы механики, которые, конечно, не позволяют предсказать поведение каждого зерна абразивного инструмента, но связывают макропараметры системы (приведенные массы и жесткости элементов технологической системы) с перемещениями ее элементов с достаточной для инженерных задач точностью.

Таким образом адекватность модели и ее простота, вытекающая из необходимости реализации и использования модели, являются как бы противоречивыми свойствами. Для нахождения разумного баланса между ними обязательно нужно использовать информацию о цели создания модели. Но в любом случае этот баланс зависит также и от опыта разработчика модели.

Особое внимание необходимо уделить стохастическим моделям. Здесь понятие адекватности имеет особое значение. Учет случайных колебаний параметров моделируемой системы требует доопределить само свойство адекватности. Иногда его трактуют просто как "адекватность в среднем", фактически просто увеличивая допуск на адекватность. Но более правильно для стохастических моделей сравнивать параметры распределений случайных величин, требуя совпадения их с определенной точностью с аналогичными параметрами моделируемой системы. Например, если модель рассчитывает размер обработанной детали с учетом его случайных колебаний, для ее адекватности реальному процессу механической обработки требуется совпадение вида закона распределения этой величины (для размеров это обычно закон распределения Гаусса), а также совпадение параметров этого закона (среднего и дисперсии) с определенной степенью точности. Для проверки адекват-

ности обычно применяют методы статистической проверки гипотез: принадлежность выборки заданному закону распределения (критерий χ^2), сравнения выборок (t-критерий Стьюдента) и собственно проверку адекватности (критерий Фишера).

При проверке адекватности нужно учитывать не только понятие адекватности, но и диапазон применимости модели. Так, например, при построении эмпирических моделей диапазон их применимости ограничивается рамками проведенных экспериментов. При выходе за границы этого диапазона адекватность модели уже не гарантируется. Очень часто данный факт исследователями не учитывается. Например, использование эмпирических формул, полученных для средних значений какого-либо параметра в общем случае нельзя использовать для описания колебаний этих значений. Статические параметры системы (например, ее жесткость) может на несколько порядков отличаться от динамических.

Для расширения диапазона применимости моделей можно использовать методы теории подобия, которые предписывают представление зависимостей в безразмерной форме. Методы теории подобия всегда наиболее активно использовались в экспериментальных исследованиях. Именно с их помощью устанавливалось соответствие между параметрами исследуемой системы и ее физической моделью. Для этого требуется совпадение соответствующих критериев подобия.

Но в то же время выражение зависимостей в безразмерной форме позволяет упростить получение и расширить диапазон применимости (адекватности) для эмпирических моделей. Рассмотрим этот факт на примере описания поведения маятника рис. 3.1. На перемещение груза (координата y в зависимости от времени τ) оказывает влияние сила $F(\tau)$ и параметры m , G и k . Таким образом, выходная величина зависит от пяти размерных параметров:

$$y = f(m, G, k, F, \tau) \quad (3.4)$$

Для этой зависимости имеется 3 безразмерных комплекса. Выбрав в качестве параметров, имеющих независимые размерности, m , F и τ , получим комплексы

$$\begin{cases} \Pi_y = \frac{ym}{\tau^2 F} \\ \Pi_G = \frac{G\tau}{m} \\ \Pi_k = \frac{k\tau^2}{m} \end{cases} \quad (3.5)$$

В соответствии с положениями теории подобия вместо формулы (3.4) можно искать зависимость между безразмерными комплексами:

$$\Pi_y = \Phi(\Pi_G, \Pi_k) \quad (3.6)$$

Очевидно, что безразмерная зависимость проще размерной и ее получение менее трудоемко.

Кроме того, область применения безразмерной зависимости шире. Если при получении формулы (3.4) проводились эксперименты с изменением m в диапазоне $(m_{\min}; m_{\max})$, а F изменяли в диапазоне $(F_{\min}; F_{\max})$, то использовать эту модель за пределами указанных диапазонов нельзя. Аналогично, формула (3.6) получена для вполне определенных диапазонов изменения комплексов (3.5). В то же время при одновременном увеличении m и F в одинаковое количество раз безразмерный комплекс Π_y остается постоянным. Поэтому, несмотря на то, что в экспериментах использовались вполне определенные значения параметров m и F , при использовании формулы (3.6) можно значительно расширить диапазон их изменения, лишь бы не выйти за диапазон изменения Π_y . Аналогичные выводы можно получить и для других безразмерных комплексов и размерных параметров.

Таким образом выражение математических моделей в безразмерной форме позволяет не только упростить получаемые зависимости, но и расширить их диапазон адекватности.

Моделирование систем в любом случае является приближением к реальной системе. Поэтому логично было бы предположить, что экспериментальные исследования с реальным объектом более информативны и более точны по сравнению с его моделью. Однако на самом деле чаще всего наблюдается прямо противоположная ситуация.

Математическое моделирование позволяет получить больше информации о системе, чем ее экспериментальные исследования. Действительно, при проведении экспериментов имеется большое количество различных ограничений. Если, например, исследуется процесс износа резца при точении, то для измерения этого износа необходимо прервать процесс, произвести необходимые замеры а затем возобновить процесс точения. При этом совсем не очевидно, что при возобновлении процесса точения все условия обработки будут абсолютно аналогичны моменту прерывания точения. Да и сами измерения вне процесса механической обработки могут вносить существенные погрешности.

Аналогичные проблемы возникают и при измерении, например, деформации элементов технологической системы. Для этого необходима установка датчиков, измеряющих величину деформации. Сами датчики имеют вполне определенные размеры и установка их возможна только с определенным минимальным шагом. Кроме того, датчики вносят некоторые изменения в систему (имеют определенную массу, требуют подготовки места под установку и др.), да и сами имеют вполне определенную погрешность измерения.

Еще большие сложности возникают при измерении сил и температур, т.к. эти параметры определяются только косвенными методами. Сила, например, определяется через деформацию каких-либо элементов, а при измерении температуры с помощью термопары мы фактически измеряем не температуру тела, а температуру самой термопары.

Вышеописанные примеры показывают, что экспериментальные исследования могут нести значительные погрешности и существенно ограничивать возможности получения информации. В этом плане моделирование систем и, в том числе, технологических операций имеет значительно меньше ограничений. Измерения каких-либо параметров можно производить с любым шагом по времени и координате. Единственным ограничением является время решения задачи. Поэтому при правильном использовании моделирование позволяет получить большее количество информации.

Математическое моделирование позволяет сократить время и затраты на исследования. Очевидно, что время и затраты связаны между собой прямой пропорциональной зависимостью. Но даже если включить в затраты разработку самой модели, обычно это значительно меньше, чем делать экспериментальные стенды и установки. А уж при проведении экспериментов затраты на новый расчет на несколько порядков меньше, чем изготовление нового устройства.

Если, например, необходимо изменить конструкцию фрезы при исследовании операции механической обработки, то требуется изготовить или приобрести саму фрезу. Кроме экономических это требует и временных затрат и порой весьма значительных. Если же эти исследования проводить на ЭВМ с использованием математической модели, то изменение конструкции требует только ввода новых исходных данных. Очевидно, что и время, и затраты в этом случае будут значительно меньше.

Очевидно, что данное преимущество имеет место только при грамотно разработанной и адекватной реальному процессу модели.

Математическое моделирование позволяет "проигрывать" экстремальные ситуации. Существует ряд явлений, где проведение экспериментов вообще недопустимо. Это может быть связано с выходом из строя уникального дорогостоящего оборудования или с опасностью для персонала, окружающей среды и т.п. В такой ситуации моделирование может оказаться единственным возможным способом исследования.

3.4 Области применения имитационных моделей

В 60-80-х годах прошлого столетия активно развивалась новая в то время наука - исследование операций (ИСО). Активное развитие вычислительной техники стимулировало использование численных методов и задач оптимизации в различных областях человеческой деятельности. Потребность автоматизации решения задач управления с одной стороны и возможность получения и реализации таких решений и привело к развитию ИСО.

ИСО "выросло" из решения военных задач. Именно в этой области потребовалось решать достаточно сложные оптимизационные задачи иногда при недостаточном количестве информации. Это привело к развитию математического аппарата многокритериальной и стохастической оптимизации, теории игр и т.п. В дальнейшем развитие и внедрение автоматизированных систем управления предприятиями потребовало использования аналогичных оптимизационных алгоритмов и развитие ИСО получило дополнительный толчок.

Все это не означает, что использование оптимизационных алгоритмов и методов возможно только в области решения задач управления и экономики. Просто на тот момент появилась потребность развития именно таких задач. Но параллельно с этим продолжалось совершенствование инженерных методов расчета. И эти методы также использовали задачи оптимизации. Практически все вопросы управления техническими системами сводятся к решению различных задач оптимизации.

Появление понятия "Поддержка жизненного цикла продукции" или "CALS-технологии" [10] является логическим продолжением и практической реализацией идей ИСО. Здесь уже основное внимание уделяется не методам решения задач оптимизации (считается, что развитие вычислительной техники уже практически решило эти задачи), а разработке единого информационного пространства, снижение затрат не только на этапе изготовления, но и эксплуатации и технического обслуживания и т.п.

В соответствии с этим можно выделить следующие области использования математических моделей:

1. Если полученная модель описывается достаточно простыми аналитическими зависимостями, то с ее помощью можно организовать поиск оптимальных (в соответствии с целью моделирования) условий использования моделируемой системы. При этом возможно аналитическое решение задачи, то есть получение оптимальных условий в общем виде. Затем на основе этого решения можно оценить влияние на него колебаний исходных данных, степень достижения цели и т.п.

2. В случае получения сложной модели, для которой аналитическое решение задачи оптимизации невозможно, используют численные методы оптимизации. При этом решение задачи в общем виде невозможно. Но допустимы численные методы анализа решения, в том числе и на основе методик стохастического моделирования. Особенно это актуально, если параметры модели и/или исходные данные являются случайными величинами. Единственный недостаток такого подхода - увеличение, и иногда весьма значительно, времени решения задачи.

3. Если точное (оптимальное) решение задачи не требуется, то можно использовать подбор варианта с использованием имитационной модели. Если при подборе будет использоваться опыт исследователя, время для получения решения, достаточно близкого к оптимальному, будет значительно меньше, чем при решении оптимизационной задачи.

4. Для достижения заданной цели не всегда требуется оптимальное решение. Иногда достаточно решения задачи интерполяции или экстраполяции. Такие алгоритмы требуются, например, для получения прогноза работы системы. Математические модели являются практически единственным средством для решения таких задач.

Можно описывать и другие области применения математических моделей. Но в любом случае имитационные модели являются мощным средством для решения любых задач исследования и совершенствования моделируемой системы. Использование стохастических моделей позволяет получать не только средние значения параметров, но и их отклонения от среднего. Таким образом можно решать задачи устойчивости, чувствительности вплоть до получения законов распределения случайных параметров системы.

3.5 Построение эмпирических моделей с помощью метода наименьших квадратов

Метод наименьших квадратов предназначен для расчета коэффициентов аналитической зависимости, являющейся наилучшим приближением к таблично заданной функции. Ниже приведен алгоритм аппроксимации, основанный на методе наименьших квадратов.

Дано: график или таблица функции

	1	2		n
	1	2		n

Найти: аналитическое представление функции $Y = F(X)$.

Предполагается, что входной параметр X один и выходной параметр Y также один.

Решение задачи разбивается на 3 этапа:

1. Оценка вида зависимости и запись ее в аналитическом виде с неизвестными параметрами (коэффициентами).
2. Приведение выбранной зависимости к линейной относительно коэффициентов.
3. Нахождение коэффициентов методом наименьших квадратов.

Первый этап не предполагает автоматизации и его выполнение существенно зависит от опыта исследователя. На основании предыдущего опыта или из анализа графического представления зависимости записываем формулу $Y = F(X, C)$, где $C = (c_1, c_2, \dots, c_m)$ - вектор неизвестных коэффициентов. На-

пример: $Y = c_1 + c_2 X$ или $Y = c_1 X^{c_2}$. Количество коэффициентов не должно превышать количество точек в таблице исходных данных: $m \leq n$.

Второй этап. Для эффективного применения метода наименьших квадратов (МНК) зависимость должна быть линейной относительно неизвестных коэффициентов. Ниже приведено несколько примеров преобразования для зависимостей с двумя коэффициентами:

$$y = ax^b \Rightarrow \ln y = \ln a + b \ln x \Rightarrow Y = A + bX, \text{ где } Y = \ln y; X = \ln x; A = \ln a$$

$$y = ae^{bx} \Rightarrow \ln y = \ln a + bx \Rightarrow Y = A + bx, \text{ где } Y = \ln y; A = \ln a$$

$$y = \frac{1}{a + bx} \Rightarrow \frac{1}{y} = Y = a + bx$$

Нелинейные зависимости $y = a + bx + cx^2 + \dots$ или $y = a + \frac{b}{x}$ являются линейными относительно коэффициентов.

Следует отметить, что далеко не каждую зависимость можно привести к линейной относительно коэффициентов. Например, формулу $y = ax^b + c$ нельзя привести к линейной никакими преобразованиями. Такие формулы нежелательно использовать для МНК.

На третьем этапе осуществляется поиск коэффициентов зависимости. Критерием близости аналитической зависимости к экспериментальным точкам является сумма квадратов невязок: $S(C) = \sum_{i=1}^n (f(X_i, C) - Y_i)^2$. Если кривая точно проходит через все точки таблицы, $S=0$. В противном случае $S > 0$. Поэтому критерием для поиска коэффициентов C является $\min_C S(C)$. Необходимо, а в данном случае и достаточным критерием минимума функции $S(C)$ является равенство нулю ее частных производных:

$$\frac{\partial S}{\partial c_i} = 0; \quad i = 1 \dots m$$

Если S линейно зависит от c_i , эта система является линейной и достаточно просто решается. При нелинейной зависимости для поиска минимума могут быть использованы численные методы оптимизации. При этом решение задачи значительно усложняется.

Пример:

Используемая зависимость - прямая линия $Y = a + bx$.

Т.к. коэффициенты a и b входят в зависимость линейно, выполнение второго этапа не требуется.

Поиск коэффициентов a и b :

$$S = \sum_{i=1}^n (a + bx_i - y_i)^2$$

$$\frac{\partial S}{\partial a} = 2 \sum_{i=1}^n (a + bx_i - y_i) = 0$$

$$\frac{\partial S}{\partial b} = 2 \sum_{i=1}^n (a + bx_i - y_i) x_i = 0$$

Раскрывая скобки, получим систему уравнений:

$$\begin{cases} an + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \\ a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i \end{cases}$$

Решением этой системы являются значения коэффициентов a и b .

При наличии нескольких входных факторов X решение задачи практически не изменяется. Проблема состоит только в построении таблицы исходных данных. Рекомендуется в этом случае использовать методику планирования эксперимента (приложение 2).

Если имеется несколько выходных параметров Y , алгоритм аппроксимации применяется к каждому из них независимо, позволяя получать зависимости для каждого выходного параметра.

Одним из недостатков МНК является его чувствительность к погрешностям и ошибкам в исходных данных. Т.к. величина штрафа в МНК пропорциональна квадрату невязки, грубые ошибки в исходных данных, возводясь в квадрат, оказывают сильное влияние на значение S и могут значительно исказить получаемую формулу. Для устранения этого, а также для повышения качества аппроксимации на заданных участках применяют весовую модификацию МНК:

$$S(C) = \sum_{i=1}^n \varphi(x_i) \cdot (F(x_i, C) - y_i)^2,$$

где $\varphi(x)$ - весовая функция.

Эта функция имеет большие значения на участках, где требуется повышенная точность аппроксимации. Если какой-либо участок необходимо исключить из рассмотрения (например, из-за высоких погрешностей), на этом участке полагают $\varphi(x) = 0$.

Для построения эмпирических зависимостей кроме МНК используются и другие методы. Например, вместо суммы квадратов можно использовать сумму модулей невязок:

$$S(C) = \sum_{i=1}^n |F(X_i, C) - Y_i|.$$

Эта функция менее чувствительна к ошибкам и погрешностям в исходных данных. Однако получение системы линейных алгебраических уравнений для расчета коэффициентов возможно только при использовании метода наименьших квадратов. При использовании суммы модулей невязок для поиска коэффициентов необходимо применять численные методы оптимизации.

3.6. Методика планирования экспериментов для построения многофакторных моделей

Настоящая методика устанавливает правила и алгоритм построения линейной и степенной математической модели технологических процессов и проверки ее адекватности. В качестве модели могут быть использованы зависимости:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k$$

или

$$y = C x_1^{a_1} x_2^{a_2} \dots x_k^{a_k}$$

где y - выходной параметр;

x_i - входные параметры (факторы);

C, a_i - искомые коэффициенты.

3.6.1. Полный факторный эксперимент (ПФЭ) 2^k

В эксперименте участвует k факторов. Для каждого фактора устанавливаем 2 уровня (значения) – верхний (максимальный) и нижний (минимальный).

Обозначим

$$x_{i0} = \frac{x_i^B + x_i^H}{2} - \text{основной уровень};$$

$$\Delta x_i = \frac{x_i^B - x_i^H}{2} - \text{интервал варьирования};$$

$$X_i = \frac{x_i - x_{i0}}{\Delta x_i} - \text{кодированное значение фактора}.$$

Величина кодированного значения фактора для верхнего уровня принимает значение +1, для нижнего -1, для основного 0. При построении матрицы планирования эксперимента единицу опускают, а записывают только знаки "+" и "-". При варьировании факторов на 2 уровнях для k факторов возможно получить $N = 2^k$ вариантов сочетаний их значений. В соответствии с этим матрица планирования имеет N строк и (k+1) столбец:

Матрица планирования ПФЭ 2^2

	Факторы		
	0	1	2

Алгоритм заполнения матрицы:

1. Первый столбец заполняется «+»
2. Второй – половина «+», половина «-»
3. В каждом последующем столбце частота чередования знаков удваивается.
4. В последнем столбце знаки чередуются через один.

Матрица планирования ПФЭ 2^3

	Факторы			
	0	1	2	3

Недостатком полного факторного эксперимента является завышенное количество экспериментов. Для k факторов требуется найти k+1 коэффициент. Поэтому минимально необходимо провести k+1 экспериментов. В соответствии с методикой ПФЭ проводится 2^k экспериментов. Если для 2-х факторов необходимо 3 эксперимента, а проводится $2^2 = 4$ эксперимента, то для,

например, 5-и факторов требуется 6 экспериментов, а по алгоритму ПФЭ проводится $2^5 = 32$ эксперимента.

Для сокращения объема экспериментов используются дробный факторный эксперимент.

3.6.2. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ) 2^{k-p}

ДФЭ целесообразно применять при числе факторов от трех и более, если ПФЭ по экономическим или каким-либо другим соображениям производить невыгодно. ДФЭ характеризуется сокращением числа опытов. Коэффициент P называют дробностью реплики. При $P=1$ число экспериментов сокращается в 2 раза, при $P=2$ - в 4 раза, при $P=3$ - в 8 раз и т.д. по степеням двойки. Переход к кодированным значениям факторов производится аналогично, как и в ПФЭ.

При построении матрицы планирования первоначально строят матрицу для ПФЭ 2^B , где $B = k - p$. Затем столбцы для остальных факторов дополняют с помощью так называемых генерирующих соотношений.

Для 3-х факторов существует 2 генерирующих соотношения: $x_3 = x_1x_2$ и $x_3 = -x_1x_2$ и, соответственно, две матрицы планирования:

Матрица ДФЭ 2^{3-1}

Матрица 1

Матрица 2

				x_3					$x_3 =$
	0	1	2	$= x_1x_2$		0	1	2	$-x_1x_2$
1				+					-
2				-					+
3				-					+
4				+					-

На практике можно применять любую из них. В дальнейшем генерирующие соотношения со знаком минус рассматриваться не будут, т.к. они не обладают никакими преимуществами.

Для четырех факторов в ДФЭ 2^{4-1} существуют следующие генерирующие соотношения: $x_4 = x_1x_2x_3$; $x_4 = x_1x_2$; $x_4 = x_2x_3$; $x_4 = x_1x_3$ (соотношения со знаком минус не рассматриваются). Из приведенных соотношений первое предпочтительнее. В этом случае говорят, что оно обладает наивысшей разрешающей способностью. Матрица планирования в этом случае имеет вид:

Матрица ДФЭ 2^{4-1}

					$x_4 =$
	0	1	2	3	$x_1x_2x_3$
					+
					-
					-
					+
					-

					+
					+
					-

ДФЭ 2⁴⁻² реализовать невозможно: N=4, а коэффициентов модели 5. Для нахождения 5 коэффициентов необходимо по крайней мере 5 экспериментов.

Генерирующие соотношения для ДФЭ 2⁵⁻¹:

$x_5 = x_1 x_2 x_3 x_4$; $x_5 = x_1 x_3 x_4$; $x_5 = x_2 x_3 x_4$; $x_5 = x_1 x_2$;

$x_5 = x_1 x_3$; $x_5 = x_1 x_4$; $x_5 = x_2 x_3$; $x_5 = x_2 x_4$; $x_5 = x_3 x_4$. Наибольшей разрешающей способностью обладает первое соотношение.

Для ДФЭ 2⁵⁻² существует 12 пар генерирующих соотношений со знаком "+":

$$x_4 = x_1 x_2, \quad x_5 = x_1 x_3;$$

$$x_4 = x_1 x_2 x_3, \quad x_5 = x_1 x_2;$$

$$x_4 = x_1 x_2, \quad x_5 = x_2 x_3;$$

$$x_4 = x_1 x_2 x_3, \quad x_5 = x_1 x_3;$$

$$x_4 = x_2 x_3, \quad x_5 = x_1 x_2;$$

$$x_4 = x_1 x_2 x_3, \quad x_5 = x_2 x_3;$$

$$x_4 = x_2 x_3, \quad x_5 = x_1 x_3;$$

$$x_4 = x_1 x_2, \quad x_5 = x_1 x_2 x_3;$$

$$x_4 = x_1 x_3, \quad x_5 = x_1 x_2;$$

$$x_4 = x_1 x_3, \quad x_5 = x_1 x_2 x_3;$$

$$x_4 = x_1 x_3, \quad x_5 = x_2 x_3;$$

$$x_4 = x_2 x_3, \quad x_5 = x_1 x_2 x_3;$$

Из них наибольшей разрешающей способностью обладают последние три.

Матрица ДФЭ 2⁵⁻²

					x_4 $= x_1 x_2$	$x_5 =$ $x_1 x_2 x_3$
	0	1	2	3		
					+	+
					+	-
					-	-
					-	+
					-	-
					-	+
					+	+
					+	-

3.6.3. Проведение эксперимента

1. Задание верхних и нижних значений каждого фактора, расчет основного уровня и интервала варьирования.

2. Задается случайный порядок проведения опытов (рандомизация). То есть эксперименты проводятся не в том порядке, как они указаны в матрице планирования, а в случайном. Это позволяет исключить влияние неслучайных факторов на результаты аппроксимации.

3. Задается повторяемость эксперимента M . Каждый эксперимент из матрицы планирования повторяется M раз. При этом M может быть как четным, так и нечетным.

4. Проведение эксперимента с обработкой результатов.

3.6.4 Обработка результатов

1. Расчет средних и дисперсий для каждой строки плана:

$$\bar{Y}_i = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M Y_{ij}$$

$$s_i^2 = \frac{1}{M-1} \sum_{j=1}^M (\bar{Y}_i - Y_{ij})^2$$

2. Поиск максимальной дисперсии из s_i^2 . Обозначаем s_{\max}^2 .

3. Проверка однородности дисперсий по критерию Кохрена:

- Расчет значения критерия Кохрена: $G = s_{\max}^2 / \sum_{i=1}^N s_i^2$

- Для заданного уровня значимости (например $q = 5\%$), определяющего вероятность ошибочного решения, и степеней свободы $V_1 = M-1$ и $V_2 = N$ находим табличное значение критерия $G_{\text{таб}}$

- Если $G < G_{\text{таб}}$, то дисперсии однородны. В противном случае необходимо увеличить M или уменьшить погрешность в эксперименте с максимальной дисперсией.

4. Расчет средней дисперсии $s^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N s_i^2$

5. Расчет коэффициентов модели в безразмерной форме:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + \dots + b_k X_k$$

$$b_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N X_{ij} \bar{Y}_j$$

где X_{ij} – соответствующие значения из i -го столбца матрицы планирования.

Например для ПФЭ 22:

$$b_0 = \frac{1}{4}(\bar{Y}_1 + \bar{Y}_2 + \bar{Y}_3 + \bar{Y}_4)$$

$$b_1 = \frac{1}{4}(\bar{Y}_1 + \bar{Y}_2 - \bar{Y}_3 - \bar{Y}_4)$$

$$b_2 = \frac{1}{4}(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2 + \bar{Y}_3 - \bar{Y}_4)$$

Знаки в суммах берутся из соответствующего столбца матрицы планирования.

6. Расчет значимости коэффициентов модели по критерию Стьюдента: Расчет дисперсии ошибки определения коэффициента:

$$s_b^2 = \frac{s^2}{NM}; \quad s_b = \sqrt{s_b^2}$$

• Расчет критерия Стьюдента: $t = \frac{|b_i|}{s_b}$

• Для заданного уровня значимости (5%) и степени свободы $V = N(M-1)$ определяется табличное значение критерия $t_{кр}$.

• Если $t_i > t_{кр}$, то коэффициент b_i значим. В противном случае его необходимо отбросить ($b_i = 0$).

Причины незначимости коэффициентов:

- • действительное отсутствие связи фактора с выходной величиной Y .
- • большое значение ошибки эксперимента из-за неучтенных факторов.
- • малая величина интервала варьирования фактора.

7. Проверка адекватности модели:

• расчет Y_i по полученной модели для каждой строки плана эксперимента;

• определение дисперсии адекватности модели:

$$S_{ад}^2 = \frac{M}{N-L} \sum_{i=1}^N Y_{ci} - Y_i^2$$

где L - количество значимых коэффициентов, включая b_0 ;

• расчет значения критерия Фишера: $F = S_{ад}^2 / S^2$

• определение для заданного уровня значимости q и степеней свободы $V_1 = N - L$ и $V_2 = N(M-1)$ по таблицам значение критерия Фишера $F_{кр}$. Если $F < F_{кр}$, то модель адекватна реальному процессу. В противном случае необходим тщательный анализ процесса для устранения или снижения действия случайных факторов и уменьшения числа незначимых факторов.

8. Расчет коэффициентов размерной модели:

Осуществляется по формулам:

$$a_0 = b_0 - \sum_{i=1}^N b_i \frac{x_{i0}}{\Delta x_i}$$
$$a_i = \frac{b_i}{\Delta x_i}; \quad (i = 1...k)$$

Имеется программное обеспечение для автоматизации расчетов по методике планирования экспериментов, разработанное на кафедрах ТАП и ОТМ АлтГТУ им. И.И.Ползунова.

3.7 Выводы

Математическое моделирование является мощным инструментом для изучения систем различной природы. Его применение основывается на математическом описании явлений на основе использования инженерных знаний и законов из области механики, теплофизики, сопротивления материалов, электротехники и т.п. Адекватность моделей определяется правильностью применения этих законов и, обычно, предполагает экспериментальную проверку.

Для построения эмпирических моделей наиболее часто используются метод наименьших квадратов (однофакторные модели) и методика планирования экспериментов (многофакторные модели). Для автоматизации расчетов по этим методикам можно использовать программное обеспечение, имеющееся на кафедрах ТАП и ОТМ Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

Реализация как теоретических, так и эмпирических моделей обычно предполагает использование вычислительной техники и разработку программного обеспечения. При этом становятся доступными любые алгоритмы исследования моделей вплоть до методов оптимизации и стохастического моделирования.

Часть 4. Патентный поиск и патентование изобретений

4.1 Патентный поиск по сайтам национальных и международных патентных бюро

По некоторым оценкам, патенты содержат до 90 % производимой в мире технологической информации, причем лишь 5-10 % этих сведений публикуется в иной научной литературе. Кроме того, патентный поиск является обязательным этапом любого прикладного исследования.

В Интернете есть несколько источников, предоставляющих достоверные сведения о патентах, опубликованных национальными и международными патентными бюро. Имеет смысл работать со следующими двумя иностранными сайтами, содержащими систематичную патентную информацию за достаточно большой период времени:

- **USPTO Patent Full-Text and Full-Page Image Databases** - патенты США (с 1790 г. по настоящее время). У патентов, опубликованных после 01.01.76, поисковая программа способна анализировать всю текстовую часть. Патенты до 1976 г. извлекаются только по регистрационному номеру либо по классификационному коду.

- **Esp@cenet** - материалы патентов США, Японии и многих других стран, патентных заявок ЕПО - European Patent Office и WIPO - World Intellectual Property Organization. Объем имеющихся здесь сведений варьируется для разных государств - от библиографий до факсимильных копий и от нескольких лет до десятилетий. Поисковая программа способна анализировать часть титульной страницы, в частности, название (для некоторых разделов базы данных - и реферат) патента.

Кроме того, ознакомимся с некоторыми иными информационными источниками (базами данных национальных патентных бюро, патентными классификационными системами).

Материалы этой части курса содержат ссылки к отдельным страницам (в частности, к поисковым бланкам) перечисленных выше сайтов. Поэтому целесообразно параллельно работать и с этим материалом, и с оригинальной базой данных.

4.2 База данных US Patent and Trademark Office (USPTO)

4.2.1 Структура сайта US Patent Full-Text and Full-Page Image Databases

Ведомство патентов и торговых марок США - USPTO - предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1790 г. по настоящее время.

Сайт содержит две автономные базы данных:

- ***Issued Patents (PatFT)*** - патенты
- ***Published Applications (AppFT)*** - патентные заявки

Каждая из этих двух баз данных имеет собственную поисковую систему. На главной странице сайта размещены две группы гиперсвязей к поисковым бланкам:

- **Quick Search** - для простейших заданий
 - **Advanced Search** - для заданий любой степени сложности
 - **Patent (Publication) Number Search** - только для извлечения патента (патентной заявки) по его/ее регистрационному номеру.
- Приёмы поисковой работы одинаковы в обоих базах данных.

Issued Patents (PatFT)

С точки зрения пользователя, патентная база данных *Issued Patents (PatFT)* состоит из двух частей:

- *с 1976 г. по настоящее время*. Патенты этого периода хранятся и в текстовом (HTML) формате, и в графическом (TIF). Материал патента распределен по полям, что позволяет проводить прецизионный поиск информации.

Поисковая программа выполняет *следующие операции* :

- поиск патентов по критерию присутствия/отсутствия термина (комбинации терминов) в отдельном поле (группе полей; патенте в целом);
- поиск патентов, которые цитируются в извлеченном патенте;
- поиск патентов, в которых цитируется извлеченный патент.

- *до 1976 г.* Эти патенты хранятся только в графическом формате.

Поисковая программа способна извлекать патенты только по их номеру или по классификационному коду.

Published Applications (AppFT)

База данных *Published Applications (AppFT)* содержит патентные заявки, опубликованные после 15 марта 2001 г. Патентные заявки хранятся и в текстовом (HTML) формате, и в графическом (TIF). Материал заявки распределен более чем по двум десяткам полей, что позволяет проводить прецизионный поиск информации по критерию присутствия/отсутствия термина (комбинации терминов) в отдельном поле (группе полей; заявке в целом).

4.2.2 Поисковое задание

База данных *Issued Patents (PatFT)*

Поисковое задание записывается в одном из трех предлагаемых *бланков*:

Quick Search

Бланк предназначен для формулирования *простейших* заданий, состоящих из одного-двух терминов, и рекомендуется начинающим пользователям. Бланк удобен в работе, поскольку любое из 30 доступных полей патента читатель может выбрать в меню.

Advanced Search

Бланк может использоваться для составления заданий *любой степени сложности*. Определенным его недостатком является то, что читатель должен вручную набирать условные коды полей, в которых предполагается вести поиск.

Patent Number Search

Бланк используется *только* для поиска патента по его регистрационному номеру.

База данных *Published Applications (AppFT)*

Для поиска информации в этой базе данных используются аналогичные бланки:

- **Quick Search (Boolean)**
- **Advanced Search (Manual)**
- **Application Number Search**

Поиск патентных заявок проводится по той же методике, какая применяется при поиске патентов.

Основные принципы формулирования поискового задания

• **Строчные и заглавные буквы** в тексте задания равнозначны и взаимозаменяемы.

• Поисковое задание может состоять либо из одного термина, либо из группы терминов, объединенных **операторами** AND, OR, ANDNOT и круглыми скобками. Все операторы имеют **одинаковый приоритет**, поэтому, если в задании отсутствуют круглые скобки, то логические операции выполняются в строгом порядке слева направо.

• Допускается **сокращение правой части** слова (шаблон \$ заменяет произвольное количество символов).

• В качестве поискового термина может использоваться **фраза**, состоящая из нескольких слов. (В поисковом задании она обозначается двойными кавычками). *Пример: "zirconium phosphate" and structure*

• **Поиск по слову** может проводиться либо в любом из текстовых полей, либо во всем патенте в целом.

• **Поиск по номеру патента** проводится **только** в поле *Patent Number*. Альтернативный вариант - использование специального бланка *Patent Number Search*. *Формат* записи номера патента: семизначное число без пробелов. *Пример: 5432106.*

• **Поиск по фамилии автора** проводится **только** в поле *Inventor Name*.

• **Поиск по дате** проводится **только** в соответствующих числовых полях (*Issue Date, Application Date* и т.п.). Поисковым термином может быть дата либо временной интервал. Из нескольких разрешенных вариантов записи даты наиболее удобен *формат* YYYYMMDD. *Пример задания* ("11 февраля 1998 г."): **19980211**. При записи *интервала* начальная и конечная даты объединяются знаками -> ("минус" и "больше") без пробелов. *Пример задания* ("с 5 декабря 1997 г. по 11 февраля 1998 г."): **19971205->19980211**

• **Поиск по коду класса** проводится **только** в полях *Current US Classification* или *International Classification* . *Формат* записи задания (классификация США): *класс/подкласс.подподкласс* (допускаются варианты без указания подподкласса и подкласса). *Пример*: **428/209**. При записи задания по международной классификации следует давать полный код, заменяя пробелы нулями. *Пример задания*: **G06F019/00**

Бланк Quick Search (Boolean) - порядок работы

- В графе **Term 1** записать первый поисковый термин;
- В меню **Field 1** выбрать поле поиска первого термина.
- В графе **Term 2** записать второй поисковый термин;
- В меню **Field 2** выбрать поле поиска второго термина;
- В меню выбрать оператор, объединяющий оба термина (меню содержит пункты: **and, or, andnot**).
- В меню **Select years** выбрать временной интервал поиска
- Приступить к поиску - нажать кнопку **Search** .

Примечание. Если поисковое задание состоит из единственного термина, графа *Term 2* останется пустой, и не имеет значения, какие пункты указаны в меню *Field 2* и *Operator*.

Бланк Advanced Search (Manual) - порядок работ

- ☐ В меню **Select years** выбрать временной интервал поиска
- ☐ В графе **Query** записать поисковое задание

Формат поисковой фразы для бланка *Advanced Search*:

КодПоля/Термин Оператор КодПоля/Термин Оператор ...

(Вместо термина можно записывать логическое выражение).

Пример"Найти патенты , в названии которых присутствует слово *phosphate*. Фамилия изобретателя *Jones* либо *Smith*" : **ttl/phosphate and in/(jones or smith)** Здесь: **ttl** - код поля *Title* , **in** - код поля *Inventor*. Таблица-справочник с кодами полей (**Field Codes**) приведена в нижней части этого же бланка. Компонентом поисковой фразы может быть термин без кода поля - в этом случае соответствующая стадия поиска проводится по всему тексту патента. *Пример*: **phosphate and in/(jones or smith)**

- ☐ Приступить к поиску - нажать кнопку **Search**.

4.2.3 Список обнаруженных патентов

Список патентов, сформированный в обратном хронологическом порядке, поступает пользователю. На экран поступает не более 50 названий документов из общего числа обнаруженных. Для вызова других фрагментов списка следует воспользоваться навигационными кнопками **Next 50 Hits** и **Jump To ...** .

Гиперсвязь, начинающаяся от регистрационного номера и названия патента, ведет **к материалам данного патента**.

Над списком находится редактируемое поле с размещенным в нем поисковым заданием (обратим внимание, что задание записано в формате, приня-

том для бланка *Advanced/Manual Search*). Исправив задание и нажав кнопку **Refine Search**, можно оперативно скорректировать область поиска.

Страница также содержит группу навигационных кнопок, в том числе, направленных к поисковым бланкам.

4.2.4 Патент

От списка обнаруженных документов пользователь переходит к конкретному патенту. Материалы - тексты без рисунков - выводятся на экран в формате HTML.

Эта страница содержит ссылки к другой информации:

- В разделе **References Cited** - к патентам-прототипам.
- Гиперсвязь **Referenced By** направлена к патентам, в которых цитируется данный патент.

Вверху и внизу страницы в навигационных группах есть кнопки для вызова поисковых бланков (**Quick, Advanced, Pat Num**), для перехода к следующему или предыдущему патентам списка (**Next, Previous**) и к самому списку (**Hit List**).

Особое внимание обратим на кнопку **Images**.

После нажатия кнопки **Images** пользователь переходит к *HTML* - странице со встроенным *TIF*-файлом - отсканированным изображением первого листа патента.

В левой части той страницы, на которой находится *TIF*-изображение, расположена навигационная группа для вызова остальных отсканированных листов патента.

Примечания.

1. Если Вы хотите оставить отсканированный патент на своем диске, учтите, что далеко не все версии браузеров умеют сохранять *html*-страницу вместе со встроенной графикой. Возможно, Вам придется выполнять операцию сохранения только для изображения - *tif*-файла.

2. Для качественного отображения *tif*-файла в окне браузера *USPTO* рекомендует предварительно проинсталлировать бесплатный модуль (plug-in) *AlternaTIFF*, который можно получить по адресу <http://www.alternatiff.com/>

4.3 База данных **esp@cenet**

4.3.1. Структура сайта (<http://ep.espacenet.com/>)

Информационная служба **esp@cenet** предоставляет свободный доступ к трем базам данных международного патентного бюро **EPO - European Patent Office**:

EP esp@cenet

Библиографические сведения (HTML-формат) и факсимильные копии (PDF-формат) патентных заявок **EPO**, опубликованных в течение последних 24 месяцев. (**EP documents**)

Worldwide

Патенты (либо патентные заявки) более 70 **национальных и нескольких международных** патентных бюро. Объем доступного материала различен для разных стран - от только библиографических сведений (HTML-формат) до полных текстов (HTML-формат) и факсимильных копий (PDF-формат). Временной охват тоже варьируется от страны к стране (от нескольких лет до десятков лет).

WIPO esp@cenet

Библиографические сведения (HTML-формат) и факсимильные копии (PDF-формат) патентных заявок (PCT-publications) международной патентной организации **WIPO** - World Intellectual Property Organization, опубликованных в течение последних 24 месяцев. (**WO documents**)

На Главной странице (<http://ep.espacenet.com/>) находятся гиперсвязи к поисковым бланкам **Quick Search**, **Advanced Search**, **Number Search** (для поиска по патентам) и **Classification Search** (для поиска по *Описанию классификационной системы EPO*).

Для перехода к **немецкоязычной и франкоязычной частям сайта** можно воспользоваться гиперсвязями *Deutsch* и *Francais* в верхней части Главной страницы.

4.3.2 Поиск информации

Поисковая программа способна анализировать только материал, содержащийся в **избранных полях титульных страниц** патентов (в том числе, в полях: *название* или *название+реферат*; *автор*; *владелец*; *номер патента*; *код по Международной патентной классификации*).

На поисковом бланке *Advanced Search* справа от каждой его графы приведены примеры, показывающие, как следует формулировать соответствующую часть задания. Рассмотрим подробнее **правила заполнения поля *Title*** (или ***Title and abstract***):

- Задание может быть сформулировано с использованием логических операторов **and**, **or**, **not**, а также круглых скобок.
- Поисковое задание должно содержать **не более четырех терминов**.
- Точная фраза из нескольких слов обозначается **двойными кавычками**.
- Оператором **по умолчанию** является оператор **and**.
- Применение **шаблона не допускается**.
- Программа работает в режиме *stemming*, но **некорректно**. Поэтому стоит включать в поисковую фразу все нужные грамматические формы поискового термина (например, существительное и в единственном, и во множественном числе).

• Поиск в базах данных **EPO и WIPO** проводится на английском языке, но для гарантии полного извлечения требуемых материалов целесообразно повторить процедуру поиска и **на языке страны, регистрирующей патент**. Дело в том, что *не у всех* патентов, включенных в эти базы данных, есть *английский* перевод названия и реферата. Поиск в базе данных **Worldwide** проводится только на английском языке.

4.3.3 Результаты поиска

Список обнаруженных записей содержит краткие сведения о патентах.

При последующем переходе от списка к **конкретному патенту** на экран выводится библиографическое описание (часть титульной страницы в HTML-формате). Остальные сведения (если они присутствуют в базе данных) можно получить отдельными порциями:

- *Bibliographic data* - Возвращение к библиографическим данным.
- *Description, Claims* - тексты (HTML-формат) соответствующих частей патента.
- *Mosaics* - иллюстрации.
- *Original document* - Факсимильная копия (PDF-формат) патента.
- *INPADOC legal status* - юридические сопутствующие документы.

4.3.4 Российский сервер

Сервер **Российского патентного ведомства на espacenet** хранит информацию о патентных документах Российской Федерации, а также дает возможность доступа на русском языке ко всемирной базе патентной информации и к патентным фондам различных стран и международных организаций.

Методика работы с Российским сервером аналогична работе с основным сервером *espacenet*.

Основное отличие заключается в том, что на поисковом бланке в меню *Выберите патентную базу данных:* присутствует пункт **ru - espacenet** - база данных российских патентов.

Для поиска по российским патентам задание можно записывать на русском языке, но для работы с остальными базами данных русский язык не годится.

4.4 База данных РОСПАТЕНТ

4.4.1 Структура сайта

Российская **Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент)** предоставляет свободный доступ к патентным материалам, содержащимся в следующих базах данных:

- *Рефераты российских заявок и патентов на изобретения (на русском и английском языках) с 1994 г.,*

- *Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня,*

- *Формулы полезных моделей из последнего официального бюллетеня.*

Пользователь получает текстовую часть в формате HTML, рисунки - в формате TIF.

Кроме того, здесь же можно провести поиск в названиях классов/подклассов Международной патентной классификации (VI и VII издания).

Для работы с источником требуется предварительная регистрация. При работе с сайтом можно воспользоваться временными регистрационными параметрами: *имя пользователя* – **guest**, *пароль* - **guest**

4.4.2. Поиск (русский интерфейс).

Зарегистрировавшись по адресу **<http://www.fips.ru>**, пользователь переходит к следующей странице, на которой требуется указать курсором на вкладку «**Информационные ресурсы**» и в выпадающем меню выбрать «**Поисковая система**». Кнопка "**Формулировка запроса**" вызывает поисковый бланк.

Структура поискового бланка

- Графа **Основная область запроса** используется для поиска в текстовой части документа (названии, реферате, описании, патентной формуле).

- Остальные графы - для поиска в отдельных полях библиографического описания патента.

Виды поиска

- **Логический** - поисковое задание формулируется как набор терминов, связанных операторами. Оператор по умолчанию **AND**.

- **Нечеткий** - задание формулируется без операторов (оператор по умолчанию **OR**); программа автоматически расширяет задание словами, *близкими по написанию* терминам задания.

- **Словарный** - задание формулируется без операторов (оператор по умолчанию **OR**); программа автоматически расширяет задание словами, *близкими по смысловому значению* терминам задания.

Общие правила формулирования задания

- **Строчные и заглавные буквы** в задании взаимозаменяемы.

- **Точная фраза** обозначается двойными кавычками.

- Программа работает в режиме **stemming**.

Операторы (только для *Логического* вида поиска)

- Оператор *по умолчанию* - **AND**.

- Правила применения операторов **AND, OR, NOT** стандартны.

- **WITHIN N** указывает, что термины должны находиться на расстоянии в *N* слов друг от друга в любой последовательности. Обратим внимание на нестандартный формат записи: **Пример: phosphate coating within 2.**

• **ADJ N** указывает, что термины должны находиться на расстоянии в *N* слов друг от друга в той же последовательности, что и в задании. Обратим внимание на нестандартный формат записи: *Пример: phosphate coating adj 2.*

• Задание может содержать числовые операторы < ("меньше или равно"), > ("больше или равно"), - ("от и до").

Шаблоны

- ? заменяет один варьируемый символ
- * заменяет любое число варьируемых символов
- [n-m] подставляет любой символ заданного набора

4.4.3 Результаты поиска

Список обнаруженных документов поступает пользователю группами по 25 патентов.

От каждого элемента списка гиперсвязь ведет к библиографическому описанию патента.

Страница с библиографической информацией содержит кнопки-гиперсвязи *к реферату* патента, *к основному рисунку* (при его наличии в патенте), *к описанию* соответствующей группы/подгруппы *IPC* (кнопка "МКП" = Международная Патентная Классификация). Тексты некоторых полей можно использовать в качестве поисковых заданий для извлечения иных патентов, имеющих то или иное сходство с данным (дата публикации, фамилия автора и др.) - для выполнения такой операции служат кнопки "**Поиск**".

Если поиск проводился в **базе данных "Полные тексты ..."**, на странице библиографического описания, кроме того, присутствуют кнопки, ведущие к *описанию* патента, *патентной формуле* (формат HTML) и к *рисункам* (формат TIF).

4.5 Другие источники

Информацию о патентах отдельных стран можно получить на сайтах соответствующих национальных и региональных патентных бюро:

Страна	URL	язык
Австралия	http://apa.hpa.com.au:8080/ipapa/qsearch?	англ.
Австрия	http://at.espacenet.com/	нем.
Бельгия	http://be.espacenet.com/	фр., голл., нем., англ.
Великобритания	http://gb.espacenet.com/	англ.
Венгрия	http://www.hpo.hu/English/kiadv/szkv/	венг.,

		англ.
Германия	http://www.dpma.de/index.htm	нем., англ.
Греция	http://gr.espacenet.com/	греч., англ.
Дания	http://dk.espacenet.com/	дат.
Ирландия	http://ie.espacenet.com/	англ.
Испания	http://es.espacenet.com/	исп.
Италия	http://it.espacenet.com/	итал.
Канада	http://Patents1.ic.gc.ca/intro-e.html	англ., фр.
Китай	http://www.sipo.gov.cn/sipo_English/zljs/default.htm	англ.
Корея	http://eng.kipris.or.kr/	англ., корейс.
Люксембург	http://lu.espacenet.com/	фр., нем.
Нидерланды	http://nl.espacenet.com/	голл.
Новая Зеландия	http://www.iponz.govt.nz/pls/web/dbssiten.main	англ.
Португалия	http://pt.espacenet.com/	порт.
Финляндия	http://fi.espacenet.com/	фин., швед.
Франция	http://www.plutarque.com/plutarque/?_we=1	фр.
Швейцария	http://www.espacenet.ch/	фр., нем., ит., англ.
Швеция	http://se.espacenet.com/	швед., англ.
Япония	http://www19.ipdl.inpit.go.jp/PA1/cgi-bin/PA1INIT?	яп., англ.
Латинская Америка	http://www.oepm.es/bases-documentales/latipat_sp?ACTION=RETOUR	испан.

Google Patents

<http://www.google.com/patents>

Google Patents - специализированная поисковая система, предназначенная (пока что) для работы только с патентами США. Методика поиска в *Google Patents* аналогична методике поиска в *Google*.

SurfIP

<http://www.surfip.gov.sg/>

Вертикальный портал **SurfIP** позволяет в ходе одной поисковой операции проводить поиск одновременно во многих информационных источниках, в том числе, в патентных базах данных *European Patent Office*, *WIPO*, *UK Patent Office*, *USPTO* (США), *JPO-IPDL* (Япония), *IPOS* (Сингапур), *Taipei Patents Index* (Тайвань), *CIPO* (Канада). Не все из перечисленных ресурсов работают стабильно, поэтому портал представляет ценность в основном как вспомогательное средство.

Intellectual Property Digital Library

<http://www.wipo.int/ipdl/en/>

Патентные заявки *PCT* (*World Intellectual Property Organization*), опубликованные после 1.01.1997, и другие патентные материалы *WIPO*.

4.6 Классификация патентов

4.6.1 Введение

Одной из задач, которую приходится решать в ходе информационного поиска, является извлечение патентов, объединенных общей тематикой, по их классификационному коду.

Ныне используются две основные системы классификации патентов.

В *США* принят функционально ориентированный подход - критерием отнесения к какому-либо классу является процесс, составляющий суть изобретения. В соответствии с этим, в системе отсутствуют чисто “химические” классы, а имеются такие как *Химия: физические процессы* (23), *Электролиз* (205), *Жидкостная очистка или разделение* (210), *Композиции: керамические* (501) и т.п.

При втором подходе патенты распределяются по отраслевому признаку или по области применения.

Международная классификационная система (IPC) сочетает в себе оба принципа с преобладанием последнего. Так, например, в числе классов *IPC* присутствуют *Неорганическая химия (C01)*, *Органическая химия (C07)*.

Структурно *Американская классификационная система* включает в себя классы, состоящие из подклассов. Положение патента в системе описывается кодом в формате *класс/подкласс (class/subclass)*. Номер подкласса может иметь цифровое или буквенное расширение (*sub-subclass*). Пример: **156/620.74**.

Международная классификационная система построена по иерархическому принципу, который отражается в классификационном коде: *раздел, класс подкласс группа/подгруппа*. Пример: **C04 B 35/00**

И американская, и международная классификационные системы совершенствуются по мере развития технологии.

Американская система изменяется постоянно, и патентное ведомство США реклассифицирует старые патенты по новым классам/подклассам; соответствующим образом несколько раз в год в этой части обновляется содержание большинства патентных баз данных.

Международная классификационная система изменяется один раз в пять лет (ныне действует ее 8-е издание). Старые патенты не реклассифицируются, и для эффективной работы читатель должен иметь как действующий, так и давние списки классов-подгрупп.

4.6.2 Международная патентная классификация (International Patent Classification)

Международные классификации

<http://www.wipo.int/classifications/ru/>

Сайт *World Intellectual Property Organization (WIPO)*, на котором находится официальная информация о Международной патентной классификации (на английском, французском и испанском языках).

Следующая часть сайта может быть особенно полезной при планировании патентного поиска:

International Patent Classification, 8-я редакция

<http://www.wipo.int/classifications/ipc/ipc8/?lang=en>

Полный перечень разделов, классов, подклассов, групп, подгрупп. Алфавитный предметный указатель, позволяющий соотнести тематику патента с классификационным кодом (Catchword Index).

4.6.3 Американская патентная классификация (U.S. Patent Classification System)

На сайте *Бюро патентов и торговых марок США (USPTO)* находится официальная информация об американской патентной классификации. Следующие разделы сайта могут быть особенно полезны при планировании патентного поиска:

Patent Classification

<http://www.uspto.gov/go/classification/>

- Список классов можно получить по гиперсвязи ***Class Numbers & Titles***.
- Задав номер класса (или класса/подкласса) в поисковой бланке **A**, можно получить следующую информацию:
 - ***Class Schedule*** - Название класса и перечень его подклассов
 - ***Class Definition*** - Подробное описание класса и их подклассов
 - ***US-to-IPC*** - Таблицы соответствия классов/подклассов Классификационной системы США соответствующим разделам Международной классификационной системы

- Указав термин в поисковом бланке **В**, можно получить список классов, в описаниях которых встречается заданное слово.

Examiner Handbook to the U.S. Patent Classification System

<http://www.uspto.gov/web/offices/pac/dapp/sir/co/examhbk/index.html>

Подробное описание патентной классификационной системы США.

4.7 Составление и подача заявки на выдачу патента на изобретение

4.7.1 подача заявки на выдачу патента на изобретение (далее - заявка)

Лицо, имеющее право на подачу заявки.

Заявка подается лицом, обладающим правом на получение патента, в частности, автором изобретения, работодателем, правопреемником автора или работодателя.

Процедура подачи заявки.

Заявка подается в федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности непосредственно или направляется почтой.

Заявка подается заявителем самостоятельно или через патентного поверенного, зарегистрированного в федеральном органе исполнительной власти по интеллектуальной собственности, либо через иного представителя.

4.7.2 Заявка на изобретение

Объекты изобретения.

В качестве изобретения охраняется техническое решение в любой области, относящееся к продукту или способу.

Объект изобретения - продукт.

Продуктом как объектом изобретения является, в частности, устройство, вещество, штамм микроорганизма, культура (линия) клеток растений или животных, генетическая конструкция.

К устройствам относятся конструкции и изделия.

Объект изобретения - способ.

Способом как объектом изобретения является процесс осуществления действий над материальным объектом с помощью материальных средств.

Предложения, которые не считаются изобретениями:

- открытия, а также научные теории и математические методы;
- решения, касающиеся только внешнего вида изделий и направленные на удовлетворение эстетических потребностей;
- правила и методы игр, интеллектуальной или хозяйственной деятельности;
- программы для электронных вычислительных машин;
- решения, заключающиеся только в представлении информации.

Предложения, которые не признаются патентоспособными:

- сорта растений или породы животных;
- топологии интегральных микросхем;
- решения, противоречащие общественным интересам, принципам гуманности и морали.

Требование единства изобретения.

Заявка должна относиться к одному изобретению или группе изобретений, связанных между собой настолько, что они образуют единый изобретательский замысел.

Единство изобретения признается соблюденным, если:

- в формуле изобретения охарактеризовано одно изобретение;
- в формуле изобретения охарактеризована группа изобретений;
- одно из которых предназначено для получения (изготовления) другого (например, устройство или вещество и способ получения (изготовления) устройства или вещества в целом или их части);
- одно из которых предназначено для осуществления другого (например, способ и устройство для осуществления способа в целом или одного из его действий);
- одно из которых предназначено для использования другого (в другом) (например, способ и вещество, предназначенное для использования в способе; способ или устройство и его часть; применение устройства или вещества по определенному назначению и способ с их использованием в соответствии с этим назначением; применение устройства или вещества по определенному назначению и устройство или композиция, в которых они используются в соответствии с этим назначением как составная часть);
- относящихся к объектам одного вида (несколько устройств, несколько веществ и т.д.), одинакового назначения, обеспечивающим получение одного и того же технического результата (варианты).

Состав заявки:

- заявление о выдаче патента с указанием автора изобретения и лица, на имя которого испрашивается патент (заявителя), а также их местожительства или местонахождения;
- описание изобретения, раскрывающее его с полнотой, достаточной для осуществления;
- формулу изобретения, выражающую его сущность и полностью основанную на описании;
- чертежи и иные материалы, если они необходимы для понимания сущности изобретения;
- реферат.

4.7.3 Содержание документов заявки

Заявление о выдаче патента.

Заявление о выдаче патента представляется на типографском бланке или в виде компьютерной распечатки.

Описание изобретения.

Назначение описания.

Описание должно раскрывать изобретение с полнотой, достаточной для его осуществления.

Структура описания.

Описание начинается с названия изобретения. В случае установления рубрики действующей редакции Международной патентной классификации (далее - МПК), к которой относится заявляемое изобретение, индекс этой рубрики приводится перед названием.

Описание содержит следующие разделы:

- область техники, к которой относится изобретение;
- уровень техники;
- раскрытие изобретения;
- краткое описание чертежей (если они содержатся в заявке);
- осуществление изобретения;
- перечень последовательностей (если последовательности нуклеотидов и/или аминокислот использованы для характеристики изобретения).

Не допускается замена раздела описания отсылкой к источнику, в котором содержатся необходимые сведения (литературному источнику, описанию в ранее поданной заявке, описанию к охранному документу и т.п.).

Порядок изложения описания может отличаться от приведенного выше, если, с учетом особенностей изобретения, иной порядок способствует лучшему пониманию и более краткому изложению.

Название изобретения должно быть кратким и точным. Название изобретения, как правило, характеризует его назначение и излагается в единственном числе.

Содержание разделов описания.

В разделе описания "Область техники, к которой относится изобретение" указывается область применения изобретения. Если таких областей несколько, указываются преимущественные.

В разделе "Уровень техники" приводятся сведения об известных заявителю аналогах изобретения с выделением из них аналога, наиболее близкого к изобретению (прототипа).

В качестве аналога изобретения указывается средство того же назначения, известное из сведений, ставших общедоступными до даты приоритета изобретения.

При описании каждого из аналогов непосредственно в тексте приводятся библиографические данные источника информации, в котором он раскрыт, признаки аналога с указанием тех из них, которые совпадают с существенными признаками заявляемого изобретения, а также указываются известные заявителю причины, препятствующие получению технического результата, который обеспечивается изобретением.

После описания аналогов в качестве наиболее близкого к изобретению указывается тот, которому присуща совокупность признаков, наиболее близкая к совокупности существенных признаков изобретения.

Сведения, раскрывающие сущность изобретения.

Сущность изобретения как технического решения выражается в совокупности существенных признаков, достаточной для достижения обеспечиваемого изобретением технического результата.

Признаки относятся к существенным, если они влияют на возможность получения технического результата, т.е. находятся в причинно-следственной связи с указанным результатом.

Технический результат представляет собой характеристику технического эффекта, явления, свойства и т.п., объективно проявляющихся при осуществлении способа или при изготовлении либо использовании продукта, в том числе при использовании продукта, полученного непосредственно способом, воплощающим изобретение.

Технический результат может выражаться, в частности в снижении (повышении) коэффициента трения; в предотвращении заклинивания; снижении вибрации; в улучшении кровоснабжения органа; локализации действия лекарственного препарата, снижении его токсичности; в устранении дефектов структуры литья; в улучшении контакта рабочего органа со средой; в уменьшении искажения формы сигнала; в снижении просачивания жидкости; в улучшении смачиваемости; в предотвращении растрескивания; повышении быстродействия или уменьшении требуемого объема оперативной памяти компьютера.

Получаемый результат не считается имеющим технический характер, в частности, если он:

- достигается лишь благодаря соблюдению определенного порядка при осуществлении тех или иных видов деятельности на основе договоренности между ее участниками или установленных правил;
- заключается только в получении той или иной информации и достигается только благодаря применению математического метода, программы для электронной вычислительной машины или используемого в ней алгоритма;
- обусловлен только особенностями смыслового содержания информации, представленной в той или иной форме на каком-либо носителе;
- заключается в занимательности и зрелищности.

В данном разделе подробно раскрывается задача, на решение которой направлено заявляемое изобретение, с указанием обеспечиваемого им технического результата.

Если при создании изобретения решается задача только расширения арсенала технических средств определенного назначения или получения таких средств впервые, технический результат заключается в реализации этого назначения.

Если изобретение обеспечивает получение нескольких технических результатов (в том числе в конкретных формах его выполнения или при особых

условиях использования), рекомендуется указать все технические результаты.

Приводятся все существенные признаки, характеризующие изобретение; выделяются признаки, отличительные от наиболее близкого аналога, при этом указываются совокупность признаков, обеспечивающая получение технического результата во всех случаях, на которые распространяется испрашиваемый объем правовой охраны, и признаки, характеризующие изобретение лишь в частных случаях, в конкретных формах выполнения или при особых условиях его использования.

Не допускается замена характеристики признака отсылкой к источнику информации, в котором раскрыт этот признак.

Для группы изобретений сведения, раскрывающие сущность изобретения, в том числе и о техническом результате, приводятся для каждого изобретения.

Признаки, используемые для характеристики устройств.

Для характеристики устройств используются, в частности следующие признаки:

- наличие конструктивного (конструктивных) элемента (элементов);
- наличие связи между элементами;
- взаимное расположение элементов;
- форма выполнения элемента (элементов) или устройства в целом, в частности геометрическая форма;
- форма выполнения связи между элементами;
- параметры и другие характеристики элемента (элементов) и их взаимосвязь;
- материал, из которого выполнен элемент (элементы) или устройство в целом;
- среда, выполняющая функцию элемента.

Не следует использовать для характеристики устройства признаки, выражающие наличие на устройстве в целом или его элементе обозначений (словесных, изобразительных или комбинированных), не влияющих на функционирование устройства и реализацию его назначения.

Признаки, используемые для характеристики композиций.

Для характеристики композиций используются, в частности следующие признаки:

- качественный состав (ингредиенты);
- количественный состав (содержание ингредиентов);
- структура композиции;
- структура ингредиентов.

Признаки, используемые для характеристики способов.

Для характеристики способов используются, в частности следующие признаки:

- наличие действия или совокупности действий;

- порядок выполнения действий во времени (последовательно, одновременно, в различных сочетаниях и т.п.);
- условия осуществления действий; режим; использование веществ (исходного сырья, реагентов, катализаторов и т.д.), устройств (приспособлений, инструментов, оборудования и т.д.).

Краткое описание чертежей.

В этом разделе описания приводится перечень фигур с краткими пояснениями того, что изображено на каждой из них.

Если представлены иные графические материалы, поясняющие сущность изобретения, они также указываются в перечне и приводится краткое пояснение их содержания.

Осуществление изобретения.

В этом разделе показывается, как может быть осуществлено изобретение с реализацией указанного заявителем назначения, предпочтительно путем приведения примеров, и со ссылками на чертежи или иные графические материалы, если они имеются.

Для изобретения, сущность которого характеризуется с использованием признака, выраженного общим понятием, в частности представленного на уровне функционального обобщения, описывается средство для реализации такого признака или методы его получения, либо указывается на известность такого средства или методов его получения.

В данном разделе приводятся также сведения, подтверждающие возможность получения при осуществлении изобретения того технического результата, который указан в разделе описания "Раскрытие изобретения". При использовании для характеристики изобретения количественных признаков, выраженных в виде интервала значений, показывается возможность получения технического результата во всем этом интервале.

Изобретение, относящееся к устройству.

Для изобретения, относящегося к устройству, приводится описание его конструкции (в статическом состоянии) и действие устройства (работа) или способ использования со ссылками на фигуры чертежей (цифровые обозначения конструктивных элементов в описании должны соответствовать цифровым обозначениям их на фигуре чертежа), а при необходимости - на иные поясняющие материалы (эпюры, временные диаграммы и т.д.).

Если устройство содержит элемент, охарактеризованный на функциональном уровне, и описываемая форма реализации предполагает использование программируемого (настраиваемого) многофункционального средства, то представляются сведения, подтверждающие возможность выполнения таким средством конкретной предписываемой ему в составе данного устройства функции. В случае, если в числе таких сведений приводится алгоритм, в частности вычислительный, его предпочтительно представляют в виде блок-схемы, или, если это возможно, соответствующего математического выражения.

Изобретение, относящееся к способу.

Для изобретения, относящегося к способу, в примерах его реализации указываются последовательность действий (приемов, операций) над материальным объектом, а также условия проведения действий, конкретные режимы (температура, давление и т.п.), используемые при этом материальные средства (устройства, вещества, штампы и т.п.), если это необходимо. Если способ характеризуется использованием средств, известных до даты приоритета изобретения, достаточно эти средства раскрыть таким образом, чтобы можно было осуществить изобретение. При использовании неизвестных средств приводится их характеристика и, в случае необходимости, прилагается графическое изображение.

Изобретение, охарактеризованное в виде применения по определенному назначению.

Для изобретения, охарактеризованного в виде применения по определенному назначению, приводятся сведения, подтверждающие возможность реализации применяемым объектом этого назначения, а, если применяемый объект не является известным, - также сведения, достаточные для его получения.

Формула изобретения.

Назначение формулы изобретения и требования, предъявляемые к ней.

Формула изобретения предназначена для определения объема правовой охраны, предоставляемой патентом.

Формула изобретения должна быть полностью основана на описании, т.е. характеризуемое ею изобретение должно быть раскрыто в описании, а определяемый формулой изобретения объем правовой охраны должен быть подтвержден описанием.

Формула изобретения должна выражать сущность изобретения, т.е. содержать совокупность его существенных признаков, достаточную для достижения указанного заявителем технического результата.

Признаки изобретения выражаются в формуле изобретения таким образом, чтобы обеспечить возможность понимания специалистом на основании уровня техники их смыслового содержания.

Характеристика признака в формуле изобретения не может быть заменена отсылкой к источнику информации, в котором этот признак раскрыт.

Признак может быть охарактеризован в формуле изобретения общим понятием (выражающим функцию, свойство и т.п.), охватывающим разные частные формы его реализации, если в описании приведены сведения, подтверждающие, что именно характеристики, содержащиеся в общем понятии, обеспечивают в совокупности с другими признаками получение указанного заявителем технического результата.

Признак может быть выражен в виде альтернативы при условии, что при любом допускаемом указанной альтернативой выборе в совокупности с другими признаками, включенными в формулу изобретения, обеспечивается получение одного и того же технического результата.

Формула может быть однозвенной и многозвенной и включать, соответственно, один или несколько пунктов.

Однозвенная формула изобретения применяется для характеристики одного изобретения совокупностью признаков, не имеющей развития или уточнения применительно к частным случаям его выполнения или использования.

Многозвенная формула применяется для характеристики одного изобретения с развитием и/или уточнением совокупности его признаков применительно к частным случаям выполнения или использования изобретения или для характеристики группы изобретений.

Многозвенная формула, характеризующая одно изобретение, имеет один независимый пункт и следующий (следующие) за ним зависимый (зависимые) пункт (пункты).

Многозвенная формула, характеризующая группу изобретений, имеет несколько независимых пунктов, каждый из которых характеризует одно из изобретений группы. При этом каждое изобретение группы может быть охарактеризовано с привлечением зависимых пунктов, подчиненных соответствующему независимому.

Пункты многозвенной формулы нумеруются арабскими цифрами последовательно, начиная с 1, в порядке их изложения.

Пункт формулы включает признаки изобретения, в том числе родовое понятие, отражающее назначение, с которого начинается изложение формулы, и состоит, как правило, из ограничительной части, включающей признаки изобретения, совпадающие с признаками наиболее близкого аналога, и отличительной части, включающей признаки, которые отличают изобретение от наиболее близкого аналога.

При составлении пункта формулы с разделением на ограничительную и отличительную части после изложения ограничительной части вводится словосочетание "отличающийся тем, что", непосредственно после которого излагается отличительная часть.

Формула изобретения составляется без разделения пункта на ограничительную и отличительную части, в частности, если она характеризует применение по определенному назначению или изобретение, не имеющее аналогов.

При составлении пункта формулы без указанного разделения после родового понятия, отражающего назначение, вводится слово "характеризующееся", "состоящая", "включающий" и т.п., после которого приводится совокупность остальных признаков, которыми характеризуется изобретение.

Пункт формулы излагается в виде одного предложения.

Независимый пункт формулы изобретения характеризует изобретение совокупностью его признаков, определяющей объем испрашиваемой правовой охраны, и излагается в виде логического определения объекта изобретения.

Зависимый пункт формулы изобретения содержит развитие и/или уточнение совокупности признаков изобретения, приведенных в независимом

пункте, признаками, характеризующими изобретение лишь в частных случаях его выполнения или использования.

Признаки устройства излагаются в формуле так, чтобы характеризовать его в статическом состоянии. При характеристике выполнения конструктивного элемента устройства допускается указание на его подвижность, на возможность реализации им определенной функции (например, с возможностью торможения, с возможностью фиксации) и т.п.

В формулу изобретения, характеризующую химическое соединение с установленной структурой любого происхождения, включаются наименование соединения по одной из принятых в химии номенклатур или обозначение соединения и его структурная формула (назначение соединения может не указываться).

В формулу, характеризующую штамм микроорганизма, включаются его родовое и видовое название на латинском языке, назначение штамма и т.д.

Особенности формулы изобретения, относящегося к способу.

При использовании глаголов для характеристики действия (приема, операции) как признака способа их излагают в действительном залоге в изъявительном наклонении в третьем лице во множественном числе (нагревают, увлажняют, прокаливают и т.п.).

Примеры формул на различные объекты изобретения.

Пример 1 (объект-устройство). Инструмент для обработки деталей с напылёнными металлопокрытиями, отличающийся тем, что он содержит резец, имеющий головку и тело с П-образной прорезью, разделяющей резец на неподвижную и упругодеформируемую части, упругодеформируемые элементы и твердосплавный ролик, размещенный между указанными упругодеформируемыми элементами и установленный последовательно с резцом, при этом П-образная прорезь резца заполнена виброгасящим материалом.

Пример 2 (объект-способ). Способ фрезерования заготовок с переменным припуском, согласно которому концевую фрезу перемещают с постоянной подачей по траектории, эквидистантной обрабатываемой поверхности, отличающийся тем, что при обработке участков поверхности с максимальным припуском ось фрезы устанавливают перпендикулярно направлению подачи, а при обработке остальных участков поверхности ось фрезы наклоняют в направлении подачи под углом, который определяют из условия равенства площади контакта рабочей поверхности концевой фрезы и заготовки на данном участке и площади контакта рабочей поверхности концевой фрезы и заготовки на участке с максимальным припуском.

Пример 3 (объект-вещество). Шихта для вальцевания, содержащая цинкосодержащий материал, кварцсодержащий флюс и твердый углеродсодержащий восстановитель, отличающийся тем, что в качестве кварцсодержащего флюса она содержит цинк-олигонитовую руду при следующем соотношении компонентов, масс. %: цинкосодержащий материал 60-67; цинк-олигонитовая руда 2-7; твердый углеродсодержащий восстановитель 31-33.

Материалы, поясняющие сущность изобретения.

Материалы, поясняющие сущность изобретения, могут быть оформлены в виде графических изображений (чертежей, схем, рисунков, графиков, эюр, осциллограмм и т.д.), фотографий и таблиц.

Рисунки представляются в том случае, когда невозможно проиллюстрировать изобретение чертежами или схемами.

Фотографии представляются как дополнение к графическим изображениям.

Чертежи, схемы и рисунки представляются на отдельном листе, в правом верхнем углу которого рекомендуется приводить название изобретения.

Реферат.

Реферат служит для целей информации об изобретении и представляет собой сокращенное изложение содержания описания изобретения, включающее название изобретения, характеристику области техники, к которой относится изобретение, и/или области применения, если это не ясно из названия, характеристику сущности изобретения с указанием достигаемого технического результата. Сущность изобретения излагается в свободной форме с указанием всех существенных признаков изобретения, нашедших отражение в независимом пункте формулы изобретения. При необходимости в реферате приводятся ссылки на позиции фигуры чертежей, выбранной для опубликования вместе с рефератом и указанной в графе "Перечень прилагаемых документов" заявления о выдаче патента.

Реферат может содержать дополнительные сведения, в частности указание на наличие и количество зависимых пунктов формулы, графических изображений, таблиц.

Рекомендуемый объем текста реферата - до 1000 печатных знаков.

4.7.4 Недопустимые элементы

Заявка не должна содержать выражений, чертежей, рисунков, фотографий и иных материалов, противоречащих морали и общественному порядку; пренебрежительных высказываний по отношению к продукции или технологическим процессам, а также заявкам или охранным документам других лиц; высказываний или сведений, явно не относящихся к изобретению либо не являющихся необходимыми для признания документов заявки соответствующими требованиям настоящих Правил. Простое указание недостатков известных изобретений, приведенных в разделе "Уровень техники", не считается недопустимым элементом.

4.7.5 Терминология и обозначения

В формуле изобретения, описании и поясняющих его материалах, а также в реферате используются стандартизованные термины и сокращения, а при их отсутствии - общепринятые в научной и технической литературе.

При использовании терминов и обозначений, не имеющих широкого применения в научно-технической литературе, их значение поясняется в тексте при первом употреблении.

Не допускается использовать термины, характеризующие понятия, отнесенные в научно-технической литературе к ненаучным.

Все условные обозначения расшифровываются. В описании и в формуле изобретения соблюдается единство терминологии, т.е. одни и те же признаки в тексте описания и в формуле изобретения называются одинаково. Требование единства терминологии относится также к размерностям физических величин и к используемым условным обозначениям.

Название изобретения при необходимости может содержать символы латинского алфавита и арабские цифры. Употребление символов иных алфавитов, специальных знаков в названии изобретения не допускается.

Физические величины выражаются предпочтительно в единицах действующей Международной системы единиц.

4.7.6 Оформление документов заявки

Все документы оформляются таким образом, чтобы было возможно их непосредственное репродуцирование в неограниченном количестве копий.

Каждый лист используется только с одной стороны с расположением строк параллельно меньшей стороне листа.

Документы заявки выполняют на прочной белой гладкой неблестящей бумаге.

Каждый документ заявки и перечень последовательностей нуклеотидов и/или аминокислот начинаются на отдельном листе. Листы имеют формат 210 x 297 мм. Минимальный размер полей на листах, содержащих описание, формулу изобретения и реферат, составляет, мм:

- верхнее - 20;
- нижнее - 20;
- правое - 20;
- левое - 25.

На листах, содержащих чертежи, размер используемой площади не превышает 262 x 170 мм. Минимальный размер полей составляет, мм:

- верхнее - 25;
- нижнее - 10;
- правое - 15;
- левое - 25.

Формат фотографий выбирается таким, чтобы он не превышал установленные размеры листов документов заявки. Фотографии малого формата представляются наклеенными на листы бумаги с соблюдением установленных требований к формату и качеству листа.

Нумерация листов осуществляется арабскими цифрами, последовательно, начиная с единицы, с использованием отдельных серий нумерации. К

первой серии нумерации относится заявление, ко второй - описание, формула изобретения и реферат. Если заявка содержит чертежи или иные материалы, они нумеруются в виде отдельной серии. Так же нумеруется и перечень последовательностей нуклеотидов и/или аминокислот.

Документы печатаются шрифтом черного цвета с обеспечением возможности ознакомления с ними заинтересованных лиц и непосредственного репродуцирования. Тексты описания, формулы изобретения и реферата печатаются через 1,5 интервала с высотой заглавных букв не менее 2,1 мм (без разделения на колонки).

Графические символы, латинские наименования, латинские и греческие буквы, математические и химические формулы или символы могут быть вписаны чернилами, пастой или тушью черного цвета. Не допускается смешанное написание формул в печатном виде и от руки.

В описании, в формуле изобретения и в реферате могут быть использованы химические формулы.

Структурные формулы химических соединений, как правило, представляются на отдельном листе (как и графические материалы) с нумерацией каждой как отдельной фигуры и приведением ссылочных обозначений.

В описании, в формуле изобретения и в реферате могут быть использованы математические выражения (формулы) и символы.

Форма представления математического выражения не регламентируется.

Все буквенные обозначения, имеющиеся в математических формулах, расшифровываются. Разъяснения к формуле следует писать столбиком и после каждой строки ставить точку с запятой. При этом расшифровка буквенных обозначений дается по порядку их применения в формуле.

Математические знаки: $>$, $<$, $=$, $+$, $-$ и другие используются только в математических формулах, а в тексте их следует писать словами (больше, меньше, равно и т.п.).

Для обозначения интервалов между положительными величинами допускается применение знака " \div " (от и до). В других случаях следует писать словами: "от" и "до".

При процентном выражении величин знак процента (%) ставится после числа. Если величин несколько, то знак процента ставится перед их перечислением и отделяется от них двоеточием.

Перенос в математических формулах допускается только по знаку.

Графические изображения (чертежи, схемы, графики, рисунки и т.п.) выполняются черными нестираемыми четкими линиями одинаковой толщины по всей длине, без растушевки и раскрашивания.

Масштаб и четкость изображения выбираются такими, чтобы при фотографическом репродуцировании с линейным уменьшением размеров до 2/3 можно было различить все детали.

Цифры и буквы не следует помещать в скобки, кружки и кавычки. Высота цифр и букв выбирается не менее 3,2 мм. Цифровые и буквенные обо-

значения выполняются четкими, толщина их линий соответствует толщине линий изображения.

Каждое графическое изображение независимо от его вида нумеруется арабскими цифрами как фигура (фиг.1, фиг.2 и т.д.) в порядке единой нумерации, в соответствии с очередностью упоминания их в тексте описания. Если описание поясняется одной фигурой, то она не нумеруется.

На одном листе может быть расположено несколько фигур, при этом они четко отграничиваются друг от друга. Если фигуры, расположенные на двух и более листах, представляют части единой фигуры, они размещаются так, чтобы эта фигура могла быть скомпонована без пропуска какой-либо части любой из фигур, изображенных на разных листах.

Отдельные фигуры располагаются на листе или листах так, чтобы листы были максимально насыщенными и изображение можно было читать при вертикальном расположении длинных сторон листа.

Предпочтительным является использование на чертеже прямоугольных (ортогональных) проекций (в различных видах, разрезах и сечениях); допускается также использование аксонометрической проекции.

Разрезы выполняются наклонной штриховкой, которая не препятствует ясному чтению ссылочных обозначений и основных линий.

Каждый элемент на чертеже выполняется пропорционально всем другим элементам за исключением случаев, когда для четкого изображения элемента необходимо различие пропорций.

Чертежи выполняются без каких-либо надписей, за исключением необходимых слов, таких как "вода", "пар", "открыто", "закрыто", "А - А" (для обозначения разреза) и т.п.

Размеры на чертеже не указываются. При необходимости они приводятся в описании.

Изображенные на чертеже элементы обозначаются арабскими цифрами в соответствии с описанием изобретения.

Одни и те же элементы, представленные на нескольких фигурах, обозначаются одной и той же цифрой. Не следует обозначать различные элементы, представленные на различных фигурах, одинаковой цифрой. Обозначения, не упомянутые в описании, не проставляются в чертежах.

Если графическое изображение представляется в виде схемы, то при ее выполнении применяются стандартизованные условные графические обозначения.

Допускается на схеме одного вида изображать отдельные элементы схем другого вида (например, на электрической схеме - элементы кинематических и гидравлических схем).

Если схема представлена в виде прямоугольников в качестве графических обозначений элементов, то кроме цифрового обозначения непосредственно в прямоугольник вписывается и наименование элемента. Если размеры графического изображения элемента не позволяют этого сделать, наименова-

ние элемента допускается указывать на выносной линии (при необходимости, в виде подрисуночной надписи, помещенной в поле схемы).

Рисунок выполняется настолько четким, чтобы его можно было непосредственно репродуцировать.

Чертежи, схемы, рисунки не приводятся в описании и формуле изобретения.

Библиографические данные источников информации указываются таким образом, чтобы источник информации мог быть по ним обнаружен.

Кроме приведённой информации, в Правилах составления, подачи и рассмотрения заявки на выдачу патента на изобретение рассмотрены следующие вопросы.

Ведение дел по получению патента с федеральным органом исполнительной власти по интеллектуальной собственности.

Рассмотрение заявки в федеральном органе исполнительной власти по интеллектуальной собственности.

Подача и рассмотрение международной заявки.

Подача и рассмотрение евразийской заявки.

Эти вопросы являются прерогативой профессиональных патентоведов и в настоящем пособии не рассматриваются. При необходимости изучения содержащейся в них информации её следует искать по адресу в Интернете www.fips.ru.

Часть 5. Содержание и правила оформления диссертационной работы

5.1 Структура пояснительной записки

1 Пояснительная записка дипломного проекта должна содержать следующие структурные элементы:

- титульный лист;
- реферат
- содержание;
- введение;
- основную часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- перечень условных обозначений, символов, терминов (при необходимости);
- приложения.

2 Общий объем пояснительной записки рекомендуется, как правило, в пределах 90 – 150 страниц.

5.2 Содержание пояснительной записки

5.2.1 Титульный лист

Титульный лист является первым листом пояснительной записки и выполняется на листе формата А4 при помощи печатающих устройств ЭВМ.

В верхней части титульного листа приводится полное наименование Алтайского государственного технического университета, его учредителя (министерства образования и науки Российской Федерации) и профилирующей кафедры.

На титульном листе указываются тема магистерской диссертации, инициалы и фамилии разработчика и руководителя (*без их подписи*), а также всех консультантов (*с подписями*) и заведующего профилирующей кафедрой с подписью о допуске к защите дипломного проекта в ГАК.

Перенос слов на титульном листе не разрешается. Точка в конце заголовка не ставится.

5.2.2 Реферат

Реферат содержит сведения:

- об объеме работы;
- о количестве иллюстраций, таблиц;
- о количестве использованных источников;
- перечень ключевых слов;

– собственно текст реферата, отражает актуальность темы исследований, объект исследования, цель и задачи работы, метод исследования и аппаратуру, полученные результаты и их новизну, степень внедрения, рекомендации по внедрению результатов работы, эффективность, область применения, основные конструктивные и технико-экономические характеристики.

Реферат является обязательным при оформлении пояснительной записки по ГОСТ 7.32. В остальных случаях необходимость составления реферата определяется руководителем диссертации.

5.2.3 Содержание

В структурном элементе «Содержание» приводят порядковые номера и заголовки разделов и подразделов, пунктов (при необходимости) и приложений. После заголовка каждого из структурных элементов ставят отточие, а затем приводят номер страницы пояснительной записки, на которой начинается данный структурный элемент.

Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами (кроме первой прописной) с абзаца. Номера подразделов приводят после абзацного отступа, равного двум знакам, относительно номеров разделов.

Содержание включают в общую нумерацию листов пояснительной записки.

Элемент «Содержание» размещают с новой страницы. Слово «Содержание» записывают в верхней части этой страницы, посередине, с прописной буквы и выделяют полужирным шрифтом.

Если записка разбита на части, то в конце содержания первой части перечисляют обозначения и наименования остальных частей.

5.2.4 Введение

Во введении следует изложить:

- значимость вопросов, рассматриваемых в выполняемой работе;
- проблему, к которой относится тема работы (история вопроса, оценка современного состояния теории и практики, краткая характеристика отрасли промышленности и т.п.);
- цель и задачи в области дальнейшей разработки рассматриваемой проблемы;
- ожидаемые результаты, в том числе их экономическую эффективность.

Элемент «Введение» размещают на следующей странице (страницах) после страницы, на которой заканчивается элемент «Содержание». Слово «Введение» записывают в верхней части страницы, посередине, с прописной буквы и выделяют полужирным шрифтом.

5.2.5 Основная часть

Содержание, объем и наименование разделов основной части пояснительной записки устанавливаются требованиями методических указаний профилирующей кафедры и заданием.

5.2.6 Заключение

В заключении должны содержаться выводы, характеризующие итоги работы магистранта в решении поставленных перед ним задач.

5.2.7 Список использованных источников

В список использованных источников включаются все источники, расположенные в порядке появления ссылок на них в тексте записки или по алфавиту. Библиографическое описание каждого из источников дается в соответствии с ГОСТ 7.1, ГОСТ 7.12.

5.2.8 Приложения

Приложения к пояснительной записке содержат задание на дипломное проектирование и материалы, дополняющие основную часть пояснительной записки. В приложениях целесообразно приводить таблицы большого формата, методы расчетов, описания аппаратуры и приборов, алгоритмы и программы задач, решаемых на ЭВМ, и т.д.

Первым по порядку приложением к пояснительной записке (приложение А) является Задание на дипломный проект.

5.3 Правила оформления пояснительной записки

1 Диссертация должна оформляться в соответствии с требованиями государственных стандартов:

- конструкторские документы - ЕСКД;
- технологические документы - ЕСТД;
- программные документы - ЕСПД;
- документы для автоматизированной системы управления — государственных стандартов системы технологической документации по АСУ.

Дипломные работы оформляются в соответствии с ГОСТ 7-32 (в части требований к структуре и правилам оформления НИР) и требованиями настоящего стандарта.

2 Текст пояснительной записки должен быть выполнен аккуратно литературным и технически грамотным языком на одной стороне листа бумаги А4 (210x297 мм) с применением печатающих и графических устройств выво-

да ЭВМ (ГОСТ 2.004) и использованием шрифта Times New Roman (допускается применение других аналогичных шрифтов):

- шрифт 12-14 – при написании текста;
- шрифт 12-14 (полужирный) – при написании заголовков подразделов;
- шрифт 14-16 (полужирный) – при написании заголовков разделов;
- рекомендуемый межстрочный интервал – одинарный или полуторный.

3 Текст пояснительной записки оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32 (без рамок).

При написании текста записки на листах необходимо оставлять поля следующих размеров: для подшивки слева – 20 мм, справа – 10 мм, сверху – 20 мм, снизу – 20 мм.

Абзацы в тексте начинаются отступом, равным (15-17) мм (допускается отступ 12,5 мм).

4 Программные документы должны оформляться в соответствии с требованиями стандартов ЕСПД и включать:

- текст программы, оформленный по ГОСТ 19.401;
- описание программы, выполненное по ГОСТ 19.402;
- описание применения, приведенное согласно ГОСТ 19.502, ГОСТ 19.701;
- другие программные документы (в случае необходимости).

5.4 Построение пояснительной записки

1 Текст пояснительной записки разделяют на разделы и подразделы, а в случае необходимости, – пункты и подпункты.

2 Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей пояснительной записки, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацевого отступа.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделённых точкой. В конце номера подраздела точка не ставится.

«Введение», «Реферат», «Содержание», «Заключение», «Список использованных источников» не нумеруются.

Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов.

3 Если записка не имеет подразделов, то нумерация пунктов в ней должна быть в пределах каждого раздела, и номер пункта должен состоять из номеров раздела и пункта, разделённых точкой. В конце номера пункта точка не ставится, например:

1 Типы и основные размеры

1.1

1.2

1.3

Нумерация пунктов первого раздела записки

2 Технические требования

- 2.1}
- 2.2} Нумерация пунктов второго раздела записки
- 2.3}

Если записка имеет подразделы, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела, и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделённых точками, например,

3 Методы испытаний

3.1 Аппараты, материалы и реактивы

- 3.1.1} Нумерация пунктов первого подраздела третьего
- 3.1.2} раздела записки

4 Пункты, при необходимости, могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта, например: 4.2.1.1, 4.2.1.2, 4.2.1.3 и т.д.

Количество номеров в нумерации структурных элементов пояснительной записки не должно превышать четырех.

5 Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или, при необходимости ссылки в тексте записки на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа, как показано в примере.

Пример

- а) _____
- б) _____
- 1) _____
- 2) _____
- в) _____

6 Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацного отступа.

7 Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют.

Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов и подразделов.

Заголовки следует печатать, отделяя от номера пробелом, начина с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. При этом номер раздела (подраздела) печатают после абзацного отступа. В заголовках не допускаются переносы слов, применение римских цифр, математических знаков и греческих букв. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Заголовки разделов (подразделов) выделяют полужирным шрифтом. При этом заголовки разделов выделяют увеличенным размером шрифта (14 шрифт).

Расстояние между заголовком и текстом, между заголовками раздела и подраздела должно быть равно 2 интервалам.

8 Каждый раздел записки рекомендуется начинать с нового листа (страницы). Не следует помещать заголовки разделов на отдельных листах.

9 Нумерация листов пояснительной записки должна быть сквозной в пределах всей записки. Первой страницей является титульный лист. На титульном листе номер страницы не проставляется.

Номера страниц проставляются в, соответствии с ГОСТ 7.32, проставляется в центре нижней части листа без точки.

10 При большом объеме пояснительной записки допускается разделять ее на части. Каждую часть комплектуют отдельно. Каждой из частей дают наименование и присваивают обозначение. Начиная со второй части, к этому обозначению после буквенной группы в соответствии с ГОСТ 2.105 добавляют порядковый номер, например: ПЗ О - первая часть, ПЗ О1 - вторая часть пояснительной записки и т.д.

5.5 Изложение текста

1 Полное наименование изделия на титульном листе, в основной надписи и при первом упоминании в тексте записки должно быть одинаковым с наименованием его в основном конструкторском документе.

Наименование изделия должно соответствовать принятой терминологии и быть, по возможности, кратким. Наименование изделия записывают в именительном падеже единственного числа. В наименовании, состоящем из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное, например: "Станок фрезерный". В наименование изделия, как правило, не включают сведения о его назначении и местоположении.

В последующем тексте порядок слов в наименовании должен быть прямой, т.е. на первом месте должно быть определение (имя прилагательное), а затем - наименование изделия (имя существительное).

Наименования, приводимые в тексте и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

2 Текст записки должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований.

В записке должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии - общепринятые в научно-технической литературе.

Если в записке принята специфическая терминология, то в конце ее (перед списком литературы) должен быть перечень принятых терминов с соответствующими разъяснениями. Перечень включают в содержание пояснительной записки.

3 В тексте документа не допускается:

- применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;

- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные

слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;

- применять произвольные словообразования;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии и соответствующими государственными стандартами;
- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблиц, и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки.

4 В тексте документа, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

- применять математический знак (–) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);
- применять знак «Ø» для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует писать знак «Ø»;
- применять без числовых значений математические знаки, например: > (больше), < (меньше), = (равно), ≤ (меньше или равно), ≥ (больше или равно), ≠ (не равно), а также знаки № (номер), % (процент);
- применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

5 В пояснительной записке следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417. *Не следует обозначения единиц называть размерностями.*

Наряду с единицами СИ, при необходимости, в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению. Применение в одном документе разных систем обозначения физических величин не допускается.

6 Буквенные обозначения единиц должны печататься прямым шрифтом, что позволяет легко отличить их от обозначений физических величин, которые по международным соглашениям всегда печатаются наклонным шрифтом (курсивом).

В обозначениях единиц точку как знак сокращения не ставят.

7 К обозначениям единиц и к их наименованиям нельзя добавлять буквы (слова), указывающие на физическую величину или на объект, например, нм³ (нормальный кубический метр). Определяющие слова следует присоединять к наименованию величины, а единицу обозначать в соответствии со стандартом. Например, объем газа, приведенный к нормальным условиям, 10 м³, масса условного топлива 100 т и т.д.

8 Буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, следует отделять точками на средней линии, как знаками умножения, например, н·м; Вт/(м²·К).

9 В буквенных обозначениях отношений единиц в качестве знака деления должна применяться только одна черта: косая или горизонтальная. При применении косой черты обозначения единиц в числителе и знаменателе следует помещать в строку, произведение обозначений в знаменателе следует заключать в скобки.

10 Обозначения единиц следует применять после числовых значений величин и помещать в строку с ними. Между последней цифрой числа и обозначением единицы следует оставлять пробел, равный минимальному расстоянию между словами. Пробел не оставляют, если в виде обозначения используется знак, поднятый над строкой, например, 20° , но $20\text{ }^\circ\text{C}$.

11 При указании значений величин с предельными отклонениями следует заключать числовые значения с предельными отклонениями в скобки и обозначение единицы помещать после скобок или проставлять обозначения единиц после числового значения величины и после предельного отклонения, например, $(1000\pm 50)\text{ }^\circ\text{C}$ или $1000\text{ }^\circ\text{C}\pm 50\text{ }^\circ\text{C}$.

12 Числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без обозначения единиц физических величин и единиц счета от единицы до девяти – словами.

Примеры

Провести испытания пяти труб, каждая длиной 5 м.

Отобрать 15 труб для испытаний на давление.

13 Единица физической величины одного и того же параметра в пределах всей записки должна быть постоянной. Если в тексте приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то ее указывают только после последнего числового значения, например: 1,50; 1,75; 2,00 м.

14 Если в тексте приводят диапазон числовых значений физической величины, выраженных в одной и той же единице физической величины, то обозначение единицы физической величины указывается после последнего числового значения диапазона, за исключением знаков "%", " $^\circ\text{C}$ ", "... $^\circ$ ".

Интервалы чисел записывают со словами: "от" "до" (имея в виду: "от... до... включительно"), если после чисел указана единица величины, или через тире, если эти числа являются безразмерными коэффициентами.

Примеры

1 ... от 1 до 5 мм.

2 ... от 10 до 100 кг.

3 ... от 63 % до 75 %.

4 ... от $10\text{ }^\circ\text{C}$ до $15\text{ }^\circ\text{C}$.

Если интервал чисел охватывает порядковые номера, то для записи интервала используют тире.

Пример - ... рисунки 1-14.

Недопустимо отделять единицу физической величины от числового значения (переносить их на разные строки или страницы), кроме единиц физических величин, помещаемых в таблицах.

15 Помещение обозначений единиц в одной строке с формулами, выражающими зависимость между величинами или между числовыми значениями, представленными в буквенной форме, **не допускается**.

16 Числовые значения величин в тексте следует указывать со степенью точности, которая необходима для обеспечения требуемых свойств изделия, при этом в ряду величин осуществляется выравнивание числа знаков после запятой.

Округление числовых значений величин до первого, второго, третьего и т.д. десятичного знака для различных типоразмеров, марок и т.п. изделий одного наименования должно быть одинаковым.

17 Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей. При невозможности выразить числовое значение в виде десятичной дроби, допускается записывать в виде простой дроби в одну строку через косую черту, например: $5/32$; $(50A-4C) / (40B+20)$.

18 В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него, с абзаца.

19 Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак «х».

20 В расчетах перед каждой формулой записывается наименование рассчитываемой величины. Формулы записываются в символах, затем знаки равенства, затем числовые значения этих символов и конечный результат. Промежуточные расчеты не приводятся. Числовые значения величин должны занимать место, которое занимают в формуле соответствующие символы.

21 При расчете величин, определяемых сложными формулами, в состав которых входят параметры, требующие предварительного расчета, рекомендуется вначале последовательно, в порядке появления в формуле, записать и определить все эти параметры в последовательности, исключаяющей многоступенчатость и для промежуточных расчетов, а уже затем приводить формулу и расчет искомой величины.

22 Формулы, за исключением формул, помещаемых в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают в круглых скобках на уровне формулы справа, в конце строки.

Ссылки в тексте на порядковые номера формул даются в скобках, например, ... в формуле (1).

Формулы, помещенные в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например, формула (В.1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например, (3.1).

23 Порядок изложения математических уравнений такой же, как и формул.

24 Примечания в пояснительной записке приводятся, если необходимы пояснения или справочные данные к содержанию текста, таблиц или графического материала.

Примечания следует помещать непосредственно после текстового, графического материала или в таблице, к которым относятся эти примечания, и печатать с прописной буквы с абзаца. Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире, и примечание печатается тоже с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами. При этом после слова «Примечания» не ставят двоеточие. Примечание к таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

Примеры

Примечание – _____

Примечания

1 _____

2 _____

25 На материалы, взятые из литературы и других источников (утверждения, формулы, цитаты и т.п.), должны быть даны ссылки с указанием номера источника по списку использованной литературы. Номер ссылки проставляется арабскими цифрами в квадратных или косых скобках. Допускаются ссылки на данный документ, стандарты, технические условия и другие документы при условии, что они полностью и однозначно определяют соответствующие требования и не вызывают затруднений в пользовании документом.

Ссылаться следует на документ в целом или его разделы и приложения. Ссылки на подпункты, пункты, таблицы и иллюстрации не допускаются, за исключением подразделов, пунктов, таблиц и иллюстраций данного документа.

При ссылках на стандарты и технические условия указывают только их обозначение, при этом допускается не указывать год их утверждения.

5.6 Оформление иллюстраций и приложений

1 Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации следует располагать непосредственно по-

сле текста, в котором они упоминаются, или на следующей странице. Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1».

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения, например, Рисунок А.3.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например, Рисунок 1.1.

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом:

Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема

2 Материал, дополняющий текст записки, допускается помещать в приложениях. Приложения оформляют как продолжение записки на последующих ее листах, после списка использованных источников, или выпускают в виде самостоятельного документа.

3 Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» полужирным шрифтом, записанное строчными буквами с первой прописной, и его обозначения.

Допускается размещение на одной странице двух (и более) последовательно расположенных приложений, если их можно полностью разместить на этой странице.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой, под словом «Приложение» с обозначением. Заголовок печатают строчными буквами с первой прописной и выделяют полужирным шрифтом.

4 Приложения обозначают прописными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

5 Приложения, как правило, выполняют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А4х3, А4х4, А2 и А1 по ГОСТ 2.301.

6 Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения.

7 Приложения должны иметь общую с основной частью пояснительной записки сквозную нумерацию страниц.

8 В тексте пояснительной записки должны быть даны ссылки на все приложения.

9 Все приложения должны быть перечислены в содержании документа с указанием их номеров и заголовков.

5.7 Построение таблиц

1 Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей через тире после номера таблицы.

При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы.

2 Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении В.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделённых точкой.

3 На все таблицы должны быть приведены ссылки в тексте записки, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

4 Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

5 Таблицы сверху, слева, справа и снизу ограничивают линиями.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

6 Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а, при необходимости, в приложении к документу.

Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа документа.

7 Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, ее делят на части, помещая одну часть под другой, рядом или на следующей странице, при этом в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик. При делении таблицы на части допускается ее головку или боковик заменять соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки и первой части таблицы.

Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» с указанием номера (обозначения) таблицы.

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят.

Таблицы с небольшим количеством граф допускается делить на части и помещать одну часть рядом с другой на одной странице, при этом повторяют головку таблицы.

8 Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. Нумерация граф таблицы арабскими цифрами допускается в тех случаях, когда в тексте документа имеются ссылки на них, при делении таблицы на части, а также при переносе части таблицы на следующую страницу.

При необходимости нумерации показателей, параметров или других данных, порядковые номера следует указывать в первой графе (боковике) таблицы непосредственно перед их наименованием.

9 Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа, а при делении таблицы на части - над каждой ее частью.

10 Обозначение единицы физической величины, общей для всех данных в строке, следует указывать после ее наименования.

11 Если в графе таблицы помещены значения одной и той же физической величины, то обозначение единицы физической величины указывают в заголовке (подзаголовке) этой графы. Обозначение единицы физической величины допускается выносить в отдельную строку или графу.

12 Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначение марок материалов и типов-размеров изделий, обозначения нормативных документов не допускается.

13 При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире).

В интервале, охватывающем числа ряда, между крайними числами ряда в таблице допускается ставить тире.

5.8 Сноски

1 Если необходимо пояснить отдельные данные, приведенные в записке, то эти данные следует обозначать надстрочными знаками сноски.

Сноски в тексте располагают с абзацного отступа в конце страницы, на которой они обозначены, и отделяют от текста короткой тонкой горизонтальной линией с левой стороны, а к данным, расположенным в таблице, – в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

2 Знак сноски ставится непосредственно после того слова, числа, символа, предложения, к которому дается пояснение, и перед текстом пояснения.

3 Знак сноски выполняют арабскими цифрами со скобкой и помещают на уровне верхнего обреза шрифта, например, «... печатающее устройство ²⁾ ...».

Нумерация сносок - отдельная для каждой страницы.

Допускается вместо цифр выполнять сноски звездочками: * Применять более четырех звездочек не рекомендуется.

Приложение А – Термины и определения

Автореферат диссертации – научное издание в виде брошюры, содержащее составленный автором реферат проведенного им исследования, представляемого на соискание ученой степени.

Аналогия – рассуждение, в котором из сходства двух объектов по некоторым признакам делается вывод об их сходстве и по другим признакам.

Анализ – метод познания при помощи разложения, расчленения предметов (объектов, свойств) на составные части. Анализ составляет основу аналитического метода исследований.

Актуальность темы – степень ее важности в данный момент и в данной ситуации для решения данной проблемы (задачи, вопроса).

Аспект – угол зрения, под которым рассматривается объект (предмет) исследования.

Гипотеза – научное предположение, выдвигаемое для объяснения каких-либо явлений.

Дедукция – вид умозаключения от общего к частному, когда из массы частных случаев делается обобщенный вывод о всей совокупности таких случаев.

Диссертация – научная работа, выполненная в форме рукописи, опубликованной монографии или учебника. Служит в качестве квалификационной работы, признанной показать научно-исследовательский уровень исследования, представленного на соискание ученой степени.

Идея – определяющее положение в системе взглядов, теорий и т.п.

Индукция – вид умозаключения от частных факторов, положений к общим выводам.

Информация:

- обзорная – вторичная информация, содержащаяся в обзорах научных документов;

- релевантная – информация, заключенная в описании прототипа научной задачи;

- реферативная – вторичная информация, содержащаяся в первичных научных документах;

- сигнальная – вторичная информация различной степени свертывания, выполняющая функцию предварительного оповещения;

- справочная – вторичная информация, представляющая собой систематизированные краткие сведения в какой-либо области знаний.

Исследование научное – процесс выработки новых научных знаний, один из видов познавательной деятельности. Характеризуется объективностью, воспроизводимостью, доказательностью и точностью.

Исследовательская специальность (часто именуемая как направление исследования) – устойчиво сформировавшаяся сфера исследований, включающая определенное количество исследовательских проблем из одной научной дисциплины, включая область ее применения.

Категория – форма логического мышления, в которой раскрываются внутренние, существенные стороны и отношения исследуемых предметов.

Концепция – система взглядов на что-либо, основная мысль, когда определяются цели и задачи исследования и указываются пути его ведения.

Конъюнктура – создавшееся положение в какой-либо области общественной жизни.

Краткое сообщение – научный документ, содержащий сжатое изложение результатов (иногда предварительных), полученных в итоге научно-исследовательской или опытно-конструкторской работы. Назначение такого документа – оперативно сообщить о результатах выполненной работы на любом ее этапе.

Ключевое слово – слово или словосочетание, наиболее полно и специфично характеризующее содержание научного документа или его части.

Метод исследования – способ применения старого знания для получения нового знания. Является орудием получения научных фактов.

Методология научного познания – учение о принципах, формах и способах научно-исследовательской деятельности.

Наука – сфера человеческой деятельности, функцией которой является выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о деятельности. Одна из форм общественного сознания.

Научная теория — система абстрактных понятий и утверждений, которая представляет собой не непосредственное, а идеализированное отображение действительности.

Научное исследование — целенаправленное познание, результаты которого выступают в виде системы понятий, законов и теорий.

Научное познание — исследование, которое характеризуется своими особыми целями, а главное — методами получения и проверки новых знаний.

Научно-техническое направление научно-исследовательской работы — самостоятельная техническая задача, обеспечивающая в дальнейшем решение проблемы.

Научный доклад — научный документ, содержащий изложение научно-исследовательской или опытно-конструкторской работы, опубликованный в печати или прочитанный в аудитории.

Научный отчет — научный документ, содержащий подробное описание методики, хода исследования (разработки), результаты, а также выводы, полученные в итоге научно-исследовательской или опытно-конструкторской работы. Назначение этого документа — исчерпывающе осветить выполненную работу по ее завершении или за определенный промежуток времени.

Научный факт — событие или явление, которое является основанием для заключения или подтверждения. Является элементом, составляющим основу научного знания.

Объект исследования — процесс или явление, порождающие проблемную ситуацию и избранные для изучения.

Определение – уточнение содержания используемых понятий.

Предмет исследования — все то, что находится в границах объекта исследования в определенном аспекте рассмотрения.

Понятие — есть мысль, в которой отражаются отличительные свойства предметов и отношения между ними.

Постановка вопроса - во-первых, определение фактов, вызывающих необходимость анализа и обобщений, во-вторых, выявление проблем, которые не разрешены наукой. От факта к проблеме — такова логика постановки вопроса.

Принцип — основное, исходное положение какой-либо теории, учения, науки.

Проблема — крупное обобщенное множество сформулированных научных вопросов, которые охватывают область будущих исследований.

Синтез – соединение отдельных сторон объекта в единое целое. Синтез и анализ представляют собой единство противоположностей.

Суждение — мысль, с помощью которой что-либо утверждается или отрицается.

Теория — учение, система идей или принципов. Совокупность обобщенных положений, образующих науку или ее раздел. Она выступает как форма синтетического знания, в границах которой отдельные понятия, гипотезы и законы теряют прежнюю автономность и становятся элементами целостной системы.

Умозаключение — мыслительная операция, посредством которой из некоторого количества известных суждений выводится новое суждение, определенным образом связанное с исходными.

Фактографический документ — научный документ, содержащий текстовую, цифровую, иллюстративную и другую информацию, отражающую состояние предмета исследования или собранную в результате научно-исследовательской работы.

Формула изобретения — описание изобретения, составленное по утвержденной форме и содержащее краткое изложение его сущности.

Формула открытия — описание открытия, составленное по утвержденной форме и содержащее исчерпывающее изложение его сущности.

Наблюдение — это способ познания объективного мира, основанный на непосредственном восприятии предметов и явлений при помощи органов чувств без вмешательства в процесс со стороны исследователя.

Сравнение — это установление различия между объектами материального мира или нахождение в них общего, осуществляемое как при помощи органов чувств, так и при помощи специальных устройств.

Счёт — это нахождение числа, определяющего количественное соотношение однотипных объектов или их параметров, характеризующих те или иные свойства.

Измерение — это физический процесс определения численного значения некоторой величины путем сравнения её с эталоном.

Эксперимент - одна из сфер человеческой практики, в которой подвергается проверке истинность выдвигаемых гипотез или выявляются закономерности.

Анализ — метод познания при помощи расчленения или разложения предметов исследования (объектов, свойств и т.д.) на составные части. В связи с этим анализ составляет в основу аналитического метода исследований.

Синтез— соединение отдельных сторон предмета в единое целое. Анализ и синтез взаимосвязаны, они представляют собой единство противоположностей.

Обобщение — определение общего понятия, в котором находит отражение главное, основное, характеризующее объекты данного класса. Это средство для образования новых научных понятий, формулирования законов и теорий.

Абстрагирование — это мысленное отвлечение от несущественных свойств, связей, отношений предметов нескольких сторон, интересующих исследователя. Оно, как правило, осуществляется в два этапа. На первом этапе определяются несущественные свойства, связи и т.д. На втором— исследуемый объект заменяют другим, более простым, представляющим собой упрощенную модель, сохраняющую главное в сложном.

Формализация — отображение объекта или явления в знаковой форме какого-либо искусственного языка (математики, химии и т.д.) и обеспечение возможности исследования реальных объектов и их свойств через формальное исследование соответствующих знаков.

Аксиоматический метод — способ построения научной теории, при котором некоторые утверждения (аксиомы) принимаются без доказательств и затем используются для получения остальных знаний по определенным логическим правилам. Общеизвестной, например, является аксиома о параллельных линиях (не пересекаются), которая принята в геометрии без доказательств.

Индукция – метод исследования, при котором общий вывод о признаках множества элементов делается на основе изучения этих признаков у части элементов этого множества.

Дедукция – метод логического умозаключения от общего к частному, когда сначала исследуется состояние объекта в целом, а затем его отдельных элементов.

Аналогия – метод научного умозаключения, посредством которого достигается познание одних предметов и явлений на основании их сходства с другими. Он основывается на сходстве некоторых сторон различных предметов и явлений.

Исторический подход – метод научного познания, в процессе которого происходит воспроизведение истории изучаемого объекта, явления во всей ее многогранности с учетом всех случайностей.

Логический подход – метод научного умозаключения, посредством которого достигается воспроизведение в мышлении сложного динамического

явления в форме исторической теории с отвлечением от случайностей и отдельных несущественных фактов.

Моделирование – метод научного познания, основанный на замене изучаемого предмета, явления на его аналог (модель), содержащий существенные черты характеристики оригинала. В экономических исследованиях широко применяется экономико-математическое моделирование, когда модель и ее оригинал описываются тождественными уравнениями и исследуются с помощью ЭВМ (например транспортные маршруты при автомобильных перевозках грузов).

Конкретизация – метод исследования предметов во всей их разносторонности, в качественном многообразии реального существования во времени и пространстве в отличие от абстрактного, отвлеченного изучения предметов. При этом исследуется состояние предметов в связи с определенными условиями их существования и исторического развития.

Системный анализ – изучение объекта исследования как совокупности элементов, образующих систему. В научных исследованиях он предусматривает оценку поведения объекта как системы со всеми факторами, влияющими на его функционирование.

Комплексный анализ – метод всестороннего изучения объекта, явления в тесном взаимодействии с представителями самых разных наук и научных направлений.

Функционально-стоимостный анализ (ФСА) – метод исследования объекта (явления, изделия, процесса, структуры) по его функции и стоимости, применяемый при изучении эффективности использования материальных и трудовых ресурсов

Целевой функцией ФСА является достижение оптимального соотношения между потребительской стоимостью объекта и совокупными затратами на его разработку, снижение себестоимости выпускаемой товарной продукции и повышение ее качества, роста производительности труда.

Гипотетический метод (от греч. – основанный на гипотезе) – основан на научном предположении, выдвигаемом для объяснения какого-либо явления и требующем проверки на опыте и теоретического обоснования, чтобы стать достоверно научной теорией.

Создание теории – это метод обобщения результатов исследования, нахождения общих закономерностей в поведении изучаемых объектов, а также распространения результатов исследования на другие объекты и явления, что способствует повышению надежности проведенного экспериментального исследования.

Конкретно-научные (частные) методы научного познания представляют собой специфические методы конкретных наук. Эти методы формируются в зависимости от целевой функции данной науки и характеризуются взаимным проникновением в однородные отрасли наук.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

1.1. Предварительная постановка задачи

Операция 1. Описание проблемной ситуации. В этой операции должны содержаться ответы на следующие вопросы:

а) В чем состоит затруднение или проблемная ситуация и какова ее предыстория?

б) Что требуется сделать для устранения проблемной ситуации, т.е. какую потребность нужно удовлетворить?

в) Что мешает устранению проблемной ситуации или достижению цели?

г) Что дает решение задачи для людей, предприятия и т.д.?

Пример описания проблемной ситуации.

а) *Фрезерование маложестких деталей обусловлено высокой чувствительностью детали к упругим перемещениям. Данное обстоятельство приводит к погрешностям формы поверхности, низкой точности размера, высокой шероховатости. С целью повышения качества поверхности занижают режим резания. Это отрицательно сказывается на производительности обработки. Необходимо повысить производительность обработки.*

в) *Производительность обработки можно повысить за счет уменьшения основного и вспомогательного времени. Уменьшение основного времени связано с ужесточением режима резания. Такой режим резания увеличит прогиб детали, а следовательно снизит качество обработки. Для уменьшения прогиба детали применяется приспособление, содержащие пружинные домкраты. Однако применение данного приспособления увеличивает вспомогательное время. Увеличение вспомогательного времени обусловлено дополнительными затратами времени на фиксацию вручную опору в заданном положении до начала обработки.*

г) *Решение задачи позволит повысить производительность фрезерования маложестких деталей с обеспечением заданных показателей качества.*

Операция 2. Описание функции (назначения) технического объекта. Описание содержит четкую и краткую характеристику технического средства, с помощью которого можно удовлетворить возникшую потребность.

Описание функции можно представить в виде трех компонент:

$$P=(D,G,H) ,$$

где D – указание действия, производимого рассматриваемым объектом и приводящего к желаемому результату; G – указание объекта, или предмета обработки, на который направлено действие D; H – указание особых условий и ограничений, при которых выполняется действие.

При этом рекомендуется давать сначала качественное, а затем количественное описание функции, которую требуется реализовать с помощью разрабатываемого технического объекта.

Пример Описание функции (назначения) технического объекта.

Приспособление, содержащие пружинные домкраты устанавливает (базирует и закрепляет) заготовку с заданной точностью и повышает ее жесткость.

Приспособление устанавливает (базирует и закрепляет) заготовку с габаритными размерами $300 \times 200 \times 100$ с точностью 0,02 мм.

Операция 3. Выбор прототипа и составление списка требований.

В описании проблемной ситуации часто указывают прототип, который требуется усовершенствовать. Этот исходный прототип обычно приходится брать за основу при поиске улучшенного решения. Кроме этого, рекомендуется выбрать еще один, два дополнительных прототипа, имеющих определенные достоинства по сравнению с исходным. При выборе дополнительных прототипов рекомендуется использовать словари технических функций, международную классификацию изобретений, патентные описания, справочники, техническую литературу и т.п.

При разработке и проектировании технического объекта всегда имеет место определенный список требований, которым технический объект должен удовлетворять. Если в таком наборе не будет учтено и выполнено хотя бы одно требование, то в созданном техническом объекте проявится хотя бы один существенный недостаток или он будет неработоспособен. Отсюда следует важность необходимого и достаточного списка требований.

Список требований должен содержать шесть задач (рисунок 1).

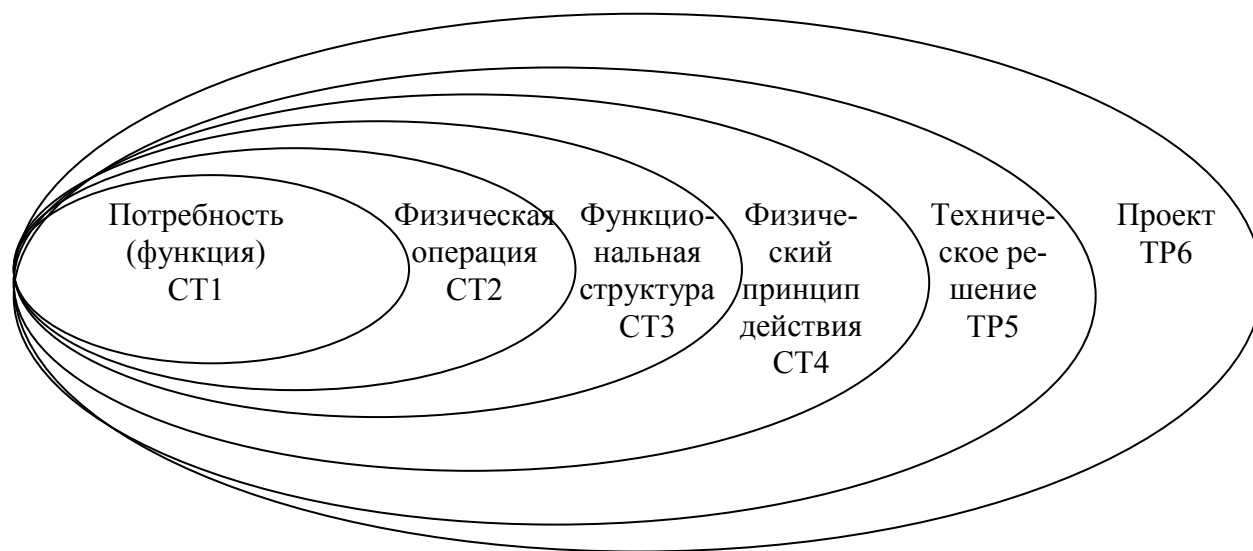


Рисунок 1 – Иерархия списков требований (СТ)

Список требований 1 (СТ1) включает функциональные требования, т.е. перечень количественных показателей производимого действия, количественных показателей объекта (предмета обработки), на который направлено действие технического объекта, количественных показателей особых условий и ограничений, при которых выполняется действие.

Описание физической операции можно представить состоящим из трех компонент:

$$Q=(A_T, E, C_T), \text{ или } Q=(A_T \rightarrow E \rightarrow C_T),$$

где A_T , C_T – соответственно входной или выходной поток вещества, энергии или сигналов; E – наименование операции Коллера по превращению A_T в C_T .

СТ2 может включать дополнительно перечень потоков веществ, энергии, сигналов на входе и выходе технического объекта или перечень требований и условий к выбору таких потоков; значения физических величин, характеризующих потоки; условия и ограничения на потоки, вызванные взаимодействием технического объекта с надсистемой и окружающей средой; условия и ограничения на потоки, связанные с их преобразованием внутри технического объекта.

СТ3 включает дополнительно наборы требований, аналогичные СТ1, СТ2, но относящиеся к функциональным элементам, из которых состоит технический объект.

СТ4, в дополнение СТ1...СТ3, составляют для каждого выбранного физического принципа действия отдельно. В СТ4 входят условия и ограничения, накладываемые на выбор основных материалов, используемых при реализации физико-технических эффектов, а также условия и ограничения, вызванные сопутствующими (дополнительными) воздействиями реализуемых эффектов как на элементы технического объекта, так и на окружающую среду. Кроме того, СТ4 еще включает ограничения по энергопотреблению, обрабатываемым материалам или информации и т. д.

СТ5 содержит дополнительно наборы требований и соответствующих количественных показателей по массе, форме, габаритным размерам и компоновке; выбору используемых материалов и комплектующих изделий; способам и средствам соединения и связи элементов между собой; управлению и регулированию; безопасности эксплуатации; патентоспособности; лимитной цене и т. д.

СТ6 включает набор требований по выбору оптимальных параметров технического объекта, запасам прочности, устойчивости, надежности, серийности изготавливаемого технического объекта, используемому технологическому оборудованию, взаимозаменяемости, стандартизации и унификации, условиям эксплуатации, транспортирования и хранения, сроку окупаемости на разработку и освоение и т.д.

Пример выбора прототипа и составление списка требований.

В качестве прототипов выбраны самоустанавливающийся пружинный домкрат и блок самоустанавливающихся пружинных домкратов (рисунок 2).

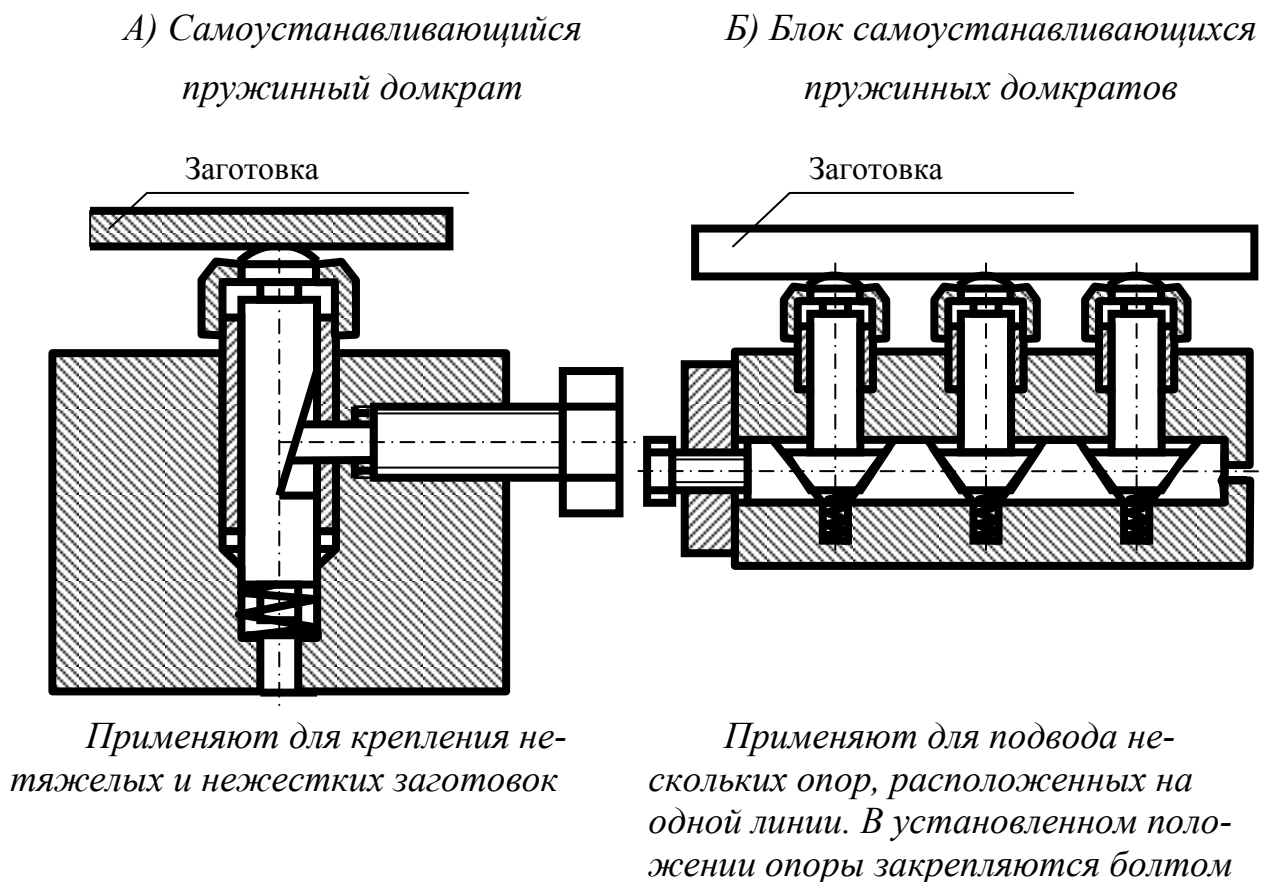


Рисунок 2 – Эскизы прототипов

Список требований.

СТ1. Приспособление с установленными в нем пружинными домкратами должно обеспечивать заданную точность обработки (по 10 качеству точности), шероховатость $R_a=6,3$ пластины толщиной 10 мм, материал детали АЛ 7 с минутной подачей $S_{мин}=100$ мм/мин, и временем установки детали не более 0,6 мин.

СТ2. На вход домкрата может быть подана механическая, электрическая, магнитная, электромагнитная или тепловая энергия. На выходе технического объекта должна быть механическая энергия, воздействующая на заготовку. В соответствии с вышесказанным физические операции могут быть следующими (таблица 1):

Таблица 1 – Описание возможных физических операций подводимой опоры

<i>Наименование ТО</i>	<i>A_T</i>	<i>E</i>	<i>C_T</i>
<i>Подводимая опора</i>	<i>Механическая энергия</i>	<i>Передача</i>	<i>Механическая энергия</i>
	<i>Электрический ток</i>	<i>Преобразование</i>	<i>Механическая энергия</i>
	<i>Магнитное поле</i>	<i>Преобразование</i>	<i>Механическая энергия</i>
	<i>Электромагнитное поле</i>	<i>Преобразование</i>	<i>Механическая энергия</i>
	<i>Пневматическая (гидравлическая) энергия</i>	<i>Преобразование</i>	<i>Механическая энергия</i>
	<i>Тепловое поле</i>	<i>Преобразование</i>	<i>Механическая энергия.</i>

СТ3. Фиксация домкрата подводимых опор должна происходить автоматически, без вращения вручную болта. Болт не должен самоотвинчиваться.

СТ4. К подводимой опоре может быть подведена электроэнергия напряжением не более 24 В. Устройства подвода энергии или поля должны учитывать возможное перемещение приспособления в процессе обработки заготовки.

СТ5. Подводимая опора не должна быть компактной и не превышать габаритные размеры 20×20×100 мм. Подводимые опоры должны располагаться произвольно, а не на одной линии. Стоимость приспособления с подводимыми опорами не должна превышать 2% стоимости оборудования.

СТ6. Подводимая опора должна изготавливаться на универсальном оборудовании, посредством стандартной технологической оснастки.

Операция 4. Составление списка недостатков прототипов. При выполнении этой операции необходимо стремиться выявить все недостатки прототипа, которые могут быть устранены в новом изделии, т. е. для каждого прототипа следует указать:

- критерии развития технического объекта: функциональные (производительность, точность, надежность, специальные); технологические (трудоемкость изготовления, технологические возможности, использование материалов, расчленение технического объекта на элементы); экономические (затраты материалов, затраты энергии, затраты на подготовку и получение ин-

формации, габаритные размеры); антропологические (эргономичность, красота, безопасность, экологичность);

- показатели, не соответствующие сформулированной функции;
- факторы, снижающие эффективность или затрудняющие использование прототипа;
- показатели, которые желательно улучшить.

Перечень требующих улучшения критериев, показателей и факторов называют списком недостатков прототипа. Полученный список недостатков необходимо упорядочить по степени важности их устранения и выделить самые важные недостатки, устранение которых считается главными целями решения задач.

Пример составления списка недостатков прототипов.

Недостатками прототипов (рисунок 2) являются низкая производительность обработки, невысокая точность обработки маложестких деталей, ограниченные технологические возможности и ненадежная фиксация опоры.

1. Низкая производительность обусловлена дополнительными затратами времени на фиксацию вручную опору в заданном положении до начала обработки.

2. Невысокая точность обработки маложестких деталей обусловлена возникновением деформации поверхности детали в процессе обработки режущим инструментом вследствие фиксации подводимых опор в заданном положении.

3. Ограничение технологических возможностей (рисунок 2 Б) обусловлено расположением подводимых опор на одной линии, что препятствует установке в приспособлении детали сложной конфигурации.

4. Ненадежная фиксация обусловлена возможностью самоотвинчивания болта.

Главная цель решения задачи – устранение недостатков 1 и 2.

Операция 5. Предварительная формулировка задачи. Кратко обобщаются результаты, полученные при выполнении операций 1...4. При этом задача традиционно содержит две части: «дано» и «требуется». Такое обобщение дает комплексное и легко обозримое представление о задаче, что способствует продуктивной работе.

Дано: а) качественное или количественное (в зависимости от характера задачи) описание функций и ограничений, накладываемых на реализацию функций; б) перечень и описание возможных прототипов; в) списки недостатков прототипов.

Требуется: В процессе решения задачи так изменить прототип, т. е. найти такое новое техническое решение, которое бы реализовало интересующую

функцию и не имело (или имело в меньшей мере) недостатки, присущие прототипу.

Пример предварительной формулировки задачи.

Дано: а) Приспособление, содержащие пружинные домкраты, которое устанавливает (закрепляет и базирует) маложесткую заготовку с габаритными размерами $300 \times 200 \times 100$ с точностью 0,02 мм.

б) Известен домкрат самоустанавливающийся пружинный, содержащий корпус, в отверстиях которого установлены втулки, опоры и упругие элементы. При этом каждая из опор до начала обработки детали устанавливается в заданное положение и вручную фиксируется сухарем при завертывании болта [см. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – М.: Машиностроение, 1979, стр. 86].

Известен блок самоустанавливающихся пружинных домкратов, содержащий корпус, в отверстиях которого установлены втулки, с расположенными внутри опорами, и упругие элементы. Причем опоры связаны с упругими элементами посредством клинового механизма. При этом до начала обработки детали устанавливается ряд опор, расположенных на одной линии, в заданное положение и закрепляется вручную болтом [см. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – М.: Машиностроение, 1979, стр. 86].

в) Недостатками описанных приспособлений являются невысокая точность обработки маложестких деталей и низкая производительность. Невысокая точность обработки маложестких деталей обусловлена возникновением деформации поверхности детали в процессе обработки режущим инструментом вследствие фиксации подводимых опор в заданном положении. Низкая производительность обусловлена дополнительными затратами времени на фиксацию вручную опор в заданном положении до начала обработки.

Требуется так изменить существующие приспособления, чтобы:

1) Приспособление с установленными в нем подводимыми домкратами должно обеспечивать заданную точность обработки (по 10 качеству точности), шероховатость $R_a=6,3$ пластины толщиной 10 мм, материал детали АЛ 7 с минутной подачей $S_{мин}=100$ мм/мин, и временем установки детали не более 0,6 мин;

2) Подводимая опора должна быть компактной и не превышать габаритные размеры $50 \times 50 \times 200$ мм. Подводимые опоры должны располагаться произвольно, а не на одной линии. Стоимость приспособления с подводимыми опорами не должна превышать 2% стоимости оборудования.

3) Подводимая опора должна изготавливаться на универсальном оборудовании посредством стандартной технологической оснасткой.

1.2 Уточненная постановка задачи

Операция 6. Анализ функций прототипа и построение улучшенной конструктивной функциональной структуры. Анализ функций прототипа осуществляется, через построение конструктивной функциональной структуры.

Построение конструктивной функциональной структуры проводится в следующей последовательности:

- 1) Разделение технического объекта на элементы;
- 2) Описание функций элементов;
- 3) Построение конструктивной функциональной структуры. Конструктивная функциональная структура представляет собой ориентированный граф, вершинами которого являются наименование элементов технического объекта и окружающей среды, а ребрами функции элементов.

После этого проводят корректировку (улучшение) функциональной структуры, для чего необходимо ответить на вопросы: а) Какие можно ввести новые функциональные элементы, обеспечивающие устранение недостатков прототипа или существенное повышение эффективности и качества технического объекта? Дают название таким элементам и описывают их функции.

б) Какие можно исключить элементы для устранения недостатков прототипа или повышения эффективности и качества технического объекта?

в) Какие элементы целесообразно исключить путем передачи их функций другим элементам?

г) Для каких элементов, имеющих несколько функций, целесообразно разделение функций и введение вместо одного двух или более элементов? Дают названия новым элементам и описывают их функции.

После ответа на перечисленные вопросы строят улучшенную конструктивную функциональную структуру. При этом возможны ситуации, когда не удастся изменить функциональную структуру прототипа или появляется несколько альтернативных улучшенных функциональных структур.

Пример анализа функций прототипа и построение улучшенной конструктивной функциональной структуры.

Анализ функций прототипов приведен в таблицах 2, 3 и на рисунках 3, 4.

Таблица 2—Анализ функций самоустанавливающегося пружинного домкрата

Элемент		Функция	
Обознач.	Наименование	Обознач.	Описание
E_0	Домкрат пружинный	F_0	Повышает жесткость заготовки (V_1), установленной в приспособление
E_1	Корпус	F_1^1	Базирует втулку (E_5)
		F_1^2	Базирует и перемещает болт (E_{32})
		F_1^3	Базирует пружину (E_4)
E_2	Подводимая опора	F_2^1	Повышает жесткость заготовки (V_1), установленной в приспособление
		F_2^2	Размещает крышку (E_6)
E_3	Фиксатор	F_3^1	Фиксирует подводимую опору (E_2)
E_{31}	Сухарь	F_{31}^1	Фиксирует подводимую опору (E_2)
E_{32}	Болт	F_{32}^1	Передает воздействие гаечного ключа (V_2) на сухарь (E_{31})
E_4	Пружина	F_4^1	Поджимает подводимую опору (E_2) к заготовке (V_1)
E_5	Втулка	F_5^1	Защищает корпус (E_1) от износа
		F_5^2	Направляет движение подводимой опоры (E_2)
		F_5^3	Размещает крышку (E_6)
E_6	Крышка	F_6^1	Препятствует проникновению пыли и стружки в зазор между втулкой (E_5) и опорой подводимой (E_2)

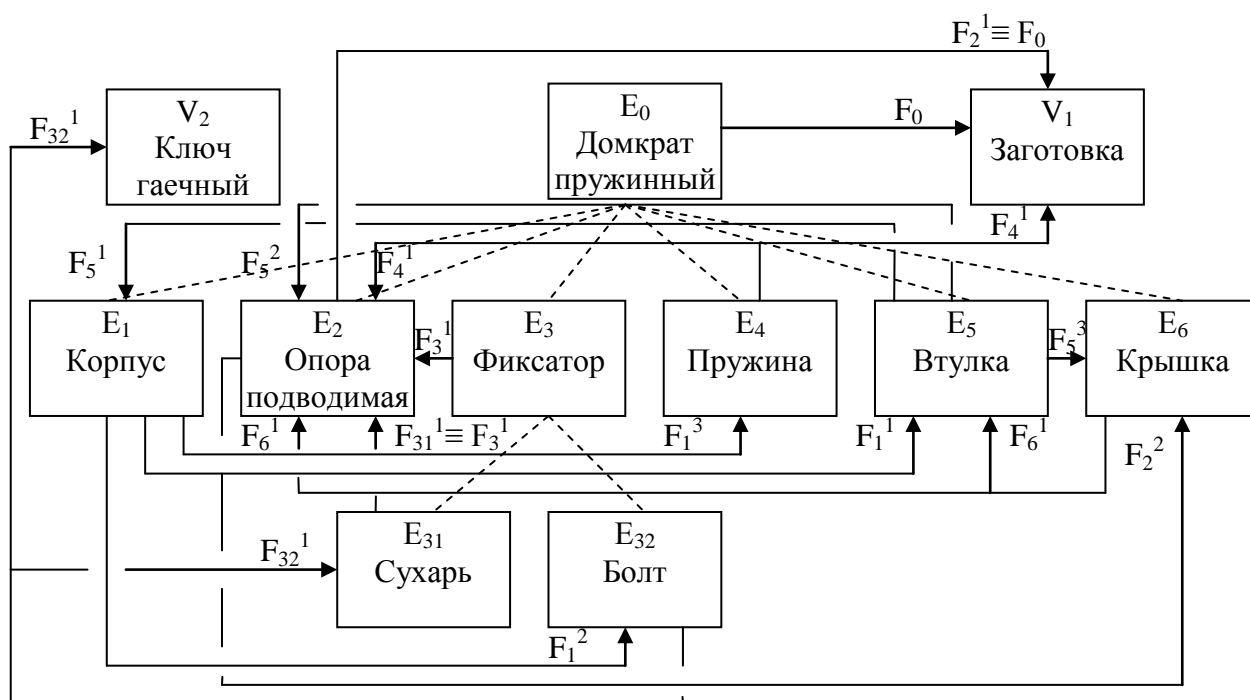


Рисунок 3 – Конструктивная функциональная структура пружинного самоустанавливающегося домкрата

Таблица 3 – Анализ функций блока самоустанавливающихся пружинных домкратов

Элемент		Функция	
Обо- знач.	Наименование	Обо- знач.	Описание
E_0	Блок домкратов пружинных	F_0	Повышает жесткость заготовки (V_1), установленной в приспособление
E_1	Корпус	F_1^1	Базирует втулку (E_5)
		F_1^2	Базирует и перемещает болт (E_{32})
		F_1^3	Базирует пружину (E_4)
E_2	Подводимая опора	F_2^1	Повышает жесткость заготовки (V_1), установленной в приспособление
		F_2^2	Размещает крышку (E_6)

Элемент		Функция	
Обо- знач.	Наименование	Обо- знач.	Описание
E_3	Фиксатор	F_3^1	Фиксирует подводимую опору (E_2)
E_{31}	Сухарь	F_{31}^1	Фиксирует подводимую опору (E_2)
E_{32}	Болт	F_{32}^1	Передает воздействие гаечного ключа (V_2) на сухарь (E_{31})
E_{33}	Клин	F_{33}^1	Прижимает подводимую опору (E_2)
		F_{33}^2	Передает воздействие с одного сухаря (E_{31}) на другой сухарь
E_4	Пружина	F_4^1	Поджимает клин (E_{33}) к подводимой опоре (E_2)
E_5	Втулка	F_5^1	Защищает корпус (E_1) от износа
		F_5^2	Направляет движение подводимой опоры (E_2)
		F_5^3	Размещает крышку (E_6)
E_6	Крышка	F_6^1	Препятствует проникновению пыли и стружки в зазор между втулкой (E_5) и опорой подводимой (E_2)

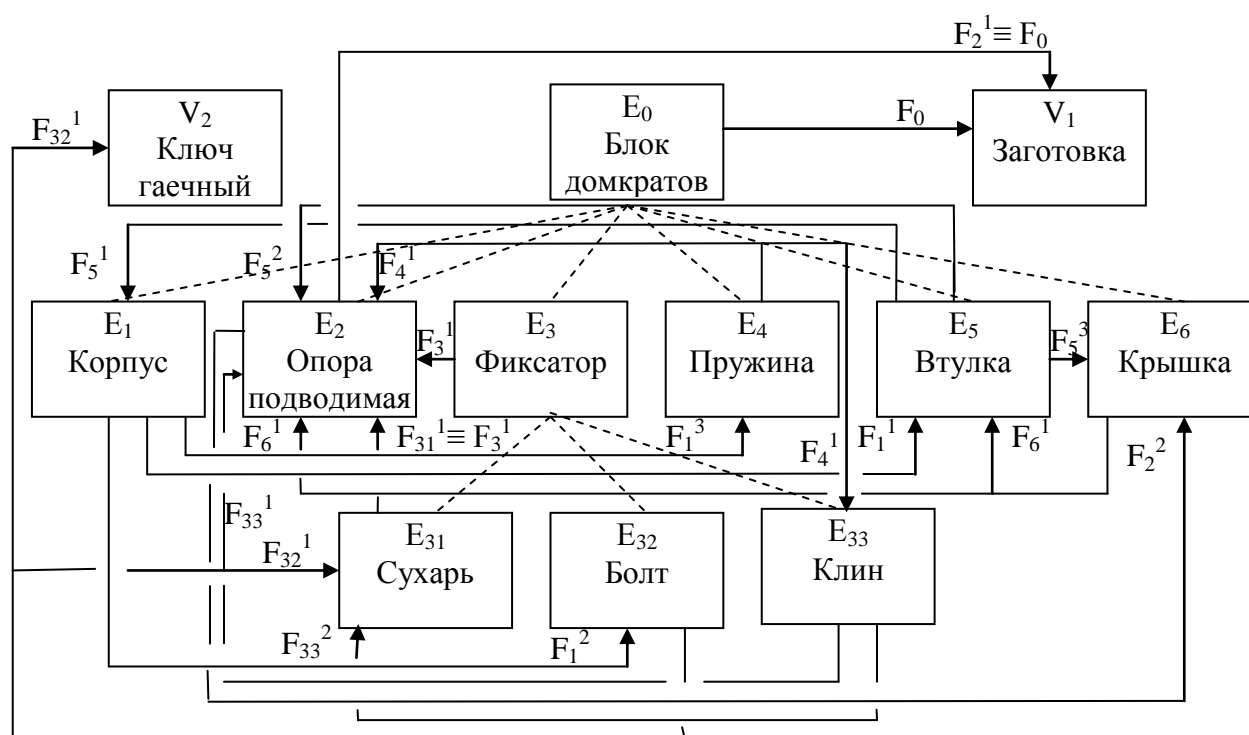


Рисунок 4 – Конструктивная функциональная структура блока са-
моустанавливающихся пружинных домкратов

Поиск улучшенной конструктивной функциональной структуры:

при ответе на вопрос а) ввести электромеханические и (или) электромагнитные и (или) тепловые и (или) пневматические и (или) гидравлические приводы подводимой опоры;

при ответе на вопрос б) для повышения эффективности фрезерования мало жесткой детали из конструкции домкрата можно устранить фиксирующее устройство.

Один из вариантов улучшенной конструктивной функциональной структуры приведен на рисунке 5.

F_3^1 – адаптивно менять силу прижима подводимой опоры (E_2) к заготовке.

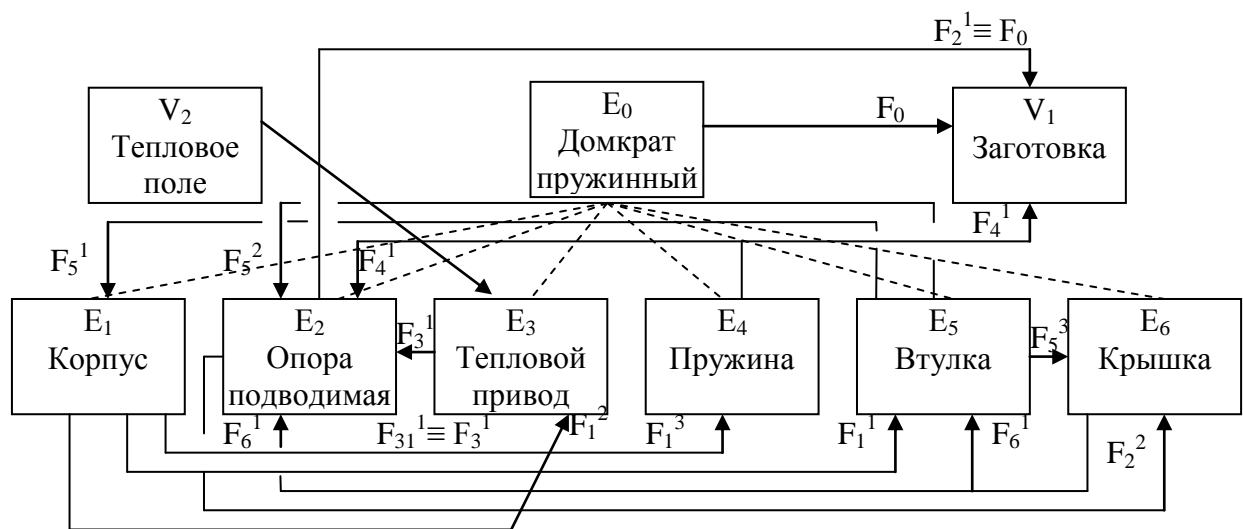


Рисунок 5 – Улучшенная конструктивная функциональная структура пружинного самоустанавливающегося домкрата

F_1^2 – базировать тепловой привод (E_3).

Примерная реализация улучшенной конструктивной функциональной структуры пружинного самоустанавливающегося домкрата приведена на рисунке 6.

Техническое решение 1. Блок пружинных домкратов с тепловым приводом для обработки мало жестких деталей работает следующим образом. Перед началом работы деталь 7 устанавливается в приспособление на опоры 4, положение которых задается условиями обработки.

При движении приспособления в ходе работы относительно режущего инструмента (на чертеже не показан) усиливается тепловыделение в зоне резания и увеличивается температура обрабатываемой детали 7. В результате чего, при нахождении опоры 4, выполненной из материала с высоким коэффициентом линейного расширения, например нитинола, в зоне резания происходит ее удлинение, что приводит к сжатию упругого элемента 5. При этом увеличивается сила прижима данной опоры 4 к поверхности обра-

батываемой детали 7 и, следовательно, жесткость технологической системы. Происходит уравнивание силы резания силой прижима. Регулирование силы прижима для различных условий обработки осуществляется выбором жесткости упругих элементов 5, материала с высоким коэффициентом линейного расширения, из которого выполнены опоры 4, и высотой дисков 6.

При дальнейшем смещении режущего инструмента относительно обрабатываемой детали 7 температура ее поверхности снижается, что приводит к сокращению размеров опор 4 и возвращению их в первоначальное положение.

Таким образом, способность к изменению положения опор, выполненных из материала с высоким коэффициентом линейного расширения, под действием температуры приводит к стабилизации деформации поверхности обрабатываемой детали, что повышает точность обработки маложестких деталей и производительность.

Недостатком описанного технического решения является высокая инерция срабатывания подводимой опоры.

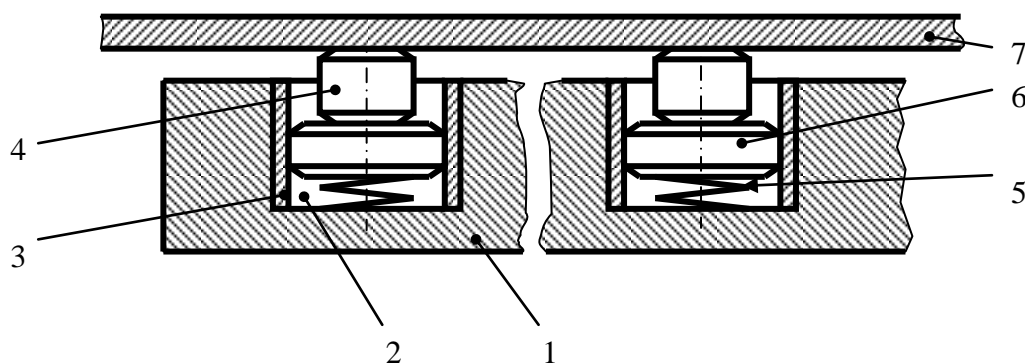


Рисунок 6 – Блок пружинных домкратов с тепловым приводом

Операция 7. Анализ функций вышестоящей по иерархии системы.

Почти всегда рассматриваемый технический объект можно представить как элемент в другой, более сложной технической системе (например, деталь в узле, узел в машине, машина в технологической линии цеха и т.д.).

Для анализа необходимо:

1. Выделить вышестоящую по иерархии систему, в которой в качестве отдельных элементов (подсистем) выступают рассматриваемый технический объект и другие смежные с ним объекты (другие технические объекты, окружающая среда, человек и т.д.).

2. Описать функции всех элементов, входящих в выделенную систему, и построить конструктивную функциональную структуру.

3. Выяснить возможность удовлетворения потребности, т.е.:

можно ли выполнить функцию рассматриваемого технического объекта путем внесения изменений в смежные объекты;

нельзя ли выполнить какому-либо смежному объекту частично или полностью передать выполнение функции рассматриваемого технического объекта;

что мешает внесению необходимых изменений и нельзя ли устранить мешающие факторы.

4. Сформулировать по аналогии с операцией 5 задачу внесения изменений в смежные объекты. Провести технико-экономическое сравнение первоначальной постановки задачи по операции 5 с задачей внесения изменений в смежные объекты. Если последняя более эффективна, то следует проработать ее по операциям 1...6.

Пример анализа функций вышестоящей по иерархии системы.

1. Вышестоящая по иерархии техническая система – приспособления для обработки маложестких деталей.

Смежные объекты – технологическая система (станок, инструмент, деталь).

Окружающая среда – человек.

2. Функции элементов приспособления для обработки маложестких деталей

Таблица 4 – Анализ функций элементов приспособления для обработки маложестких деталей

Элемент		Функция	
Обознач.	Наименование	Обознач.	Описание
E_0	Приспособление	F_0^1	Базирует, закрепляет деталь (V_2) и повышает ее жесткость
E_1	Корпус	F_1^1	Базирует установочные элементы (E_2)
		F_1^2	Базирует зажимные устройства (E_3)
		F_1^3	Базирует подводимые опоры (E_4)
		F_1^4	Базируется на столе станка (V_1)
E_2	Установочные элементы	F_2^1	Базирует заготовку (V_2)
E_3	Зажимные устройства	F_3^1	Закрепляет деталь (V_2)
E_4	Подводимые опоры	F_4^1	Повышает жесткость детали (V_2)

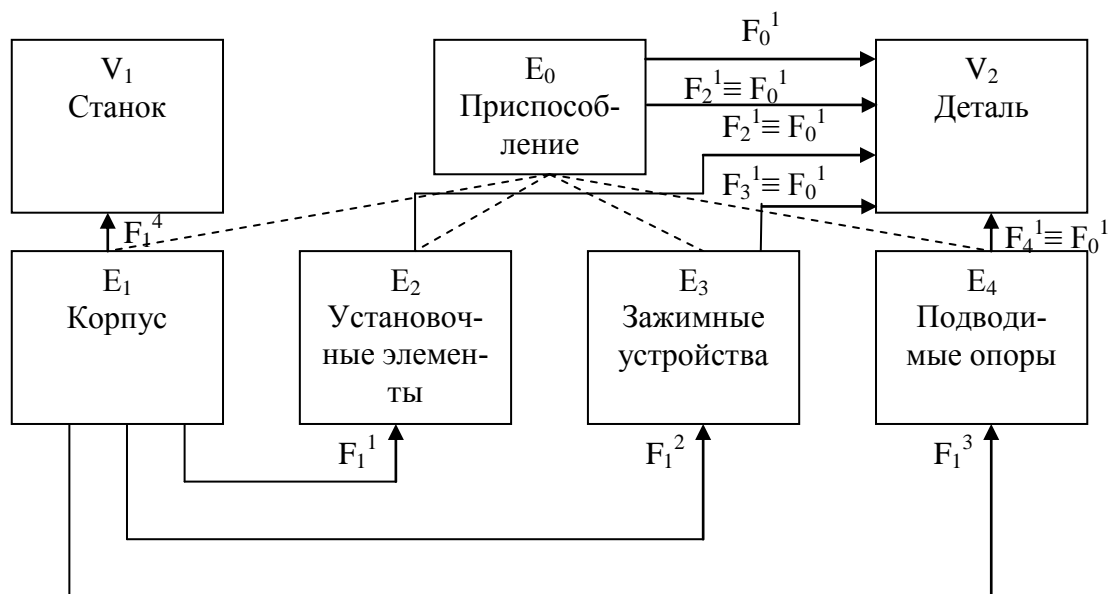


Рисунок 7 – Конструктивная функциональная структура приспособления для обработки маложестких деталей

3. Функцию подводящей опоры (F_4^1) можно передать зажимному устройству, которое будет управлять жесткостью детали путем ее деформирования до обработки или в процессе обработки.

Техническое решение 2. Способ управления точностью обработки, основан на принципе технологической наследственности. В ходе обработки искусственно предсказывается профиль обрабатываемой поверхности, в зависимости от положения режущего инструмента. Данный способ позволяет управлять упругими деформациями тонкостенных деталей, возникающими в процессе резания.

Для реализации предлагаемого способа требуются экспериментальные исследования. Порядок их проведения следующий:

- Обработанная поверхность тонкостенной детали разбивается с определенной дискретностью на ряд участков, в узловых точках которых измеряется толщина стенки t_i^1 .
- Статически определяются зависимости величин деформаций обработанной поверхности тонкостенной детали в узловых точках от величины внешней нагрузки (P_{31}, P_{32}, P_{3i}). Производится при заданных схемах базирования и закрепления. Схема определения деформаций отражена на рисунке 1.

- Строятся графики распределения прогиба детали в узловых точках по продольным сечениям (рисунок 9).

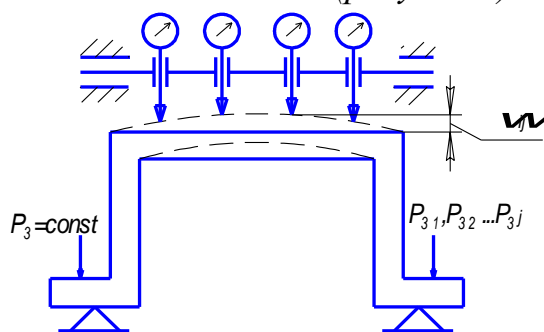


Рисунок 8 – Схема определения деформаций детали

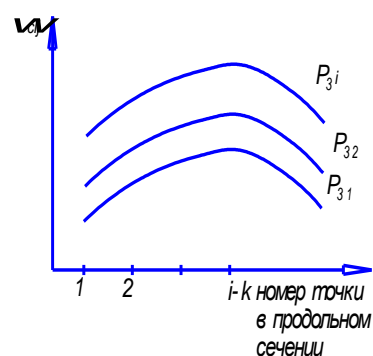


Рисунок 9 –График распределе-
ния прогиба детали

- Определяется суммарная погрешность обработки (толщина стенки t_i^2) при однократном фрезеровании поверхности тонкостенной детали при той же схеме базирования и закрепления. Суммарная погрешность обработки определяется после обработки путем измерения толщин стенки (t_i^2) в узловых точках.

- Строятся графики распределения относительной погрешности в узловых точках по продольным сечениям. Относительная погрешность определяется:

$$\omega_{rij} = t_i^1 - t_i^2 - h,$$

где h – глубина резания.

- Определяется критическое сечение, где наблюдается наибольшая величина деформации.

- Путем сопоставления относительных величин деформаций обработанной поверхности в критическом сечении по построенным графикам определяется величина управляющей силы закрепления в каждой точке критического сечения.

- Полученная информация о величине управляющей силы закрепления используется для управления точностью обработки в процессе резания. Управляющая сила закрепления в ходе обработки обеспечивается дополнительным приводом и системой рычагов.

Результаты экспериментальных исследований используются в дальнейшем при изготовлении всей партии деталей.

4. Техническое решение 2 может быть эффективно только в условиях массового производства. В условиях многономенклатурного производства потребуется большой объем экспериментальных работ.

Операция 8. Выявление причин возникновения недостатков. Проводятся более углубленный анализ и изучение задачи в направлении выявления причин возникновения недостатков в прототипе, сформулированных при выполнении операции 4.

Следует сопоставить недостаток и причину его возникновения и попытаться ответить на вопрос: можно ли полностью или частично избавиться от недостатка, исключив причину его возникновения?

Пример выявления причин возникновения недостатков (таблица 5).

Таблица 5 – Причины недостатков (дефектов) пружинных домкратов

<i>Номер недостатка</i>	<i>Причина возникновения Недостатка</i>	<i>Можно ли и как в принципе устранить причину возникновения не- достатка</i>
<i>1</i>	<i>Дополнительные затраты времени на фиксацию вручную подводящих опор</i>	<i>Да, если подводящую опору фиксировать с помощью автоматического привода</i>
<i>2</i>	<i>Деформация поверхности детали в процессе обработки режущим инструментом</i>	<i>Да, если деформация поверхности детали будет учитываться траекторией движения приспособления или режущего инструмента (техническое решение 3)</i>
<i>3</i>	<i>Расположение подводящих опор на одной линии</i>	<i>Да, если конструкция приспособления будет предполагать размещение опор в нужном порядке</i>
<i>4</i>	<i>Вибрации в технологической системе</i>	<i>Да, если уменьшить вибрации или ввести в конструкцию домкрата фиксирующий элемент болта</i>

Техническое решение 3. В процессе обработки маложесткая поверхность детали деформируется (прогибается) под воздействия на нее фрезы. Вследствие этого глубина резания постоянно изменяется, что приводит к низкой точности обработки. Точность обработки повысится при постоянной глубине резания. Постоянство глубины резания можно достигнуть путем наклона фрезы на некоторый угол (рисунок 10).

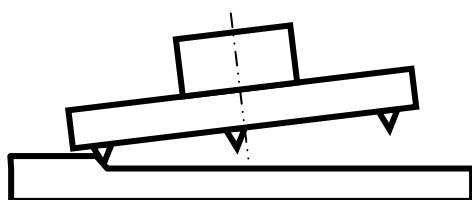


Рисунок 10 – Схема фрезерования с наклонной фрезой

Применение данного технического решения требует проведения экспериментальных исследований для определения прогиба детали и нахождения угла наклона фрезы.

Операция 9. Выявление и анализ противоречий развития. Улучшение многих технических объектов связано с преодолением противоречий развития, которые могут иметь место в следующей типичной ситуации.

Улучшение какого-либо желаемого показателя технического объекта приводит к существенному ухудшению одного или нескольких других важных показателей. Возможно и другое противоречие развития, когда улучшение желаемого показателя ограничено некоторым фактором. При выявлении и анализе противоречий развития выполняют следующие процедуры.

1. Из списка недостатков прототипа, выявленных в операции 4, выберите недостатки, связанные с улучшением количественных показателей и в первую очередь относящиеся к критериям развития технического объекта.

2. При рассмотрении каждого такого показателя ответьте на вопросы:

какой показатель технического объекта существенно ухудшается при улучшении рассматриваемого показателя?

Какие факторы (константы, стандарты и т.д.) ограничивают улучшение желаемого показателя?

3. Постройте количественный или качественный график зависимости ухудшаемого показателя от улучшаемого.

Пример выявления и анализа противоречий развития. Противоречия развития имеют место при устранении недостатков 1, 2, выявленных в операции 4. Графическое отображение этих противоречий развития показано на рисунке 11.

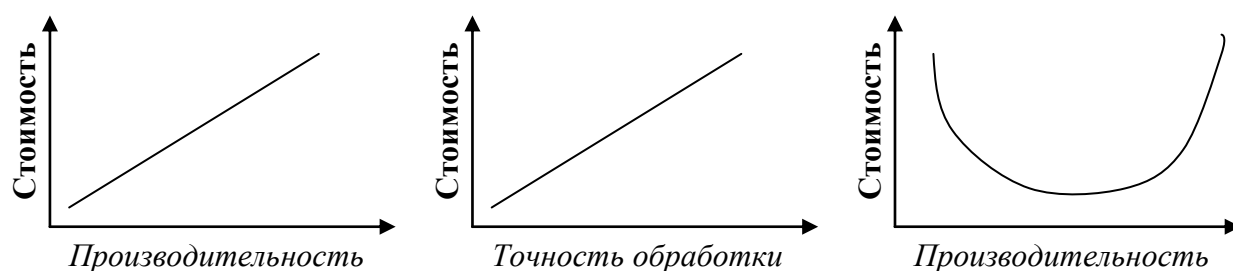
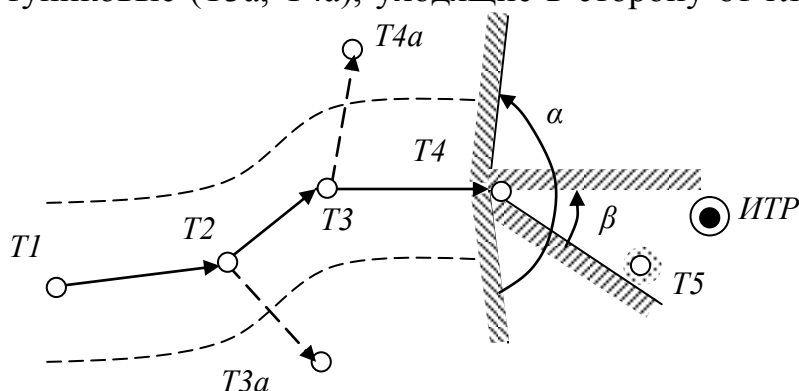


Рисунок 11 – Качественные графики противоречий развития

Операция 10. Уточнение списка прототипов и формирование идеального технического решения. Выявление и анализ недостатков прототипа (операция 4, 8, 9), анализ функций прототипа и вышестоящей системы (операции 6, 7) значительно расширяют представление о задаче и требованиях к прототипу. В связи с этим целесообразно еще раз вернуться к выбору наиболее подходящего прототипа для разработки улучшенного технического объекта и использовать рекомендации, данные в операциях 3, 6, 7. Кроме того, полезно сформулировать и представить идеальное техническое решение.

Любой класс технических объектов имеет вполне определенное направление (или главную магистраль) развития, ограниченное штриховыми линиями на рисунке 12. В связи с этим все изобретения можно разделить на две группы: прогрессивные ($T1, \dots, T4$), которые лежат на главной магистрали, и тупиковые ($T3a, T4a$), уходящие в сторону от главной магистрали. При соз-



$T1, T2, T3$ – предшествующие массово выпускаемые технические объекты, $T4$ – рассматриваемый прототип, α – угол поиска баз знания идеального технического решения (ИТР), β – сужение угла поиска с ориентацией на ИТР

Рисунок 12 – Главная магистраль развития технического объекта

дании нового технического объекта задача заключается не в поиске вообще новых улучшенных технических решений, а в поиске решений, лежащих на главной магистрали.

К одному из приемов, помогающих выбору нового технического решения на главной магистрали развития, относится формулировка идеального технического решения, которое конструкторы и изобретатели называют по-разному: идеальный конечный результат, идеальная машина, предельно совершенное устройство и т.д. ИТР является ориентиром для выбора прототипа и конструирования улучшенного технического решения.

Техническое решение идеально, если оно имеет одно или несколько из следующих свойств.

1. В идеальном техническом решении размеры технического объекта приближаются или совпадают с размерами обрабатываемого или транспортируемого объекта, а чистая масса технического объекта намного меньше массы обрабатываемого объекта.

2. В идеальном техническом решении масса и размеры технического объекта или его главных функциональных элементов приближается к нулю, а в предельном случае равны нулю (когда устройства вообще нет, но необходимая функция выполняется).

3. В идеальном техническом решении время обработки объекта приближается к нулю или равно нулю.

4. В идеальном техническом решении коэффициент полезного действия приближается к единице или равен единице, а расход энергии приближается к нулю или равен нулю.

5. В идеальном техническом решении все части технического объекта все время выполняют полезную работу в полную меру своих расчетных возможностей.

6. Технический объект, имеющий идеальное техническое решение, функционирует бесконечно длительное время без ремонта и остановок.

7. Технический объект, имеющий идеальное техническое решение, функционирует без человека или при его минимальном участии.

8. Технический объект, имеющий идеальное техническое решение, не оказывает никакого отрицательного влияния на человека и окружающую природную среду.

При формировании идеального технического решения необходимо обратить внимание на физический принцип действия, внешний вид и основные показатели эффективности технического объекта. При этом целесообразно использовать прямую мозговую атаку.

Для формулировки идеального технического решения полезно также использовать следующие правила:

Не следует заранее думать: возможно или невозможно в принципе осуществить идеальное техническое решение; как и какими путями будет реализовано идеальное техническое решение.

Рекомендуется использовать прием изображения двух картинок (рисунок 13). При изображении второй картинки не следует ограничивать свою фантазию.

Важность формулировки идеального технического решения заключается в том, что оно позволяет во всем многомерном пространстве поиска выделить (определить) достаточно малый угол поиска β (см. рисунок 12), который обеспечивает более целенаправленную изобретательскую работу и концентрирует интуицию в наиболее перспективном направлении. Суженный угол β предотвращает выбор тупиковых технических решений (аналогичных Т3а, Т4а) и, как правило, в пространстве этого угла между идеальным техническим решением и прототипом Т4 лежит искомое решение Т5.

В соответствии с рекомендациями операции 3 определяют требования для уточненного списка прототипов. При этом для прототипов, которые были выбраны ранее, уточняют список требований, по возможности усиливая их на основе проведенных проработок. Иногда можно ослабить несущественные требования, если это дает несоизмеримо больший выигрыш по более важным показателям.

Пример уточнения списка прототипов и формирования идеального технического решения.

Формулировка идеального технического решения: Тонкостенная деталь устанавливается в приспособление, а подводимые опоры автоматически

поджимают деталь и сами, без затрат дополнительных времени, надежно фиксируются (см. рисунок 13). В процессе обработки тонкостенной детали обрабатываемая поверхность абсолютно не прогибается под фрезой (см. рисунок 13).

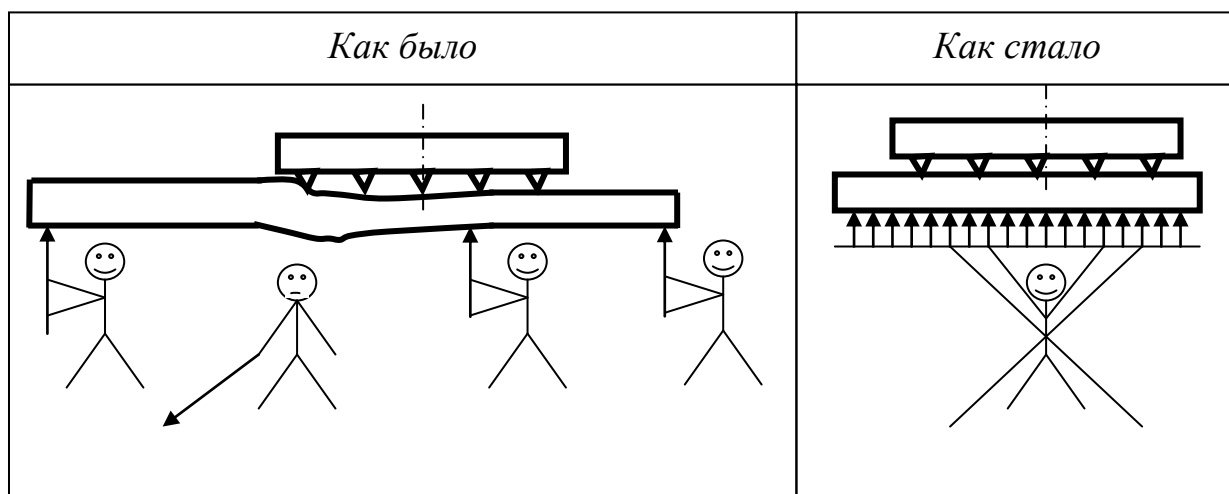


Рисунок 13 – Пример изображения двух картинок

После формирования идеального технического решения был произведен патентный поиск самоустанавливающихся подводимых опор (класс изобретений В 23 Q 3/00) глубиной 35 лет. Патентный поиск выявил ряд технических решений, устраняющих недостаток 4, например а.с. СССР № 1585107, самоустанавливающаяся опора (рисунок 14).

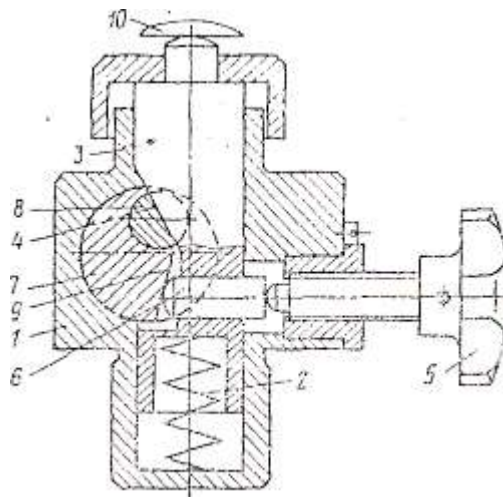


Рисунок 14 – Самоустанавливающаяся опора

Самоустанавливающаяся опора работает следующим образом.

При отводе бокового винта 5 плунжер 3 с сухарем 6 под действием пружины 2 перемещается вверх, скользя по наклонной поверхности кулачка 7, поворачивает последний по часовой стрелке, выбирая зазор между качалкой 8 и скосом 4 плунжера 3.

При установке детали 10 на плунжер 3 последний, перемещаясь вниз, своим скосом 4 давит на качалку 8, поворачивая кулачок 7 против часовой

стрелки. При этом выбирается зазор между скосов 9 кулачка 7 и сухарем 6. Таким образом, происходит самоустановка плунжера 3 по детали 10. Закрепление плунжера 3 осуществляется при завинчивании винта 5, который перемещая сухарь 6, давит на скос 9 кулачка 7. Последний, поворачиваясь по часовой стрелке, нажимает качалкой 8 на скос 4, жестко фиксируя положение плунжера 3. При этом плунжер 3 оказывается одновременно прижатым снизу и сбоку, что при ударных нагрузках позволяет сохранять положение плунжера 3, повышая тем самым надежность установки детали, достигнутую при ее базировании.

Список требований (операция 3) остается без изменений.

Операция 11. Улучшение других показателей технических объектов. При разработке новой модели или нового поколения технического объекта стремятся сделать изделия, которые не только бы устраняли главные видимые недостатки (определенные в операции 4), но и имели значительные преимущества перед существующими изделиями по комплексу всех существующих показателей. Поэтому по отношению к выбранным в операции 10 прототипам рекомендуется провести анализ и ответить на вопросы:

Какие еще можно устранить недостатки в прототипе?

Какие показатели могут быть дополнительно улучшены и на сколько?

При ответе на эти вопросы следует рассмотреть возможность улучшения средств выполнения функций сформулированных в операциях 6, 7; устранение недостатков, выявленных в операциях 8, 9; приближения к идеальному техническому решению.

При выполнении этой операции следует также учесть рекомендации, указанные в операции 4. Кроме того, полезно использовать списки критериев развития технических объектов, списки параметров технических объектов и списки требований к техническим объектам.

Пример улучшения других показателей технических объектов.

Все рассмотренные ранее пружинные домкраты (рисунок 2 а, ,2б, 6, 14) требуют установки в специальное приспособление. Специальное приспособление не рекомендуется использовать в условиях серийного производства. В этих условиях рекомендовано использовать сборно-разборные приспособления. Следовательно, возникает необходимость в разработке пружинного домкрата, который мог бы устанавливаться в такое приспособление.

Операция 12. Уточненная постановка задачи. По форме она излагается, как и предварительная постановка задачи (в операции 5). При этом к исходным данным относятся: качественное и количественное описание функций технического объекта;

перечень и краткое описание прототипов, к которым могут быть отнесены улучшенные функциональные структуры и идеальные технические результаты;

списки главных недостатков прототипов с указанием неочевидных причин возникновения недостатков;

списки дополнительных недостатков и показателей, которые желательно улучшить;

формулировка противоречий развития прототипов.

Пример уточненной постановки задачи.

Дано: 1. Приспособление, содержащие подводимые опоры устанавливает (базирует и закрепляет) заготовку с заданной точностью и повышает ее жесткость.

Приспособление устанавливает (базирует и закрепляет) заготовку с габаритными размерами $300 \times 200 \times 100$ с точностью 0,02 мм.

2. Известны:

а) Блок пружинных домкратов с ручной фиксацией подводимой опоры, позволяющий повысить надежность работы при ударных нагрузках.

б) Блок пружинных домкратов с тепловым приводом для обработки маложестких деталей. Способность к изменению положения опор, выполненных из материала с высоким коэффициентом линейного расширения, под действием температуры приводит к стабилизации деформации поверхности обрабатываемой детали, что повышает точность обработки маложестких деталей и производительность.

в) Способ управления точностью обработки, основан на принципе технологической наследственности. В ходе обработки искусственно искажается профиль обрабатываемой поверхности, в зависимости от положения режущего инструмента. Данный способ позволяет управлять упругими деформациями тонкостенных деталей, возникающими в процессе резания.

г) Способ управления точностью за счет наклона фрезы.

3. Известные конструкции имеют следующие недостатки и причины их возникновения:

Таблица 6 – Недостатки прототипов и причины их возникновения

<i>Недостаток</i>	<i>Причина возникновения недостатка</i>
<i>Недостаточная производительность блока пружинных домкратов с ручной фиксацией подводимой опоры</i>	<i>Дополнительные затраты времени на фиксацию вручную подводимых опор</i>
<i>Недостаточная точность блок пружинных домкратов с ручной фиксацией подводимой опоры</i>	<i>Деформация поверхности детали в процессе обработки режущим инструментом</i>
<i>Недостаточная точность блока пружинных домкратов с тепловым приводом</i>	<i>Высокая инерция срабатывания</i>
<i>Высокая стоимость блока пружинных домкратов с тепловым приводом</i>	<i>Высокая стоимость опоры, выполненной из нитинола</i>
<i>Ограниченные технологические возможности</i>	<i>Невозможность установки блоков в сборно-разборное приспособление, большой объем экспериментальных исследований</i>

4. Противоречия развития имеют место при повышении производи-

тельности и точности обработки.

Требуется: Так изменить известные устройства и способы чтобы:

Точность обработки пластины толщиной 10 мм из материала АЛ7, АЛ10 была не выше 10 квалитета, шероховатость $R_a=6,3$ с минутной подачей $S_{мин}=100$ мм/мин, и временем установки детали не более 0,6 мин.

На вход устройства или способа может быть подана механическая, электрическая (не более 24В), магнитная, электромагнитная или тепловая энергия. На выходе технического объекта должна быть механическая энергия, воздействующая на заготовку. При подводе энергии или поля должно учитываться перемещение приспособления в процессе обработки заготовки.

Деталь должна обрабатываться в сборно-разборном приспособлении.

Устройство должно изготавливаться на универсальном оборудовании посредством стандартной технологической оснасткой.

2 СИНТЕЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА И-ИЛИ ГРАФЕ

Построение И – ИЛИ графа конструкций оснастки осуществляется в несколько этапов.

1. Определение конструктивных признаков технических решений.

Особенности групп конструктивных признаков можно сформулировать следующим образом.

а) Функциональные элементы определяют главные конструктивные признаки (см. операцию №6).

б) Взаимное расположение элементов в пространстве характеризует расположение функциональных элементов относительно друг друга. Для описания этих признаков обычно используются слова: сверху, снизу, сзади, вставлен внутрь, размещен и т.п.

в) Взаимосвязь элементов определяет такие связи между функциональными элементами, которые обеспечивают их взаимную работу при работе технического объекта в целом. Связи могут быть самые различные: шарнирное соединение, трубопровод, лазерный луч и т.д.

г) Геометрическая форма элементов характеризует главный признак формы, например: квадратный, круглый, ребристый, спиральный и т.д.

д) Материал элементов обычно указывает наименование материала, его марку, главное свойство и т.д.

е) Соотношение параметров определяет принципиально важные размеры, значения параметров и их соотношения.

ж) Другие особенности конструктивного исполнения элементов могут характеризовать технический объект по физическому принципу действия (пьезоэлектрический динамометр), виду используемой энергии (электропечь), технологическому способу изготовления (литой корпус), последовательности взаимодействия элементов во времени и т.д.

2. Представление отдельного технического решения в виде иерархического И - дерева. При описании технического решения в виде иерархического дерева необходимо выполнить следующее.

а) Изучить технический объект, разделить его на функциональные элементы, представляющие интерес для рассматриваемой задачи, и присвоить им, по возможности, общепринятые варианты. Эти названия элементов изображают в виде вершин 1 – го уровня иерархического дерева под названием рассматриваемого технического объекта.

б) Для каждого функционального элемента 1-го уровня определить существенные (для решаемой задачи) конструктивные признаки, которые изображают в виде вершин 2 – го уровня. Среди этих вершин могут быть как пе-

речислены признаки 2...7, так и наименования функциональных элементов, на который имеет смысл разделить рассматриваемый элемент.

в) Если некоторые элементы 2 – го уровня недостаточно детально (полно) описывают технические решения, то для них следует выполнить работу, аналогичную предыдущему пункту и т.д.

Примеры построения иерархических И – деревьев для четырех вариантов пружинных домкратов показаны на рисунках 15...18.

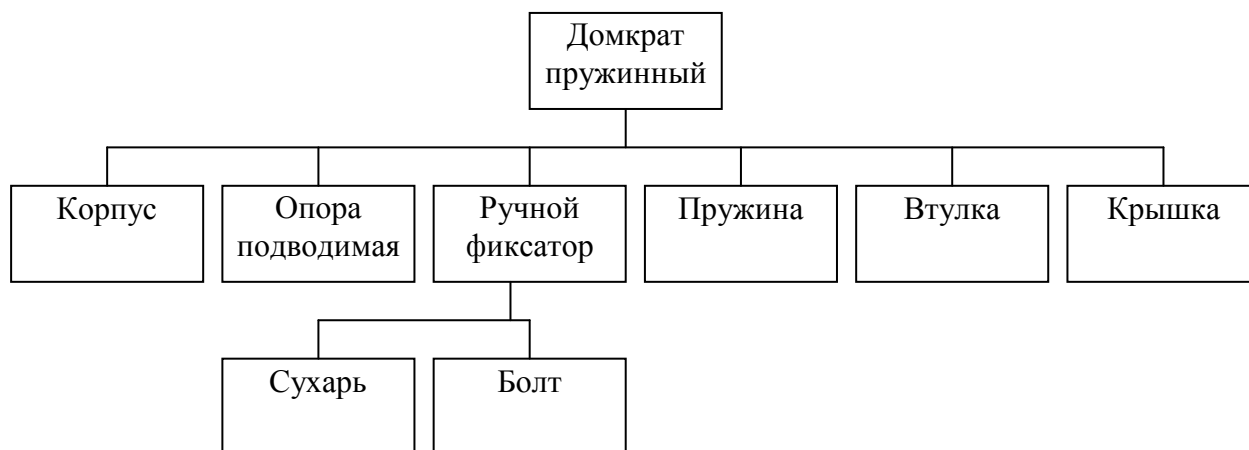


Рисунок 15 – И – дерево самоустанавливающегося пружинного домкрата (см. рисунок 2А)



Рисунок 17 – И –дерево блока пружинных домкратов с тепловым приводом (см. рисунок 6)

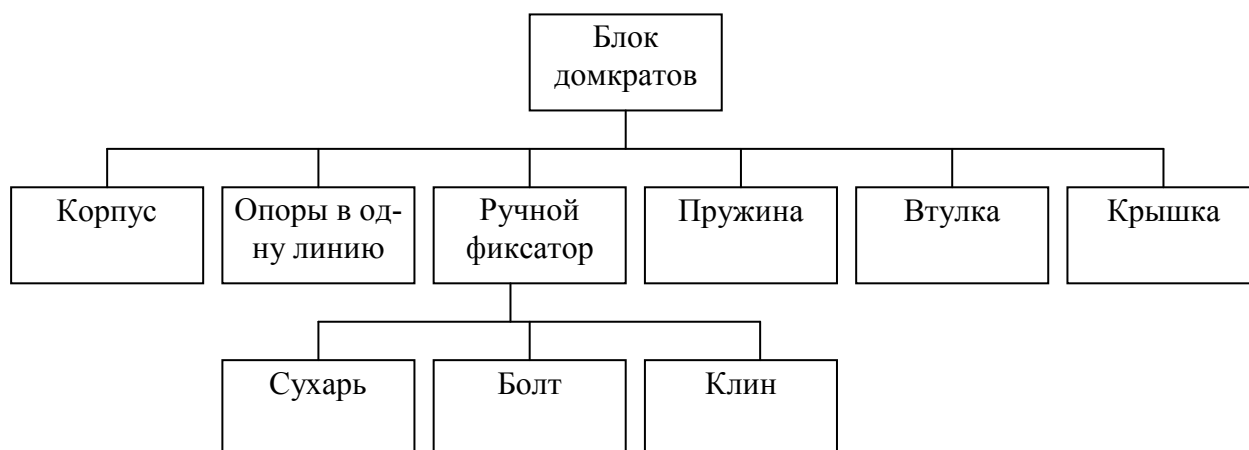


Рисунок 16 – И – дерево блока самоустанавливающихся пружинных домкратов (см. рисунок 2Б)

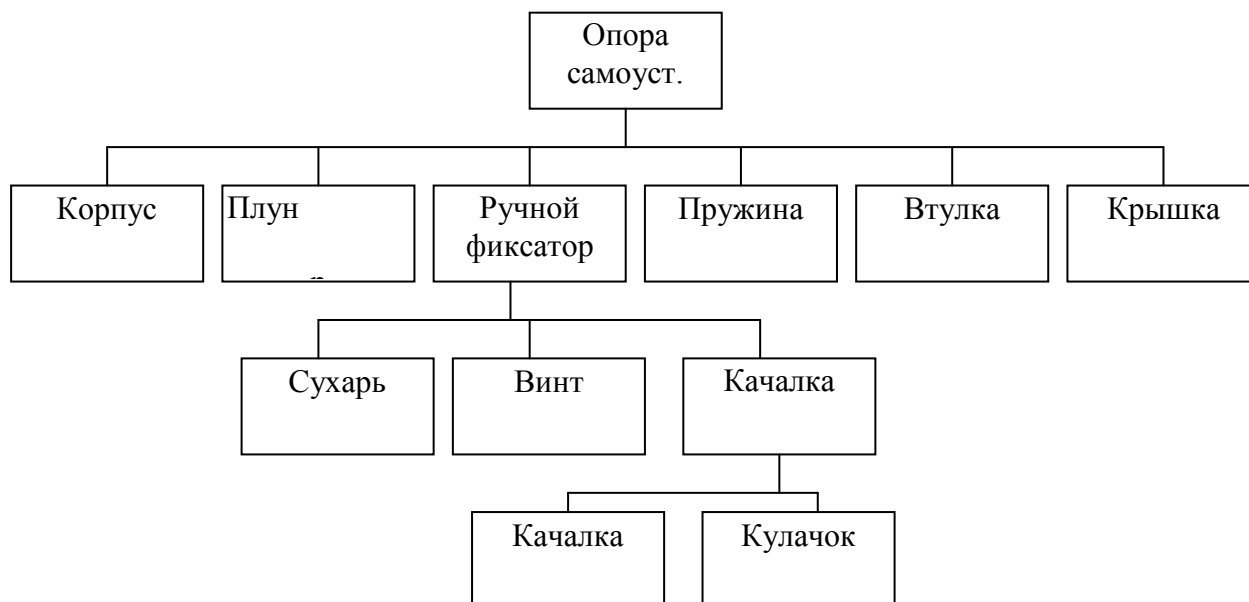


Рисунок 18 – И – дерево самоустанавливающейся опоры (см. рисунок 14)

3. Объединение И – деревьев в одно общее И – ИЛИ – дерево.

Построение И – ИЛИ дерева выполняется в следующем порядке.

а) все множество отобранных технических решений, для которых построены И – деревья, разбивают на несколько групп, каждая из которых состоит из решений наиболее близких, по строению и выполняемым функциям.

б) Для каждой группы берут отдельные элементы, относящиеся к 1 – му иерархическому уровню, и строят для них свои И – ИЛИ – деревья, где И – вершина объединяет характерные элементы и признаки 2 – го уровня, а ИЛИ – вершины – альтернативные элементы и признаки.

в) И – ИЛИ – деревья, построенные для отдельных групп технических решений, объединяют в одно общее И-ИЛИ дерево технических решений. При этом для упрощения общего дерева и наибольшего сжатия информации обо всем классе технических решений рекомендуется особое внимание уделять единой терминологии, т. е. конструктивные элементы и признаки, одинаковые по функциям и содержанию, следует называть одинаково. Пример И – ИЛИ дерева для домкратов приведен на рисунке 19.

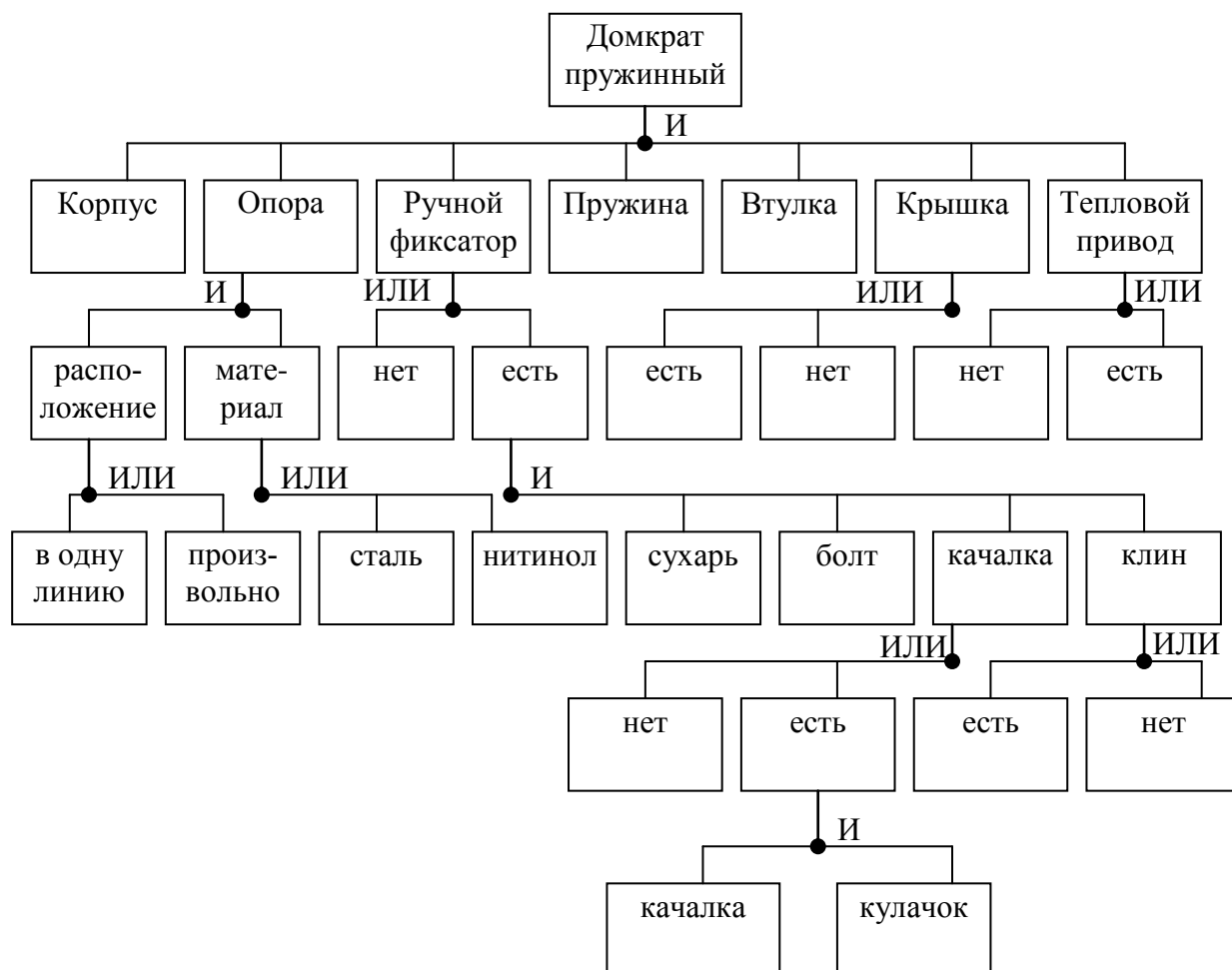


Рисунок 19 – Общее И – ИЛИ дерево построенное на основе

И - деревьев, представленных на рисунках 15...18

4. Расширение множества возможных технических решений.

Общее И-ИЛИ дерево в первую очередь представляет интерес как средство компактного представления и хранения информации о многих известных технических решений, а также неизвестных, которые могут быть получены путем комбинирования элементов и признаков известных технических решений. Однако, И – ИЛИ деревья, построенные на основе только известных технических решений, часто содержит мало новых патентоспособных решений. Поэтому И – ИЛИ дерево, полученное на основе известных технических решений, рекомендуется расширять и дополнять для повышения в нем доли новых патентоспособных технических решений. Такое расширение может вестись с помощью метода и фонда эвристических приемов.

На рисунке 20 показан пример расширения И-ИЛИ дерева домкратов.

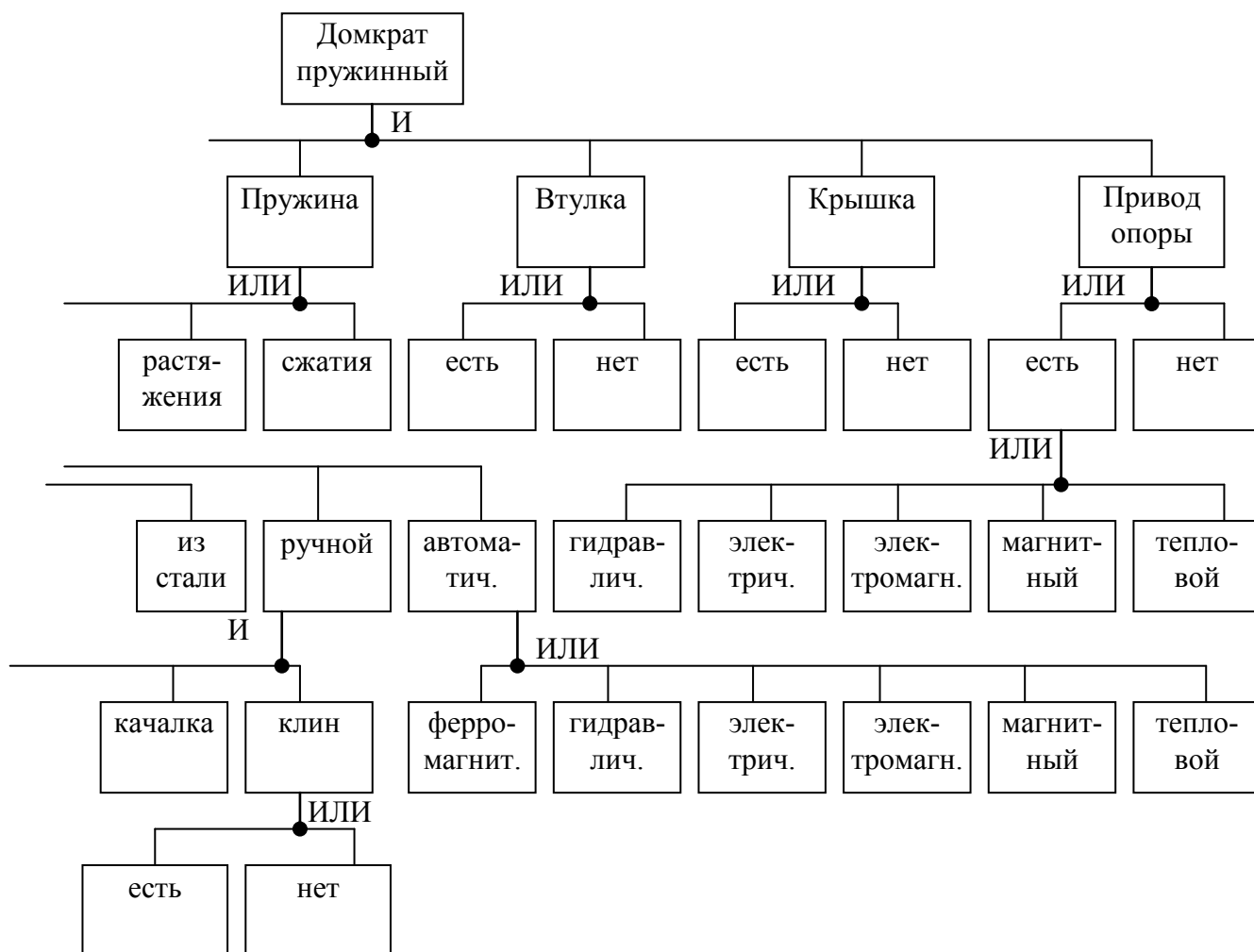


Рисунок 20 – Фрагмент расширенного И – ИЛИ дерева пружинных домкратов

5. Формирование модели оценки технических решений.

Одной из форм модели оценки служит матрица соответствий. В качестве строк в матрице соответствий используются названия элементов, а в качестве столбцов – наименования технических требований.

При формировании модели оценки достаточно провести оценку элементов и признаков, соответствующих только висячим вершинам И – ИЛИ дерева. Фрагмент матрицы соответствий основных частей конструкций пружинных домкратов приведена в таблице 7, где висячие вершины И – ИЛИ дерева оценивалась по пятибалльной системе оценок, приведенной в таблице 8

Таблица 7 – Матрица соответствия

Элемент		Требование			
		Производительность	Стоимость домкрата	Технологичность конструкции	Возможность установки в сборно-разборное приспособление
Привод	Тепловой	3	2	5	5
	Магнитный	4	4	4	5
	Электромагн.	5	3	3	3
	Электрич.	5	4	3	2
	Гидравлич	5	3	2	2
	Отсутствует	2	5	5	5
Фиксатор автоматический	Тепловой	5	2	5	5
	Магнитный	5	4	4	5
	Электромагн.	5	3	3	3
	Электрич.	5	4	3	2
	Гидравлич	5	3	2	2
Расположение опоры	В одну линию	3	5	5	1
	Произвольно	5	3	3	5
	В шахм. пор - ке	4	4	4	1
	По дуге	5	4	4	1
И т.д.					

Таблица 8 – Система оценок вершин И-ИЛИ дерева

Оценка	Степень соответствия
5	Вершина отлично соответствует данному требованию
4	Вершина хорошо соответствует данному требованию
3	Вершина удовлетворительно соответствует данному требованию
2	Вершина плохо соответствует данному требованию
1	Вершина не соответствует требованию, но может быть включена в решение
0	Вершина не оценивается по данному требованию, но допускается в составе решений

Далее синтезируются конструкции инструмента. Синтез возможен, если выполняются три условия: во – первых, существует техническое задание на проектирование, во – вторых, имеется описание альтернативных вариантов технических решений, представленных в виде И – ИЛИ графа, в – третьих, построена модель оценки. Синтез структуры, удовлетворяющий требованиям технического задания, проводится в следующем порядке. На первом этапе осуществляется просмотр И – ИЛИ дерева и проверка каждой из висячих вершин по ограничениям. Значения показателей для проверки выбирают из матрицы соответствий.

На втором этапе, после того как были отброшены все висячие вершины, не удовлетворяющие требованиям технического задания, производится построение усеченного И – ИЛИ дерева (дерева допустимых технических решений). Алгоритм синтеза конструкций на И – ИЛИ графе формализован в виде рабочей программы на персональном компьютере. Данная программа работает в среде автоматизированной обучающей системе “АОС Творчество” созданной на кафедре “Технология автоматизированных производств” Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова. В результате синтеза на И – ИЛИ графе сгенерированы различные конструкции пружинных домкратов, три из которых обладают признаками патентной чистоты.

Техническое решение 4. Пружинный домкрат с электромеханическим приводом (см. рисунок 21). Перед началом работы маложесткую деталь устанавливается в приспособление, опоры 3 которого настроены в заданном положении, соответствующим условиям обработки. В ходе обработки стол станка, на котором установлено приспособление с закрепленным в корпусе 1 фотодиодом 7, перемещается относительно станины станка, на котором расположена система светодиодов 10, подключенных через токоограничивающие балластные резисторы 12 к источнику питания 11. При этом поток излучения от светодиода 10, попадая на фотодиод 7, возбуждает в нем фототок, который усиливается усилительно - преобразовательным устройством 9 и преобразуется в напряжение, подаваемое на якорь соответствующего электромагнита 4. Это приводит к подъему якоря, вызывая сжатие упругого элемента 2, и поджимает опору 3 к поверхности детали.

При этом время срабатывания опторной пары фотодиод 7 – светодиод 10 обусловлено расположением светодиодов 10 на станине станка, которое определяется относительным положением режущего инструмента и приспособления.

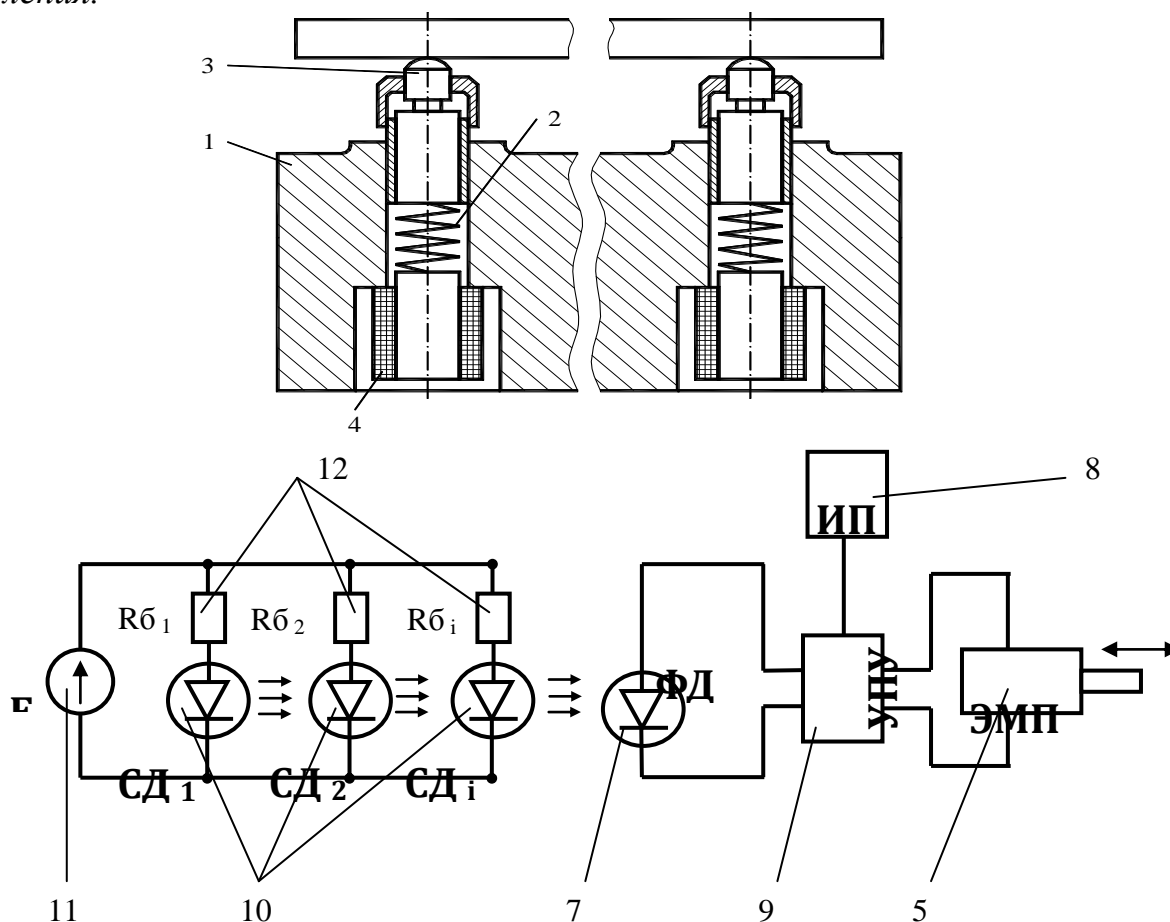


Рисунок 21 – Пружинный домкрат с электромеханическим приводом

Управление жесткостью технологической системы достигается за счет регулирования силы прижима опор 3 к поверхности обрабатываемой детали, что обеспечивается подбором жесткости упругих элементов 2 и величиной вылета якоря электромагнитов 4.

Пружинный домкрат с электромеханическим приводом позволяет сократить трудоемкость установки заготовок и повысить точность обработки за счет управления жесткостью технологической системы в ходе обработки.

Техническое решение 5. Пружинные домкраты с автоматической фиксацией подводимой опоры (рисунок 22).

Пружинные домкраты содержат корпус 1, в отверстиях 2 которого размещены опоры 3 и упругие элементы 4, например, пружины, втулки 5,

контактирующие внутренней поверхностью с опорами 3, при этом втулки 5 служат направляющими элементами для опор 3. Катушки индуктивности 6 размещены в отверстиях 2 заполненных жидкостью 7, в качестве которой может использоваться керосин, силиконовые и промышленные масла, с введенными мелкодисперсными ферромагнитными частицами, в частности, частицами магнетита Fe_2O_3 . Катушки индуктивности 7 соединены между собой параллельно и подключены к источнику электрического тока (на чертеже не показан) и предназначены для создания магнитного поля в среде жидкости 7 с мелкодисперсными ферромагнитными частицами. Втулки 5 нижним концом установлены в крышках 8, размещенных на отверстиях 2, в которых опоры 3 установлены на упругих элементах 4.

Домкрат работает следующим образом. Вначале осуществляется самоустановка опор 3, размещенных в отверстиях 2 корпуса 1, посредством упругих элементов 4 по поверхности обрабатываемой нежесткой детали. После чего на катушки индуктивности 6 подается напряжение. Возникшее магнитное поле вызывает затвердевание жидкости 7 с введенными мелкодисперсными ферромагнитными частицами, которое фиксирует опоры 3 в достигнутом положении.

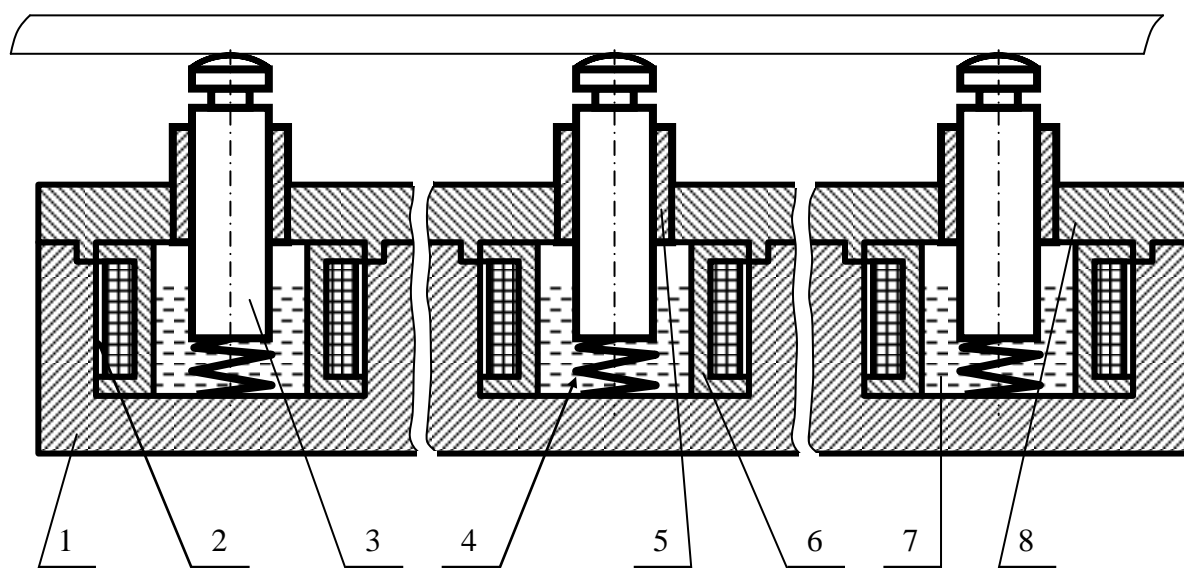


Рисунок 22 – Пружинные домкраты с автоматической фиксации опоры

Таким образом, предлагаемое техническое решение позволяет зафиксировать опору без ручных операций, и следовательно повысить производительность обработки.

Техническое решение 6. Домкрат самоустанавливающийся с автоматической фиксацией подводимой опоры (рисунок 23).

Домкрат самоустанавливающийся содержит корпус 1 в отверстии которого размещены подводимая опора 2, зажимная цанга 3, электромагнит 4 и пружины 5, 6.

Домкрат самоустанавливающийся работает следующим образом. На электромагнит 4 подается напряжение. В результате чего сердечник электромагнита 4 выдвигается и сжимает пружину 4, вызывая раскрепление подводящей опоры 2 из цанги 3. Раскрепленная подводящая опора 2 самоустанавливается по поверхности детали посредством пружины 6. После чего

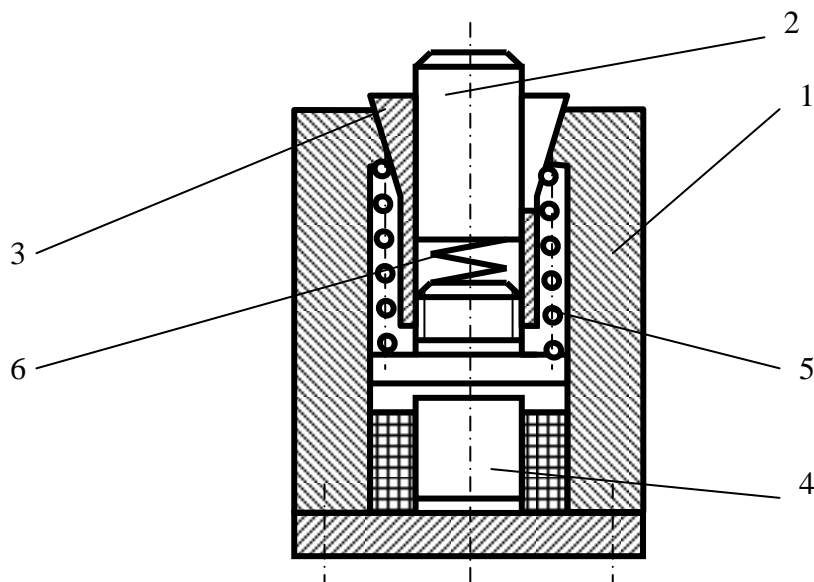


Рисунок 23 - Домкрат самоустанавливающийся с автоматической фиксацией подводящей опоры

снимается напряжение с электромагнита 4, его сердечник возвращается в исходное положение, а опора автоматически 2 закрепляется с помощью пружины 5 и цанги 3.

Таким образом, предлагаемое техническое решение позволяет зафиксировать опору без ручных операций, и следовательно повысить производительность обработки.

Приложение В – Пример оформления заявления о выдаче патента Российской Федерации на изобретение

Общество с ограниченной ответственностью

Научно – производственное предприятие "Технология"

ИНН 22221131855, КПП 2222101001, ОГРН 1082221001906, 656011, Россия, г. Барнаул, ул. Матросова, д. 7а, кв. 67 Тел. (3852) 779217.

Банковские реквизиты: ООО НПП "Технология", р.с. 40702810539000000138 ФКБ "ЮНИАСТРУМ БАНК" (ООО) в Барнауле,
Кор/счёт 30101810100000000762, БИК 040173762

Федеральный институт
промышленной собственности

Отдел формальной
(предварительной)
экспертизы

Бережковская наб.,
д. 30, корп. 1
Москва, г-59, ГСП-5,
123995

Исходящий № 01-08
от 24.03.08 г.

Направляем материалы заявки авторов Иванова А.В., Полина В.Г., Полина А.А. на предмет выдачи патента на изобретение «Установка для импрегнирования шлифовальных кругов».

Приложение: - упомянутое на 30 листах;
- документ, подтверждающий уплату пошлины за
подачу заявки, - копия платёжного поручения
№ _____ от _____ г. на сумму 600
руб.

Директор ООО НПП «Техник» _____ Полин В.Г.

Дата поступления документов заявки	(21) РЕГИСТРАЦИОННЫЙ №	
	(85) ДАТА ПЕРЕВОДА международной заявки на национальную фазу	ВХОДЯЩИЙ №
<input type="checkbox"/> (86) <i>(регистрационный № международной заявки и дата подачи, установленные получающим ведомством)</i> <input type="checkbox"/> (87) <i>(№ и дата международной публикации международной заявки)</i> <input type="checkbox"/> (96) <i>(№ ЕА заявки и дата подачи заявки, установленные получающим ведомством)</i> <input type="checkbox"/> (97) <i>(№ и дата публикации ЕА заявки)</i>	АДРЕС ДЛЯ ПЕРЕПИСКИ <small>(полный почтовый адрес, имя или наименование адресата)</small> 656011, РФ, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Матросова, д. 7, кв. 7 Телефон: (3852) 779217 Телекс: Факс:	
ЗАЯВЛЕНИЕ о выдаче патента Российской Федерации на изобретение	В Федеральный институт промышленной собственности Бережковская наб., 30, корп.1, Москва, Г-59, ГСП-5, 123995	
(54) НАЗВАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ Установка для импрегнирования шлифовальных кругов		
(71) ЗАЯВИТЕЛИ Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие «Техник» (ООО НПП «Техник») 656011, РФ, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Матросова д. 7, кв. 7 Данное лицо является <input type="checkbox"/> автором <input type="checkbox"/> правопреемником автора <input checked="" type="checkbox"/> работодателем <input type="checkbox"/> правопреемником работодателя <input type="checkbox"/> исполнителем (подрядчиком) <input type="checkbox"/> государственным заказчиком <i>(Указывается полное имя или наименование и местожительство или местонахождение, включая название страны и полный почтовый адрес)</i>		КОД организации по ОКПО 85838124 КОД страны по стандарту ВОИС ST.3 <i>(если он установлен)</i> RU
Указанное ниже лицо настоящим назначается (назначено) представлять интересы заявителя (заявителей) в качестве:		
<input type="checkbox"/> (74) ПАТЕНТНЫЙ ПОВЕРЕННЫЙ <small>(полное имя, регистрационный номер, местонахождение)</small> Телефон: Телекс: Факс:		
<input type="checkbox"/> ОБЩИЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ <small>(полное имя одного из заявителей)</small> Телефон: Телекс: Факс:		
<input type="checkbox"/> ИНОЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ <small>(полное имя, местонахождение)</small> Телефон: Телекс: Факс:		

ЗАЯВЛЕНИЕ НА ПРИОРИТЕТ Прошу установить приоритет изобретения по дате <input type="checkbox"/> подачи первой заявки в государстве-участнике Парижской конвенции по охране промышленной собственности (п.2 ст.19 Патентного закона Российской Федерации) (далее - Закон) <input type="checkbox"/> поступления дополнительных материалов к более ранней заявке (п.3 ст.19 Закона) <input type="checkbox"/> подачи более ранней заявки (п.4 ст.19 Закона) <input type="checkbox"/> подачи первоначальной заявки (п.5 ст.19 Закона) <i>(Заполняется только при испрашивании приоритета более раннего, чем дата подачи заявки)</i>		
<input type="checkbox"/> № первой (более ранней, первоначальной) заявки	<input type="checkbox"/> Дата испрашиваемого приоритета	(33) Код страны подачи по стандарту ВОИС ST. 3 <i>(при испрашивании конвенционного приоритета)</i>
1.		
2.		
3		
ПЕРЕЧЕНЬ ПРИЛАГАЕМЫХ ДОКУМЕНТОВ:	Кол-во л. в 1 экз	Кол-во экз.
<input checked="" type="checkbox"/> описание изобретения <input type="checkbox"/> перечень последовательностей	4	3
<input checked="" type="checkbox"/> формула изобретения (кол-во независимых пунктов формулы 1)	1	3
<input checked="" type="checkbox"/> чертеж(и) и иные материалы	1	3
<input checked="" type="checkbox"/> реферат	1	3
<input checked="" type="checkbox"/> документ об уплате патентной пошлины: <input checked="" type="checkbox"/> за подачу заявки <input type="checkbox"/> за проведение экспертизы по существу	1	1
<input type="checkbox"/> документ, подтверждающий наличие оснований <input type="checkbox"/> для освобождения от уплаты патентной пошлины <input type="checkbox"/> для уменьшения размера патентной пошлины <input type="checkbox"/> для отсрочки уплаты патентной пошлины		
<input type="checkbox"/> копия первой заявки (при испрашивании конвенционного приоритета)		
<input type="checkbox"/> перевод заявки на русский язык		
<input type="checkbox"/> доверенность		
<input type="checkbox"/> другой документ (указать)		
№ 1 фигуры чертежей, предлагаемой для публикации с рефератом		
(72) Автор <i>(указывается полное имя)</i>		Полный почтовый адрес местожительства, включающий официальное наименование страны и ее код по стандарту ВОИС ST. 3 , если он установлен

<p>Иванов Александр Владимирович</p> <p>Полин Владимир Георгиевич</p> <p>Ломов Александр Александрович</p>	<p>656050, РФ, RU, Алтайский край, г.Барнаул, ул. Антона Петрова, д.128, кв. 4</p> <p>656011, РФ, RU, Алтайский край, г.Барнаул, ул. Матросова, д. 7, кв. 7</p> <p>656906, РФ, RU, Алтайский край, г.Барнаул, ул. Чайковского, д.25, кв.39</p>
<p>Я _____ (полное имя)</p> <p>прошу не упоминать меня как автора при публикации сведений о выдаче патента.</p> <p>Подпись автора</p>	
<p>Подпись</p> <p>Директор ООО НПП «Техник»</p> <p>В.Г. Полин</p> <p><i>Подпись заявителя или патентного поверенного, или иного представителя заявителя, дата подписи (при подписании от имени юридического лица подпись руководителя или иного уполномоченного на это лица удостоверяется печатью)</i></p>	

Установка для импрегнирования шлифовальных кругов

Изобретение относится к машиностроению, а именно к установкам для пропитки абразивных инструментов.

Известна установка для пропитки пористых изделий, содержащая герметично закрывающийся резервуар для пропитывающего состава и пропиточную камеру для изделий, снабженные нагревателями и соединенные внешним трубопроводом с встроенным вакуумным вентилем (Авторское свидетельство СССР №980964, кл. B22F 3/26, опубл. 1982).

Наиболее близким к предлагаемому изобретению по технической сущности (прототипом) является устройство для пропитки пористых материалов, содержащая герметично закрывающуюся пропиточную камеру, соединяющуюся с ресивером, водяным насосом, ванной для пропиточного раствора, влагоотделителем, переливной ёмкостью и вакуумным насосом системой внешних трубопроводов с вмонтированными в них вакуумным затвором и кранами (Патент на изобретение РФ №2011511, кл. B27K 3/02, B29B 15/10, E01B31/20, опубл. 1984).

Общим недостатком описанных устройств является невозможность их использования для импрегнирования (пропитки) абразивных кругов жидкостями, обладающими высокой вязкостью, например, содержащими жидкий парафин. Непригодность конструкций для пропитки пористых абразивных кругов пропиточными жидкостями с повышенной вязкостью объясняется наружным расположением трубопроводов. Резкое изменение температуры пропитывающей жидкости при её прокачке приведет к налипанию жидкости на внутренних стенках трубопроводов и необходимости их последующей очистки.

Предлагаемым изобретением решается задача адаптации установки к пропитке абразивных кругов жидкостями с повышенной вязкостью.

Для достижения этого технического результата установка для импрегнирования шлифовальных кругов включает вакуумный насос, ресивер, переливную ёмкость, соединенные между собой внешними трубопроводами с вмонтированным в один из них краном, пропиточную камеру с крышкой, ванну для пропиточной жидкости, смонтированную с пропиточной камерой, при этом крышка пропиточной камеры выполнена с отверстием, в которое проходит шток электромагнита, установленного на переливной ёмкости, закрепленной на крышке пропиточной камеры, ванна для пропиточной жидкости, переливная ёмкость и пропиточная камера снабжены индивидуальными нагревательными элементами, а отверстие в крышке пропиточной камеры, связывающее переливную ёмкость с пропиточной камерой, и трубопровод с вмонтированным краном, соединяющий пропиточную камеру с ванной для пропиточной жидкости, изолированы от внешней среды.

Адаптация установки к пропитке абразивных кругов жидкостями с повышенной вязкостью обеспечивается путем сохранения температуры нагреваемой пропиточной жидкости в процессе ее перекачки по трубопроводу из ванны для пропиточной жидкости в пропиточную камеру и наоборот, из пропиточной камеры в переливную ёмкость и наоборот, за счет того, что ванна для пропиточной жидкости, переливная ёмкость и пропиточная камера снабжены индивидуальными нагревательными элементами, а отверстие в крышке пропиточной камеры, связывающее переливную ёмкость с пропиточной камерой, и трубопровод с вмонтированным краном, соединяющий пропиточную камеру с ванной для пропиточной жидкости, изолированы от внешней среды.

Предлагаемое изобретение поясняется чертежом, на котором показана установка для импрегнирования шлифовальных кругов, общий вид.

Установка для импрегнирования шлифовальных кругов, включает вакуумный насос 1, ресивер 2, переливную ёмкость 3, соединенные между собой внешними трубопроводами 4 и 5, ванну для пропиточной жидкости 6, смонтированную с пропиточной камерой 7. Крышка пропиточной камеры 8

выполнена с отверстием 9, в которое проходит шток электромагнита 10, установленного на переливной ёмкости 3, закрепленной на крышке пропиточной камеры 8, при этом ванна для пропиточной жидкости 6, переливная ёмкость 3 и пропиточная камера 7 снабжены индивидуальными нагревательными элементами 11, а отверстие 9 в крышке пропиточной камеры 8, связывающее переливную ёмкость 3 с пропиточной камерой 7, и трубопровод 12, соединяющий пропиточную камеру 7 с ванной для пропиточной жидкости 6, изолированы от внешней среды.

Управление системой трубопроводов 5 и 12 и 13 осуществляется посредством вмонтированных в трубопроводы электромагнитных кранов 14, 15, 16.

Установка для импрегнирования шлифовальных кругов работает следующим образом.

Шлифовальные круги помещаются в пропиточную камеру 7, которая закрывается крышкой 8 с закрепленной на ней переливной ёмкостью 3. Сердечник электромагнита 10 втягивается, электромагнитные краны 14, 15 и 16 перекрывают трубопроводы 5, 12 и 13 и одновременно включаются нагревательные элементы 11, которые нагревают пропиточную камеру 7, ванну для пропиточной жидкости 6 и переливную ёмкость 3. После регламентированной выдержки, обусловленной требованием прогрева кругов, включается вакуумный насос 1 и начинается откачка воздуха из ресивера 2. При разряжении в ресивере 2 порядка 0,095...0,097 МПа открывается электромагнитный кран 14 и в пропиточной камере 7 образуется вакуумный “удар”. Давление в ресивере 2, переливной ёмкости 3 и пропиточной камере 7 мгновенно выравнивается и обеспечивается глубокое высвобождение пор пропитываемых изделий. Для подачи пропиточной жидкости из ванны для пропиточной жидкости 6 открывается электромагнитный кран 15 и разогретая пропиточная жидкость по изолированному от внешней среды трубопроводу 12 под атмосферным давлением и действием вакуумного насоса 1 поступает в пропиточную камеру 7 и далее в переливную ёмкость 3, соединенную с ресивером 2

трубопроводом 5. Затем посредством электромагнитных клапанов 14 и 15 перекрываются трубопроводы 5 и 12, выключается вакуумный насос 1 и включается электромагнит 10. Сердечник электромагнита 10 перемещается вниз, перекрывает отверстие 9 в крышке пропиточной камеры 8 и дальнейшим движением создает повышенное давление в пропиточной камере 7, обеспечивая лучшую заполняемость пор шлифовальных кругов. После регламентированной выдержки изделий втягивается сердечник электромагнита 10, открываются электромагнитные краны 14, 15 и 16 и пропиточная жидкость стекает по трубопроводу 12 в ванну для пропиточной жидкости 6. Нагревательные элементы 11 выключаются, крышка пропиточной камеры 8 открывается и изделия выгружаются.

Таким образом, использование предлагаемого изобретения обеспечивает адаптацию установки к пропитке абразивных кругов жидкостями с повышенной вязкостью.

Директор ООО НПП «Техник» _____ В.Г. Полин

Формула изобретения

Установка для импрегнирования шлифовальных кругов, включающая вакуумный насос, ресивер, переливную ёмкость, соединенные между собой внешними трубопроводами с вмонтированным в один из них краном, пропиточную камеру с крышкой и ванну для пропиточной жидкости, отличающаяся тем, что крышка пропиточной камеры выполнена с отверстием, в которое проходит шток электромагнита, установленного на переливной ёмкости, закрепленной на крышке пропиточной камеры, при этом ванна для пропиточной жидкости, переливная ёмкость и пропиточная камера снабжены индивидуальными нагревательными элементами, а отверстие в крышке пропиточной камеры, связывающее переливную ёмкость с пропиточной камерой, и трубопровод с вмонтированным краном, соединяющий пропиточную камеру с ванной для пропиточной жидкости, изолированы от внешней среды.

Директор ООО НПП «Техник» _____ В.Г. Полин

Установка для импрегнирования шлифовальных кругов

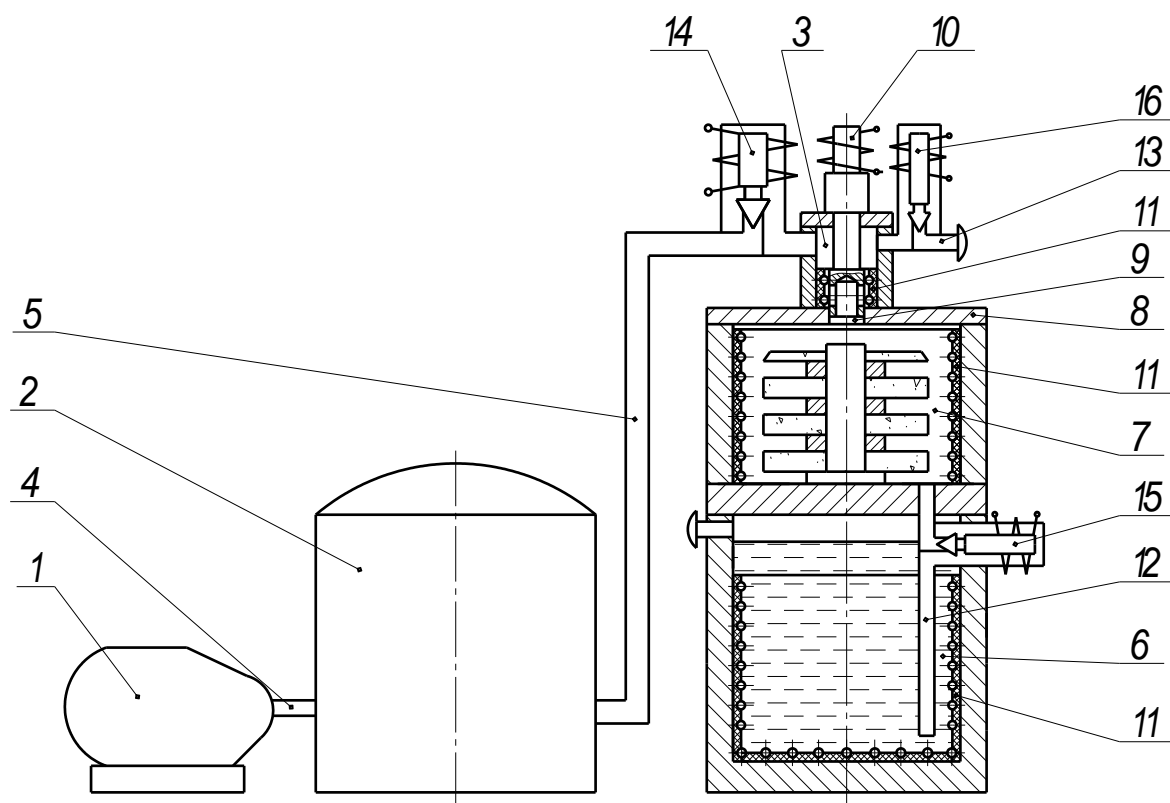
Реферат

Изобретение относится к машиностроению, а именно к установкам для пропитки абразивных инструментов. Установка для импрегнирования шлифовальных кругов включает вакуумный насос, ресивер, переливную ёмкость, соединенные между собой внешними трубопроводами с вмонтированным в один из них краном, пропиточную камеру, ванну для пропиточной жидкости, смонтированную с пропиточной камерой, при этом крышка пропиточной камеры выполнена с отверстием, в которое проходит шток электромагнита, установленного на переливной ёмкости, закрепленной на крышке пропиточной камеры, ванна для пропиточной жидкости, переливная ёмкость и пропиточная камера снабжены индивидуальными нагревательными элементами, а отверстие в крышке пропиточной камеры, связывающее переливную ёмкость с пропиточной камерой и трубопровод с вмонтированным краном, соединяющий пропиточную камеру с ванной для пропиточной жидкости, изолированы от внешней среды. Такая конструкция обеспечивает адаптацию установки к пропитке абразивных кругов жидкостями с повышенной вязкостью.

Референт

А.В.Иванов

Установка для импрегнирования шлифовальных кругов



Фиг. 1

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова

**ФАКУЛЬТЕТ
ИННОВАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА
ОБЩАЯ
ТЕХНОЛОГИЯ
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

ТЕРЕНТЬЕВ ВИКТОР АЛЕКСАНДРОВИЧ

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ
КАЧЕСТВА ПРИ ПЛОСКОМ ПРЕРЫВИСТОМ ШЛИФОВАНИИ**

Автореферат диссертации на соискание академической степени
магистра техники и технологий
по направлению 552900 «Технология оборудование и автоматизация
машиностроительных производств»

Магистерская программа – 552901 «Технология машиностроения»

Заведующий кафедрой

д.т.н. профессор Е. Ю. Татаркин

Руководитель магистерской
программы

д.т.н. профессор Е. Ю. Татаркин

Научный руководитель

д.т.н. профессор Е. Ю. Татаркин

БАРНАУЛ – 2010 г.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы:

При шлифовании в зоне контакта круга с деталью возникают высокие температуры, которые иногда превышают критические точки плавления шлифуемых материалов. В связи с такими повышениями температур на обработанной поверхности могут появляться дефекты в виде прижогов и микротрещин, которые в свою очередь резко снижают механические свойства этих поверхностей. Так, например, шлифование труднообрабатываемых материалов, или назначение завышенных режимов резания может привести к снижению долговечности деталей и покрытий, или вовсе к невозможности обеспечить заданное качество поверхности. Для снижения теплонапряжённости процесса и дефектообразования используют операцию прерывистого шлифования, что в свою очередь позволяет значительно повысить производительность шлифования, качество обработанной поверхности и возможность обработки труднообрабатываемых материалов. Однако, современные конструкции прерывистых шлифовальных кругов могут приводить к повышенным вибрациям и износу круга во время работы, что влияет на качество обработанной поверхности. Исследование процесса формирования параметров качества обработанной поверхности, а именно шаговых и высотных параметров волнистости, для прерывистого шлифования не проводилось, что в свою очередь может негативно сказаться на качестве обработанных поверхностей, увеличению брака деталей, полученных после операции плоского прерывистого шлифования, что задерживает распространение использования прерывистых шлифовальных кругов.

Цель работы:

Обеспечение требуемых параметров волнистости при плоском прерывистом шлифовании периферией круга.

Задачи исследования:

1. Разработать математическую модель расчёта высотных и шаговых параметров волнистости обрабатываемой поверхности для операций плоского шлифования периферией круга.

2. Разработать конструкцию прерывистого шлифовального круга, обеспечивающего снижение ударных нагрузок и увеличение периода стойкости.

3. Разработать методику проведения эксперимента и экспериментальный стенд для исследования механизмов образования волнистости и износа шлифовального круга.

4. Исследовать механизм износа рабочей поверхности прерывистого шлифовального круга и разработать мероприятия по увеличению стойкости шлифовального круга.

Методы исследования:

Теоретические исследования проводились на базе научных основ технологии машиностроения, теории резания металлов, математической статистики, системного анализа и методологии поискового конструирования.

Научная новизна:

1. Разработана математическая модель процесса формообразования обработанной поверхности на операции плоского прерывистого шлифования.

2. Установлен закон плотности распределения величин параметров качества, позволяющий рассчитать вероятность брака.

3. Выявлены условия для безударной работы шлифовального круга с непрямоугольными (косыми) впадинами.

Практическая ценность:

1. Разработано программное обеспечение для расчёта параметров качества.

2. Разработана конструкция шлифовального круга, обеспечивающего снижение ударных нагрузок.

3. Разработан экспериментальный стенд для получения данных о формообразовании обрабатываемой поверхности при шлифовании.

4. Разработаны технические решения по повышению стойкости инструмента, а именно пропитка круга.

Публикации:

По материалам диссертации опубликованы 4 печатные работы.

Структура и объём работы:

Диссертационная работа состоит из введения, трёх глав, общих выводов, списка используемой литературы и приложений. Работа изложена на 95 страницах, содержит 63 рисунка, 9 таблиц, список литературы из 29 наименований. Общий объём работы 91 страница.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы, приводится её общая характеристика, поставлена цель работы.

В первой главе рассмотрено состояние вопроса на данный момент, изучены тепловые процессы, возникающие при сплошном и прерывистом шлифовании, рассмотрены существующие модели формообразования поверхности на операции плоского шлифования и методики выбора геометрии шлифовальных кругов. Сделаны выводы, сформированы основные задачи работы.

Вторая глава посвящена математической модели формообразовании волнистости, описанию основных гипотез и допущений, приведены результаты стохастического моделирования разработанной модели. Произведен расчет прерывистости круга по разработанной методике, а также приведены этапы разработки прерывистого шлифовального круга, обеспечивающего снижение ударных нагрузок. Сделаны выводы.

Третья глава посвящена описанию экспериментального стенда, разработанного для наблюдения формообразования при плоском шлифовании, а также износа круга, приведена методика проведения эксперимента. Описано разработанное устройство для пропитки круга и работа с ним. Приведены результаты проведённых на стенде опытов, сравнение их с расчетными данными, полученными математическим моделированием. Рассмотрен процесс изменения про-

филя рабочей поверхности инструмента в течение периода стойкости пропитанным и непропитанным кругом. Сделаны выводы.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Разработанная математическая модель волнообразования позволяет, имея на входе такие параметры, как режимы резания (V_k , V_d , t), геометрические параметры шлифовального круга (E , R , $\phi_{выст}$, $N_{выст}$, ψ_p) и другие величины процесса шлифования (N , ψN), получить параметры прогнозируемой волнистости (W_{max} , W_z , S_w).

2. Величины шаговых и высотных параметров волнистости распределены по логарифмически нормальному закону распределения, используя который можно рассчитать вероятность получения брака.

3. Разработанная методика расчёта шлифовальных кругов позволяет производить расчёт геометрии прерывистых шлифовальных кругов с учётом эксцентриситета шлифовального круга и прерывистости процесса.

4. Определено условие для безударной работы шлифовального круга с прямоугольными (косыми) впадинами: $\alpha = \arctg(\frac{l_2}{H})$, где α – угол наклона впадин, l_2 – длина впадины, H – высота (ширина) круга.

5. Исследован механизм износа рабочей поверхности шлифовального круга, подтвердивший эффективность использования пропитанных кругов. Было выявлено:

- длина образования фронтальной зоны у непропитанного выступа больше чем у пропитанного на 5° ,
- профиль выступа во фронтальной зоне у пропитанного выступа имеет более крутой характер и располагается с большим наклоном чем у непропитанного,
- средний износ пропитанных выступов меньше чем у непропитанных на 0,009 мм.

ПУБЛИКАЦИИ

1. Пат. 88600, Российская Федерация, МПК7 B24D5/10. Прерывистый шлифовальный круг. / В. А. Терентьев, Е. Ю. Татаркин, В. А. Федоров, А. А. Дианов, заявитель и правообладатель Алтайский гос. тех. ун-т - №2009128097, 20.07.2009, Оpubл. 20.11.2009
2. Дианов А. А., Терентьев В. А., Татаркин Е. Ю. Комбинированная пропитка прерывистых шлифовальных кругов // Современные проблемы в технологии машиностроения: Всероссийская научно-практическая конференция, посвящённая 100-летию со дня рождения профессора Муханова Ивана Ивановича. Секция «Размерное формообразование». – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2009. – с 76 – 79.
3. Дианов, А.А., Татаркин, Е.Ю., Терентьев, В.А.. Моделирование волнообразования на детали при плоском шлифовании // Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе: 7-ая Всероссийская научно-практическая конференция. Секция «Технология. Материалы». – Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. техн. ун-та, 2009.
4. Дианов, А.А., Татаркин, Е.Ю., Терентьев, В.А.. Образование волнистости при плоском прерывистом шлифовании периферией круга // Ползуновский вестник № 1 – 2. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2005.
5. Дианов А.А., Татаркин Е.Ю., Терентьев В.А. Моделирование волнообразования на детали при плоском шлифовании кругами с прерывистой периферией // Обработка металлов № 1. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – с 33 – 34.

магистрант В. А. Терентьев,

научный руководитель: д.т.н., профессор Е. Ю. Татаркин

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ПРИ ПЛОСКОМ ПРЕРЫВИСТОМ ШЛИФОВАНИИ

АКТУАЛЬНОСТЬ И ВЫБОР ПРЕДМЕТА ИССЛЕДОВАНИЯ

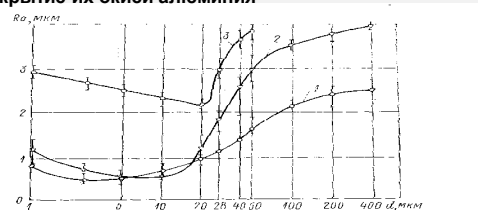
Существующая последовательность
изготовления деталей
с износостойкими покрытиями



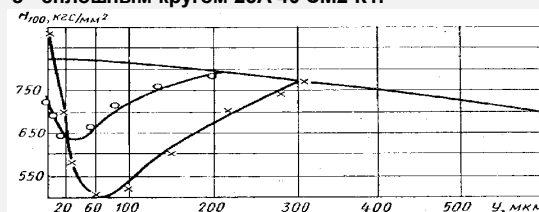
Обоснование обеспечения точности
размерной обработки подложки



Взаимосвязь высотного параметра R_a создаваемого микрорельефа с диаметром дробеструйных частиц для материалов различной твердости
1 - закалённая сталь с HRC 61; 2 - алюминиевый сплав Д16;
3 - покрытие из окиси алюминия



Изменение микротвёрдости в поверхностном слое стали 12
1 - до шлифования; 2 - прерывистым кругом 25А 40 СМ2 К;
3 - сплошным кругом 25А 40 СМ2 К1.



Способы создания требуемого микрорельефа поверхности

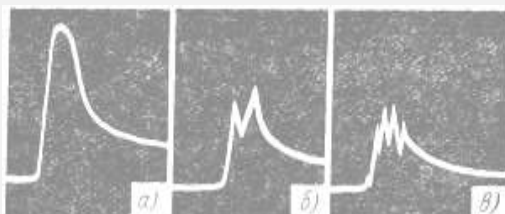
Способ	Дробеструйная обработка	Полоструйная обработка	Ручная обработка микрорельефа
Преимущества	Повышение точности обработки за счёт создания микрорельефа	Повышение точности обработки за счёт создания микрорельефа	Повышение точности обработки за счёт создания микрорельефа
Недостатки	Повышение расхода абразива	Повышение расхода абразива	Повышение расхода абразива

ДЕФЕКТЫ НА ДЕТАЛЯХ, ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ШЛИФОВАНИЕМ

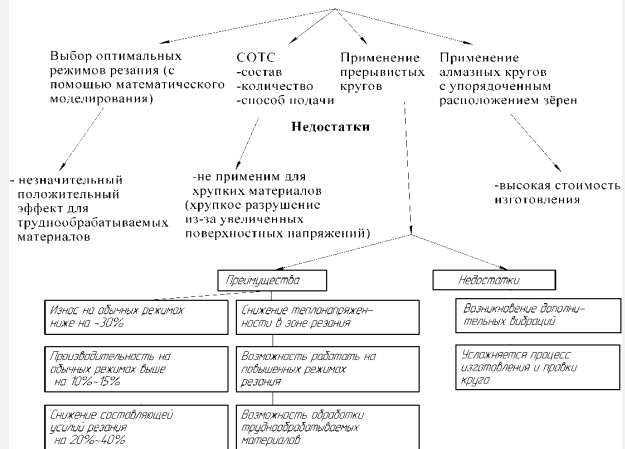
Причины возникновения тепловых дефектов при шлифовании



Осциллограммы изменения температуры при шлифовании кругами:
а – сплошными; б – прерывистым с 20 вырезами;
в – прерывистым с 25 вырезами.

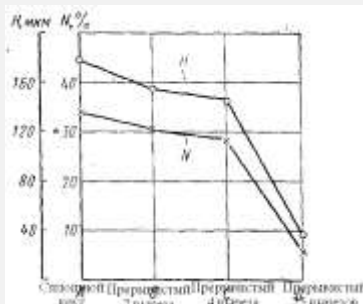


Пути снижения тепловой напряжённости процесса плоского шлифования периферией круга



ВЗАИМОСВЯЗЬ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ, ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА И ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Изменение микротвёрдости при шлифовании
N-микротвёрдость; Н-глубина проникновения
изменения структуры при шлифовании
сталь 12Х2Н4А; t=0,03 мм; vкр=28 м/с; v=12 м/мин; круг
марки 25А 40СМ2К1.



Зависимость количества тепла, отводимого в деталь, от времени затупления и степень его уменьшения.
кривая 1 - сплошной круг,
кривая 2 - прерывистый круг 1й конфигурации,
кривая 3 - прерывистый круг 2й конфигурации.

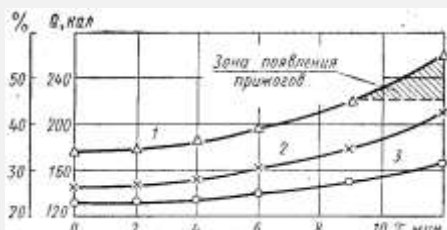
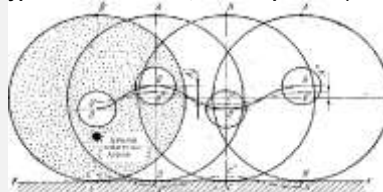


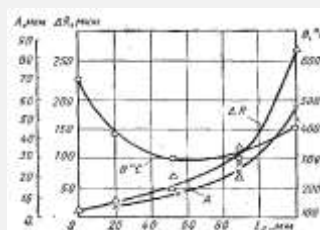
Схема формирования волнистости от биения круга (неуравновешенность, эксцентриситет)



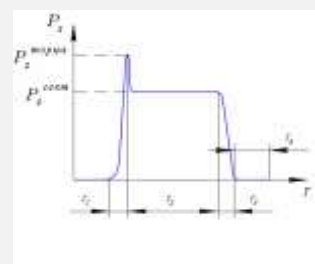
Изменение профиля выступа в течение периода стойкости



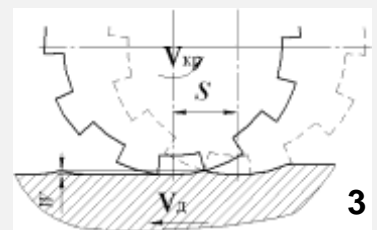
Зависимость температуры шлифования, радиального износа круга, амплитуды колебаний шпинделя от протяжённости впадины прерывистого круга, при шлифовании образцов Х12М (HRC 59-62).



Изменение силы резания Pz при шлифовании прерывистым кругом

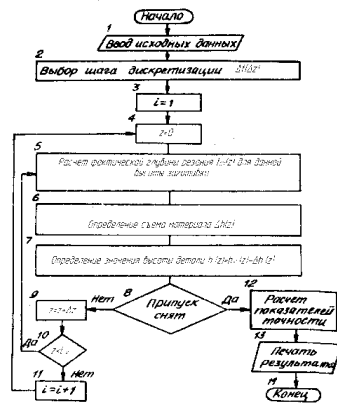


Прерывистость процесса плоского шлифования



АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАСЧЁТА ТОЧНОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ, ВЫБОР ГЕОМЕТРИИ ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

Блок-схема алгоритма расчёта параметров точности деталей



Математическая модель в общем виде

$$y(x, z) = y_0(x, z) + h(x, z) - \Delta x_{11}(x, z) - \Delta x_{12}(x, z)$$

$$y(x, z) = y_0(x, z) + h(x, z) - \Delta x_{11}(x, z) - \Delta x_{12}(x, z) - \Delta x_{13}(x, z) - \Delta x_{14}(x, z) - \Delta x_{15}(x, z) - \Delta x_{16}(x, z) - \Delta x_{17}(x, z) - \Delta x_{18}(x, z) - \Delta x_{19}(x, z) - \Delta x_{20}(x, z)$$

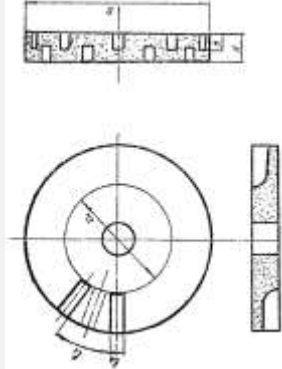
Расчёт ориент условной границы воспроизводимого поля

Недостатки модели:
не учитывает эффект самопаререзания волн

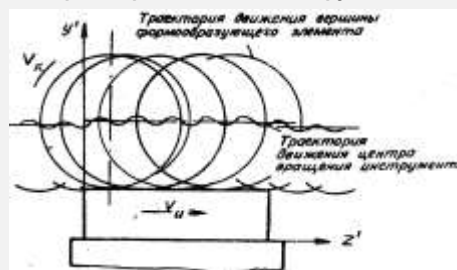
Алгоритм выбора конструктивных параметров шлифовального круга



Геометрические параметры шлифовального круга



Траектория движения инструмента



Недостатки модели:

- не учитывает колебания шлифовального круга
 - невозможно определить геометрические параметры непрямоугольных (косых) выступов
- Источник: Якимов, А. В. Абразивно-алмазная обработка фасонных поверхностей / А. В. Якимов - М.: Машиностроение, 1984. - 312 с

4

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

- ✗ **Цели исследования:** обеспечение заданных параметров волнистости при плоском прерывистом шлифовании периферией круга.
- ✗ **Задачи исследования:**
 - Разработать математическую модель расчёта высотных и шаговых параметров волнистости обрабатываемой поверхности для операций плоского шлифования периферией круга.
 - Разработать конструкцию прерывистого шлифовального круга, обеспечивающего снижение ударных нагрузок и увеличение периода стойкости.
 - Разработать методику проведения эксперимента и экспериментальный стенд для исследования механизмов образования волнистости и износа шлифовального круга.
 - Исследовать механизм износа рабочей поверхности прерывистого шлифовального круга и разработать мероприятия по увеличению стойкости шлифовального круга.

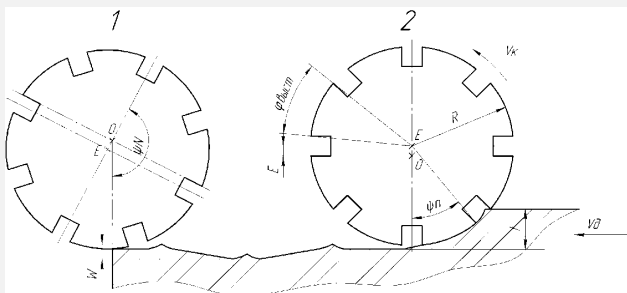
5

МОДЕЛЬ ЧЁРНОГО ЯЩИКА ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПРОФИЛЯ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Математическая модель как чёрный ящик



Процесс волнообразования при плоском прерывистом шлифовании



V_k – скорость вращения шлифовального круга;
 V_d – скорость перемещения детали;
 t – глубина резания;
 E – амплитуда колебаний центра шлифовального круга относительно оси вращения, гармоника первого порядка;
 R – радиус инструмента;
 $\varphi_{выст}$ – угловой размер выступа;
 $N_{выст}$ – количество выступов круга;
 ψ_n – угол между осью, проведенной через точки O и E , и осью, проведенной из центра круга (E) до начала (условно первого) выступа.
 N – количество проходов,
 ψ_N – фазовый сдвиг угла поворота круга при начале работы в каждом новом проходе.
 W_{max} – максимальная высота волнистости,
 W_z – высота волнистости,
 Sw – средний шаг волнистости.

6

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОФИЛЯ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

$$\left. \begin{aligned} x_B &= E \cdot \sin \varphi + B \cdot \varphi + \frac{R \cdot \sin \varphi}{\cos \varphi + B}, \\ y_B &= E \cdot \cos \varphi \pm W(\psi_n, \varphi_{впад}, N_{выст}, \varphi_n), \end{aligned} \right\}$$

x_B и y_B – координаты профиля обработанной поверхности в системе координат XOY ;
 φ – угол поворота шлифовального круга;
 E – амплитуда колебаний центра шлифовального круга относительно оси вращения, гармоника первого порядка;
 W – высота волнистости, вызванной прерывистостью процесса,

$$B = \frac{v_d \cdot R}{v_k}$$

V_k – скорость вращения шлифовального круга, м/сек;
 V_d – скорость перемещения детали, м/сек,
 R – радиус инструмента.

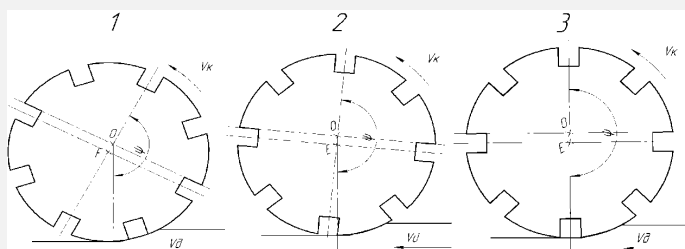
Условия выбора формулы для кусочно-непрерывной функции

$$W = F(\psi_n, \varphi_{впад}, N_{выст}, \varphi_n)$$

ψ_n – фазовое положение первого выступа относительно оси симметрии круга,
 $\varphi_{впад}$ – угловая величина впадины,
 $N_{выст}$ – число выступов круга,
 φ_n – локальный угол поворота круга (растет во время нахождения впадины в зоне резания)
 W – кусочно-непрерывная функция, учитывающая прерывистость процесса

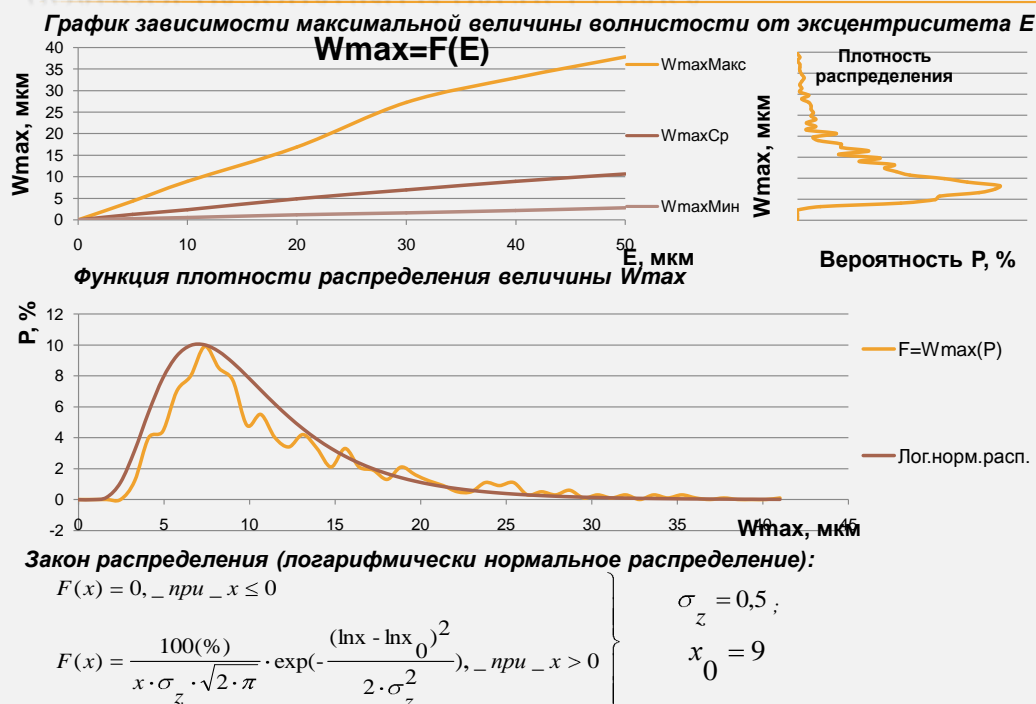
$$\left. \begin{aligned} 1) W &= 0, \\ 2) W &= R \cdot (1 - \cos(\varphi_n \cdot V_d / 60V_k)), \\ 3) W &= R \cdot (1 - \cos(\varphi_{впад} - \varphi_n) \cdot V_d / 60V_k), \end{aligned} \right\}$$

1) Условие, когда работает выступ
 2) Условие, когда угол поворота круга соответствует началу впадины.
 3) Условие, когда угол поворота круга соответствует середине впадины.



7

РЕЗУЛЬТАТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЛНООБРАЗОВАНИЯ И РАСЧЁТ БРАКА

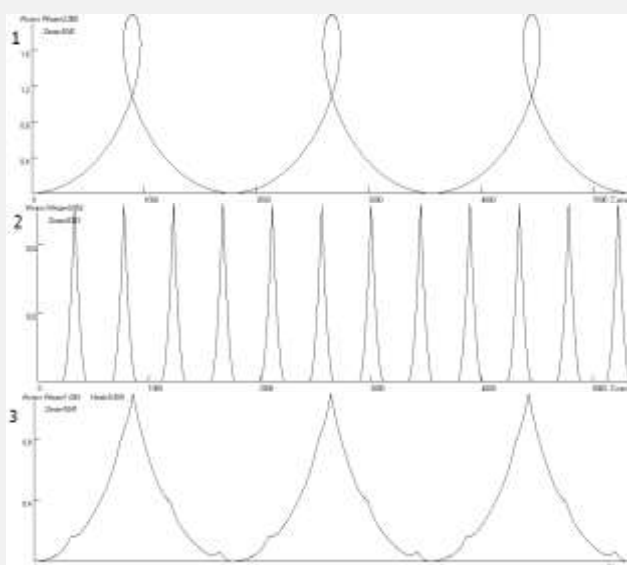


8

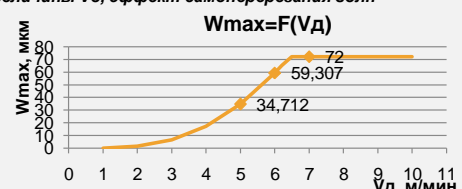
РЕЗУЛЬТАТЫ СЛОЖЕНИЯ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОБРАЗОВАНИЕ ПРОФИЛЯ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ, ЭФФЕКТ САМОПЕРЕРЕЗАНИЯ ВОЛН

Результаты сложения факторов, влияющих на образование профиля обработанной поверхности

- 1 – волнистость, возникающая в результате эксцентриситета,
- 2 – волнистость, возникающая в результате прерывистости процесса шлифования
- 3 – конечный профиль обработанной поверхности, учитывающий и 1й и 2й фактор



Зависимость максимальной высоты волнистости W_{\max} от величины V_d , эффект самоперерезания волн



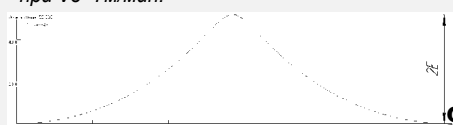
Функция, описывающая профиль поверхности при $V_d = 5 \text{ м/мин.}$



Функция, описывающая профиль поверхности при $V_d = 6 \text{ м/мин.}$



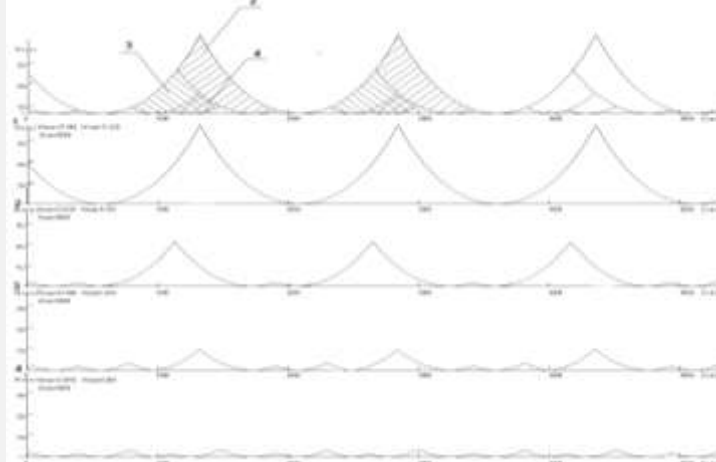
Функция, описывающая профиль поверхности при $V_d = 7 \text{ м/мин.}$



9

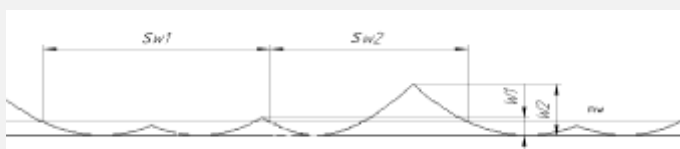
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОФИЛЯ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ МНОГОПРОХОДНОЙ ОБРАБОТКЕ

Входные данные: $E=100\text{мм.}$, $R=145\text{мм.}$, $V_k=30\text{м/с.}$, $V_d=3\text{м/мин.}$, $\phi_{\text{выст}}=30\text{град.}$, $\text{выступов: } 6$, $t=0\text{мм}$, $\phi_p=0$;



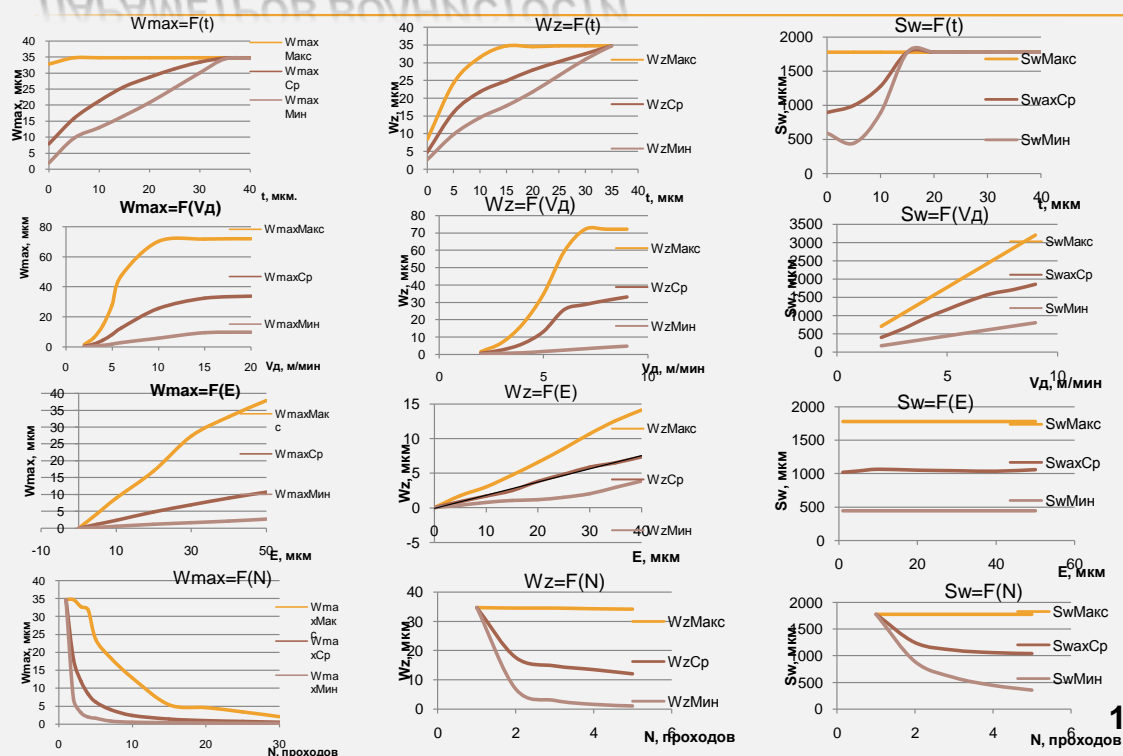
2 – Слой материала, снятый на 2м проходе
3 – Слой материала, снятый на 3м проходе
4 – слой материала, снятый на 4м проходе

Параметры полученной волнистости



10

РЕЗУЛЬТАТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОЛНИСТОСТИ



11

РАССЧЁТ ПРЕРЫВИСТОСТИ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

Конструкция шлифовального круга с непрямоугольными впадинами

1 - Абразивный диск, 2 - посадочное отверстие, 3 - периферийная поверхность абразивного диска, 4 – впадины, 5 - ось вращения круга

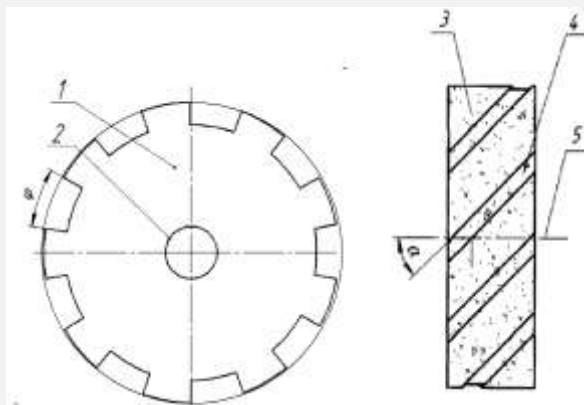
Условия бесприжоговой работы:

$$n_g \geq \frac{v_d \sqrt{\frac{2t}{R}}}{2\pi \cdot A_i \cdot n}$$

Условия безударной работы

$$\alpha = \arctg\left(\frac{l^2}{H}\right)$$

$$\alpha = 68$$



Геометрия рабочей поверхности инструмента



12

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРЕРЫВИСТЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ СНИЖЕНИЕ УДАРНЫХ НАГРУЗОК И УВЕЛИЧЕНИЕ СТОЙКОСТИ

Морфологический анализ существующих конструкций прерывистых шлифовальных кругов

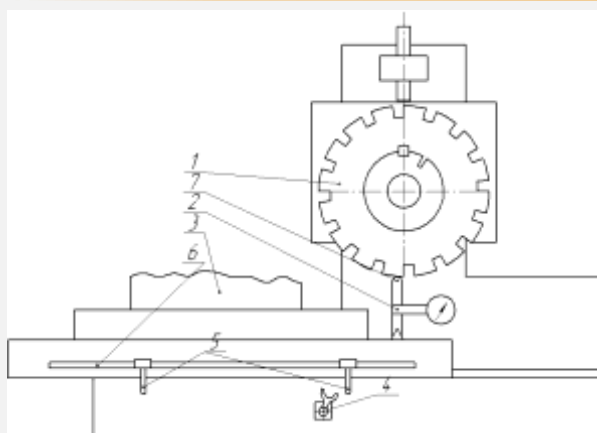
№	Атрибут	Варианты				
		1	2	3	4	5
1	тип расположения режущих выступов	равномерный	не равномерный	коллапсный	—	—
2	форма рабочей поверхности режущих выступов	прямоугольные	ромб	круг	ромб+прямоугольные	треугольные
3	способ пропитки рабочей поверхности	—	свободное капиллярное подпитывание	вакуумное насыщение	—	ультразвуковая импрегнация
4	пропитка рабочей поверхности	—	тыльные участки выступов	вся поверхность	через один выступ	фронтальные участки выступов
5	состав пропитки	—	бакелитовая смола	парафин	акетрик	серебристый графит

Разработанная конструкция шлифовального круга



13

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД



Характеристики инструмента

Марка круга	Диаметр выступов, мм	Число выступов	Угол выступа	проточка парафином
25A 40 CM2 K1	238	$n_{\text{выст}} = 6$	$\varphi_{\text{выст}} = 30^\circ$	1, 3, 5 выступы

Режим обработки

Скорость вращения круга, м/с	Скорость подачи стола, м/мин	Подача на двойной проход, мм	количество проходов, n
35	3 - 5	0,005 - 0,05	1 - 4

Оборудование:

Плоскошлифовальный станок модели ЗГ711

1. Прерывистый шлифовальный круг
2. Микрометрическая измерительная головка
3. Образец
4. Рычаг реверса стола
5. Переключатели реверса стола
6. Паз
7. Плоский наконечник

Шлифуемый образец установленный на магнитном столе плоскошлифовального станка



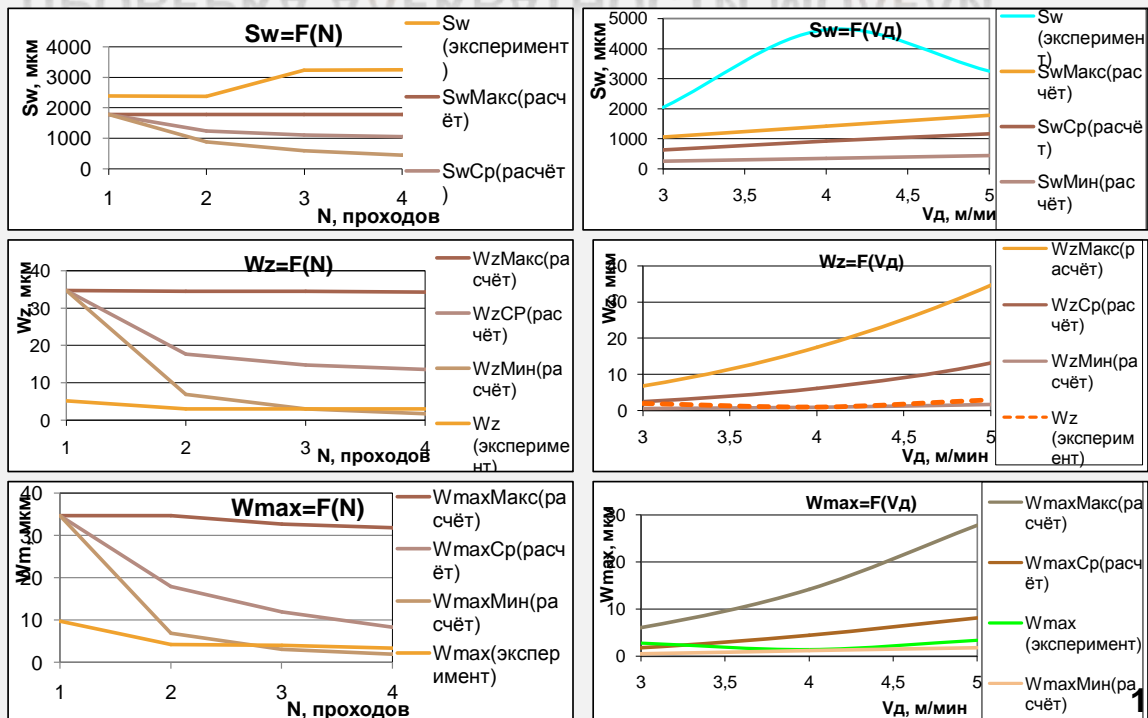
14

ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА



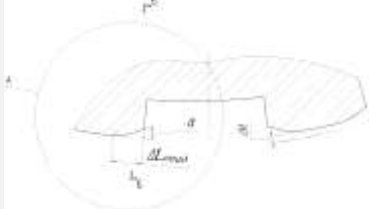
15

ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ МОДЕЛИ



ИЗМЕНЕНИЕ ПРОФИЛЯ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ИНСТРУМЕНТА В ТЕЧЕНИЕ ПЕРИОДА СТОЙКОСТИ

Геометрические параметры выступов, определяемые в ходе эксперимента



В - В сечения на круге, в которых определяются износ круга с целью выявления длин "фронтальных зон" всего 30 сечений

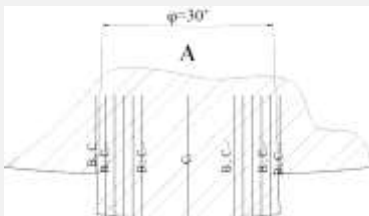
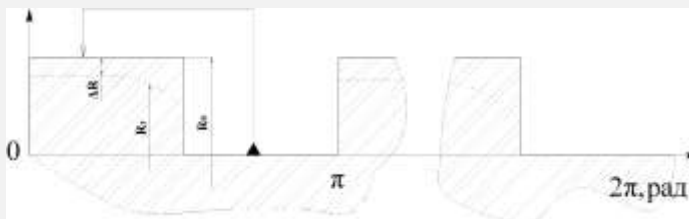
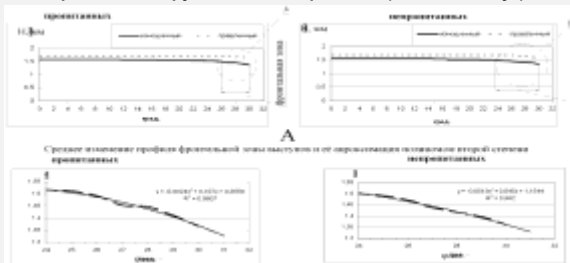


Схема измерения высоты выступа



Изменение профиля рабочей поверхности выступов прерывистого Шлифовального круга после 265 проходов ($T_0 = 15,13$ минут)



Коэффициенты функции профиля

Характеристики выступов	Коэффициенты		Средний износ	Противопоказание к применению (при $\phi_{max} > \phi_{фронт}$)	
	k1	k2			
прерывистый	-0,0024	0,167	0,3558	6,122	22
непрерывистый	-0,0015	0,045	1,1544	6,131	17

Функция профиля изношенной рабочей поверхности

$$\begin{cases}
 R_1 = R_0 - \Delta R - (k_1 x^2 + k_2 x + C), & \text{при } \phi_{с\text{ макс}} \leq (\phi_{макс} - \phi_{фронт}) \\
 R_1 = R_0 - \Delta R, & \text{при } \phi_{с\text{ макс}} > (\phi_{макс} - \phi_{фронт})
 \end{cases}$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

- ✗ Разработано программное обеспечение для расчёта параметров качества.
- ✗ Разработана конструкция шлифовального круга, обеспечивающего снижение ударных нагрузок.
- ✗ Разработан экспериментальный стенд для получения данных о формообразовании обрабатываемой поверхности при шлифовании.
- ✗ Разработаны технические решения по повышению стойкости инструмента, а именно пропитка круга.

18

ОБЩИЕ ВЫВОодЫ

- ✗ Разработанная математическая модель волнообразования позволяет, имея на входе такие параметры, как режимы резания (V_k , V_d , t), геометрические параметры шлифовального круга (E , R , $f_{выст}$, $N_{выст}$, ψ_p) и другие величины процесса шлифования (N , ψN), получить параметры прогнозируемой волнистости (W_{max} , W_z , Sw).
- ✗ Величины шаговых и высотных параметров волнистости распределены по логарифмически нормальному закону распределения, используя который можно рассчитать вероятность получения брака.
- ✗ Разработанная методика расчёта шлифовальных кругов позволяет производить расчёт геометрии прерывистых шлифовальных кругов с учётом эксцентриситета шлифовального круга и прерывистости процесса.
- ✗ Определено условие для безударной работы шлифовального круга с прямоугольными (косыми) впадинами: $\alpha = \arctg(l_2/H)$, где α – угол наклона впадин, l_2 – длина впадины, H – высота (ширина) круга.
- ✗ Исследован механизм износа рабочей поверхности шлифовального круга, подтвердивший эффективность использования пропитанных кругов. Было выявлено:
- ✗ - длина образования фронтальной зоны у непропитанного выступа больше чем у пропитанного на 5° ,
- ✗ - профиль выступа во фронтальной зоне у пропитанного выступа имеет более крутой характер и располагается с большим наклоном чем у непропитанного,
- ✗ - средний износ пропитанных выступов меньше чем у непропитанных на 0,009 мм.

19

Приложение Е – Форма титульного листа магистерской диссертации

Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Факультет (институт) _____
Кафедра _____

УДК. _____

Допустить к защите в ГАК

Зав. кафедрой _____
(подпись) (и.о. фамилия)
“ ” 201_ г.

тема магистерской диссертации

Пояснительная записка
к магистерской диссертации

обозначение документа

Магистрант группы _____

Научный руководитель _____
должность, ученое звание и.о., фамилия

Научные консультанты _____
должность, ученое звание подпись и.о., фамилия

должность, ученое звание подпись и.о., фамилия

ЛИТЕРАТУРА

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. - М.: Наука, 1971.- 283с.
2. Гончаров В.Д. Методологические основы научных исследований и достижения современной науки. Учебное пособие. Барнаул: Изд-во Алтайского гос. техн. ун-та им. И.И.Ползунова, 2008. – 160с.
3. Грушко И.М., Сиденко В.М. Основы научных исследований. - 3-е изд., перераб. и доп.- Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьковском ун-те, 1983.- 224с.
4. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. - М.: Наука, 1967. 368 с.
5. Джонс Д.К. Методы проектирования: Пер.с англ.- 2-е изд., доп.- М.: Мир, 1986.- 326с, ил.
6. Кузин Ф.А. Кандидатская диссертация. Методика написания, правила оформления и порядок защиты. Практическое пособие для аспирантов и соискателей ученой степени. - М.: Ось-89, 1997.- 208с.
7. Лукин Л.Н., Гончаров В.Д. Методология принятия эффективных инженерных решений: Учебное пособие.- Барнаул: Изд-во ОАО "Алтайский Дом печати", 2008. -267с.
8. Методические указания. Методика выбора и оптимизации контролируемых параметров технологических процессов, РДМУ 109-77.-М.: Изд-во стандартов, 1978.-64с.
9. Основы научных исследований: Учебник для технических вузов/ В.И.Крутов, И.М.Грушко, В.В.Попов и др. Под ред. В.И.Крутова, В.В.Попова. - М.: Высшая школа, 2009.- 400с.
10. Подготовка магистерской диссертации: Учебное пособие/Леонов С.Л., Марков А.М., Ситников А.А., Татаркин Е.Ю., Хоменко В.А. Барнаул: Изд-во Алтайского гос. техн. ун-та им. И.И.Ползунова, 1999.-49с.
11. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учеб. пособие для студентов втузов. - М.: Машиностроение, 2008.- 368с.
12. Информационное и методическое обеспечение поискового конструирования технологических систем: Учеб. пособие / Под ред. Е.Ю. Татаркина.- Барнаул: Изд-во Алт.гос.техн.ун-та им. И.И.Ползунова, 2006.-254 с.
- 13.Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ: Учеб. Пособие для вузов.-М.:Выш.шк., 1989. -367с.
- 14.Татаркин Е.Ю., Марков А.М., Ситников А.А. Методы творчества: Учебное пособие. Барнаул: Изд-во Алтайского гос. техн. ун-та им. И.И.Ползунова, 1998.- 84с.
15. СТП 12600-2005 Система менеджмента качества. Образовательный стандарт высшего профессионального образования АлтГТУ. Выпускная работа магистра (магистерская диссертация). Организация выполнения. Требования к содержанию и оформлению.
16. Пешель М. Моделирование сигналов и систем. -М.: Мир, 1981. -300 с.

17. Демидович Б.П., Марон И.А. и др. Численные методы анализа.- М.:Наука,1967.-368 с.
18. Адлер Ю.П., Маркова Е.А., Грановский Ю.В. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий.-М.:Наука,1976.-279 с.
19. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа.- М.:Наука,1981. - 487 с.
20. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике.-М.:Наука,1987.-430 с.
21. Силин С.С. Метод подобия при резании материалов. -М.: Машиностроение, 1979. -152 с.
22. Давыдов Э.Г. Исследование операций. -М.: Высшая школа, 1990. -383 с.
23. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. -М.: Наука, 1978. -399 с.
24. Венцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. -М.: Наука,1988. -208 с.
25. Колчин А.Ф., Овсянников М.В., Стрекалов А.Ф., Сумароков С.В. Управление жизненным циклом продукции. -М.: Анахарсис, 2002. -304 с.
26. Постановление Государственного комитета Российской Федерации по высшему образованию от 25.05.94 г. № 3 «Об утверждении Положения о магистерской подготовке (магистратуре) в системе многоуровневого высшего образования Российской Федерации»