**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**

**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  **УТВЕРЖДАЮ** Директор ЭНИН \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.М. Завьялов «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г. |

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Электромеханика и электрические аппараты**

основная образовательная программа подготовки аспиранта

по направлению 13.06.01 Электро- и теплотехника

Уровень высшего образования

подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

ТОМСК 2014 г.

**Предисловие**

### Рабочая программа составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов к основной образовательной программе высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 13.06.01 Электро- и теплотехника.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА на заседании обеспечивающей кафедры «Электротехнические комплексы и материалы» ЭНИН протокол № \_\_\_\_от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г.

 Научный руководитель программы

 аспирантской подготовки Ю.Н. Дементьев

1. Программа СОГЛАСОВАНА с институтами, выпускающими кафедрами специальности; СООТВЕТСТВУЕТ действующему плану.

 Зав. обеспечивающей кафедрой ЭКМ А.Г. Гарганеев

# ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# Рассматриваемая дисциплина является основной в подготовке аспирантов, обучающихся по профилю 05.09.01 Электромеханика и электрические аппараты.

Целями изучения дисциплины являются:

* приобретение знаний, необходимых для решения задач, связанных с разработкой новых методов и технических средств, повышающих эффективность эксплуатации и проектирования Электромеханических преобразователей энергии (ЭПЭ);
* приобретение навыков работы с современными программными продуктами, выполненными на базе микропроцессорной техники и персональных компьютеров и решение на этой базе практических задач моделирования, конструирования, производства, и эксплуатации ЭПЭ.
* иметь навыки оценки направлений деятельности электротехнических наук и производств по тематическим каталогам и научно-технических журналам;
1. **МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

2.1. Учебная дисциплина «Электромеханика и электрические аппараты» входит в вариативную частьмеждисциплинарный профессиональный модуль ООП.

2.2. Данная программа строится на преемственности программ в системе высшего образования и предназначена для аспирантов ТПУ, прошедших обучение по программе подготовки магистров, прослушавших соответствующие курсы и имея по ним положительные оценки. Она основывается на положениях, отраженных учебных программах указанных уровней. Для освоения дисциплины «Электромеханика и электрические аппараты» требуются знания и умения, приобретенные обучающимися в результате освоения ряда предшествующих дисциплин (разделов дисциплин), таких как:

* Теория электромеханического преобразования энергии,
* Комплексная автоматизация технологических процессов,
* Системы автоматизированного проектирования электрических машин и аппаратов,
* Современные методы математического моделирования электрических машин и аппаратов,
* Бесконтактные и специальные электрические машины и аппараты,
* Электропривод переменного тока.

2.3. Дисциплина «Электромеханика и электрические аппараты» необходима при подготовке выпускной квалификационной работы аспиранта и подготовке к сдаче кандидатского экзамена.

1. **ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины «Электромеханика и электрические аппараты» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ООП по направлению подготовки Электро- и теплотехника:

1. ***Универсальных компетенций:***
	* способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
	* способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
	* готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
	* готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
	* способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);
	* способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6).
2. ***Общепрофессиональных компетенций:***
* владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
* владением культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
* способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
* готовностью организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности (ОПК-4);
* готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным про-граммам высшего образования (ОПК-5).
1. ***Профессиональных компетенций:***
* углубленным изучением теоретических и методологических основ проектирования, эксплуатации и развития электротехники (ПК-1);
* способностью ставить и решать инновационные задачи,связанные с разработкой методов и технических средств, повышающих эффективность эксплуатации и проектирования электротехнических изделий с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний (ПК-2);
* умением проводить анализ, самостоятельно ставить задачу исследования наиболее актуальных проблем, имеющих значение для электротехнической отрасли, грамотно планировать эксперимент и осуществлять его на практике (ПК-3);
* умением работать с аппаратурой, выполненной на базе микропроцессорной техники и персональных компьютеров для решения практических задач эксплуатации и управления электромеханическими системами (ПК-4).

По окончании изучения дисциплины аспиранты должны будут:***знать:***

* современные достижения науки и передовые технологии в области электротехники;
* производственно-технологические режимы работы электротехнических изделий;
* основы оптимального проектирования электрических машин и аппаратов;
* современные проблемы научно-технического развития сырьевой базы, современные технологии утилизации отходов электроэнергетической и электротехнической промышленности, научно-техническую политику в области технологии и проектирования электротехнических изделий;

***уметь:***

* оценивать перспективные направления развития электрических машин и аппаратов с учетом мирового опыта и ресурсосбережения;
* применять современные методы и средства исследования для решения конкретных задач развития электротехники;
* оценивать эффективность систем управления технологическими процессами на производстве;
* проводить работы по выбору и настройке систем управления автоматизированными технологическими процессами;
* устанавливать причины снижения качества электрической энергии;

***иметь опыт:***

* планирования процессов решения научно-технических задач;
* анализа работы технических средств управления режимами электротехнических изделий;
* оптимального проектирования электрических машин и аппаратов;
* конструирования ЭПЭ с использованием САПР ЭМ;
* анализа работы устройств ЭПЭ при аварийных ситуациях;
* работы с программно-аппаратными средствами управления технологическими процессами.
1. **СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
	1. **Разделы дисциплины и виды занятий**

Приводимая ниже таблица показывает вариант распределения бюджета учебного времени, отводимого на освоение основных модулей предлагаемого курса согласно учебному плану в 3 и 4 семестрах.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование разделов и тем | Трудоемкость (в ЗЕТ) | Объем работы(в часах) | Всего учебных занятий (в часах) |
| лекции | семинары | самостоятельная работа  | Кандидатский экзамен |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **Раздел 1. Современное состояние электротехнических наук** |
| Тема 1. Значимость и роль электротехнических наук (ЭТН) в современной жизни |  | 10 |  | 2 | 8 |  |
| Тема 2. Современная классификация ЭТН |  | 14 |  | 4 | 10 |  |
| **Раздел 2. Теория проектирования электрических машин (ПЭМ)** |
| Тема 3. Основные положения ПЭМ |  | 10 |  | 2 | 8 |  |
| Тема 4. Вибрация и шум ЭМ |  | 12 |  | 2 | 10 |  |
| Тема 5. Конструкция ЭМ переменного и постоянного тока |  | 14 |  | 4 | 10 |  |
| Тема 6. Конструкция ЭМ переменного и постоянного тока |  | 14 |  | 4 | 10 |  |
| Тема 7. Тепловой и вентиляционный расчеты при проектировании ЭМ |  | 14 |  | 4 | 10 |  |
| **Раздел 3. Системы автоматизированного проектирования (САПР) ЭМ**  |
| Тема 8. Цели САПР ЭМ |  | 18 |  | 4 | 14 |  |
| Тема 9. Состав САПР ЭМ |  | 18 |  | 4 | 14 |  |
| Тема 10. Современные отечественные и зарубежные САПР |  | 22 |  | 6 | 16 |  |
| **Раздел 4. Оптимальное проектирование ЭМ** |
| Тема 11. Постановка задачи оптимального проектирования ЭПЭ |  | 22 |  | 6 | 16 |  |
| Тема 12. Методы перебора при оптимальном проектировании ЭПЭ |  | 22 |  | 6 | 16 |  |
| Тема 13. Методы направленного поиска при оптимальном проектировании ЭПЭ |  | 13 |  | 3 | 10 |  |
| **Раздел 5. Методы моделирования при автоматизации проектирования ЭМ** |
| Тема 14. Физические методы моделирования |  | 13 |  | 3 | 10 |  |
| Тема 15. Математические методы моделирования  |  | 15 |  | 3 | 12 |  |
| **Раздел 6. Задачи, решаемые аппаратно-программными средствами и их техническая реализация** |
| Тема 16. Перспектива перехода от двухмерного к трехмерному проектированию |  | 13 |  | 3 | 10 |  |
| Тема 17. Технико-экономические расчеты |  | 13 |  | 3 | 10 |  |
| Тема 18. Теория надежности |  | 13 |  | 3 | 10 |  |
| Тема 19. Тематика практических занятий |  | 54 |  | 6 | 48 |  |
| **Всего по дисциплине** | **9** | **324** |  | **72** | **252** |  |

**4.2.** **Содержание разделов и тем**

**Раздел 1. Современное состояние электротехнических наук**

**Тема 1.** Значимость и роль электротехнических наук (ЭТН) в современной жизни

История развития мировой электротехники

**Тема 2.** Современная классификация ЭТН

Академия электротехнических наук РФ и ее отделения. Проблемы электротехники, электромеханики и электротехнологий.

**Раздел 2. Теория проектирования электрических машин (ПЭМ)**

**Тема 3.** Основные положения ПЭМ

Основные термины и определения. Содержание место ПЭМ в обучении. Требования, предъявляемые при проектировании к электрическим машинам. Современные методы проектирования электрических машин. Проектирование серий.Электрические параметры. Потери и коэффициент полезного действия.

**Тема 4.** Вибрация и шум ЭМ

Вибрация электрических машин (причины возникновения, измерение вибрации, балансировка, способы снижения вибрации). Влияние вибрации на окружающую среду и на человека. Шум в электрических машинах, причины возникновения, измерение уровня шума, способы снижения шума). Влияние шума на окружающую среду и на человека.

**Тема 5** Конструкция ЭМ переменного и постоянного тока

Материалы, применяемые в электромашиностроении: проводниковые, изоляционные, магнитные, конструкционные, смазочные, охлаждающие среды (агенты). Требования к материалам. Основные конструктивные исполнения электрических машин: по степени защиты от внешних воздействий (IP), по способу охлаждения (IC), по способу монтажа (IM). Климатические условия работы.

Сердечники машин переменного тока. Сердечники машин постоянного тока.

Неподвижные конструктивные элементы. Вращающиеся конструктивные элементы

**Тема 6.** Особенности проектирования серий ЭМ

Серийное производство имеет преимущества при изготовлении, монтаже и эксплуатации. Оно характеризуется шкалами мощностей, частот вращения и высотой оси вращения.

**Тема 7.** Тепловой и вентиляционный расчеты при проектировании ЭМ

Проводятся при проектировании всех ЭПЭ для проверки хорошей работы при эксплуатации для всех возможных режимов работы. Для всех элементов электрических машин и аппаратов установлены допустимые пределы нагрева.

**Раздел 3. Системы автоматизированного проектирования (САПР) ЭМ**

**Тема 8.** Цели САПР ЭМ

Основными целями дисциплины являются: формирование углубленных знаний студентов об инженерном проектировании электрических машин и теоретической базе построения САПР; общих методах проектирования электромеханических преобразователей энергии с использованием современных ЭВМ; получение навыков использования САПР при проектировании конкретных типов электрических машин и аппаратов.

Роль САПР на современном этапе развития технического и социального прогресса. Основные понятия по применению САПР, как инструмента проектировщика. Автоматизированное и неавтоматизированное проектирование. Цели автоматизированного проектирования. Предмет автоматизированного проектирования. Электрическая машина как сложный объект. Функции системы автоматизированного проектирования.

**Тема 9.** Состав САПР ЭМ

Методология автоматизированного проектирования. Блочно-иерархический подход к проектированию в САПР ЭМ. Составные части процесса проектирования электрических машин. Типовые проектные процедуры: синтез и анализ и их классификация. Место синтеза и анализа в процессе проектирования. Основные принципы создания САПР. САПР как организационно-техническая система. Виды обеспечения систем автоматизированного проектирования. Описание, анализ и оценка использования САПР в электромашиностроении. Комплекс средств автоматизированного проектирования. Структура базовой САПР электрических машин. Развитие автоматизированного проектирования в нашей стране и за рубежом. Отечественные и зарубежные системы автоматизированного проектирования.

**Тема 10.** Современные отечественные и зарубежные САПР

Роль САПР на современном этапе развития технического и социального прогресса. Основные понятия по применению САПР, как инструмента проектировщика. Автоматизированное и неавтоматизированное проектирование. Цели автоматизированного проектирования. Предмет автоматизированного проектирования. Электрическая машина как сложный объект. Функции системы автоматизированного проектирования. Современные отечественные и зарубежные САПР. Классификация систем. Указать известные вам системы, их достоинства и недостатки.

**Раздел 4. Оптимальное проектирование ЭМ**

**Тема 11.** Постановка задачи оптимального проектирования ЭПЭ

Постановка задачи оптимального проектирования электрических машин.

Критерии оптимальности электрических машин. Целевая функция, независимые переменные и ограничения при оптимальном проектировании. Графическая интерпретация оптимального проектирования.

**Тема 12.** Методы перебора при оптимальном проектировании ЭПЭ

Графическая интерпретация оптимального проектирования. Методы оптимального проектирования, их классификация: методы перебора (методы упорядоченного перебора и методы случайного перебора). Достоинства и недостатки методов оптимального проектирования электрических машин. Рекомендации по применению методов оптимального проектирования электрических машин.

**Тема 13.** Методы направленного поиска при оптимальном проектировании ЭПЭ

Графическая интерпретация оптимального проектирования. Методы оптимального проектирования, их классификация; методы направленного поиска (одноэтапные методы и многоэтапные методы). Одноэтапные методы – градиентные и методы возможных направлений. Многоэтапные методы – методы покомпонентного улучшения и методы динамического программирования. Достоинства и недостатки методов оптимального проектирования электрических машин. Рекомендации по применению методов оптимального проектирования электрических машин.

**Раздел 5. Методы моделирования при автоматизации проектирования ЭМ**

**Тема 14.** Физические методы моделирования

Математическое и физическое моделирование. Роль математических и физических моделей в системах автоматизированного проектирования. Недостатки и достоинства физического моделирования. Наиболее известные отечественные и зарубежные программные продукты по моделированию и их применение при проектировании и анализу электрических машин и аппаратов.

**Тема 15.** Математические методы моделирования

Математическое и физическое моделирование. Роль математических моделей в системах автоматизированного проектирования. Недостатки и достоинства математического моделирования. Наиболее известные отечественные и зарубежные программные продукты по математическому моделированию и их применение при проектировании и анализу электрических машин и аппаратов.

**Тема 16.** Перспектива перехода от двухмерного к трехмерному проектированию

Схема процесса конструирования. Модели графических документов. Входные, внутренние и выходные формы моделей. Комплекс задач по конструированию. Структура чертежно-графической подсистемы. Схема организации процесса конструирования. Перспективы перехода от двухмерного трехмерному проектированию. Основные недостатки 2D-системы. T-FLEX CAD – один из вариантов перехода к трехмерному проектированию. Преимущества 3D моделирования. Система автоматизированного проектирования T-FLEX. Конструкторская подготовка производства на базе программных продуктов T-FLEX. Принципы конструирования. Пример разработки конструкции асинхронных двигателей на ЭВМ.

**Тема 17.** Технико-экономические расчеты

Технико-экономические расчеты в САПР ЭМ (по отраслям) и использование для этих целей современных компьютерных технологий. Теория интерполяции и аппроксимации; методы приближения функций в расчетах по электротехническим комплексам и системам.

**Тема 18.** Теория надежности

Оценка эксплуатационной надежности и техническая диагностика ЭПЭ.

**Тема 19.** Тематика практических занятий

1. **ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Технология процесса обучения по дисциплине «Электромеханика и электрические аппараты» включает в себя следующие образовательные мероприятия:

а) аудиторные занятия (лекционно-семинарская форма обучения);

б) самостоятельная работа студентов;

г) контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончанию;

д) зачет в 3 семестре; экзамен в 4 семестре. В учебном процессе используются как активные, так и интерактивные формы проведения занятий: дискуссия, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор) и технологии проблемного обучения.

Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия.

Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Самостоятельная работа организована в соответствие с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

* самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
* поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

* постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Электромеханика и электрические аппараты» и формирует необходимые компетенции;
* решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность аспирантов.
1. **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Цель контроля - получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.**6.1. Текущий контроль**

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Текущий контроль знаний учащихся организован как устный групповой опрос (УГО).

Текущая самостоятельная работа студента направлена на углубление и закрепление знаний, и развитие практических умений аспиранта.

**6.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины «Электромеханика и электрические аппараты». Форма аттестации – кандидатский экзамен в письменной или устной форме. Кандидатский экзамен проводится в 4 семестре.

Экзаменационный билет состоит из трех теоретических вопросов, тематика которых представлена в программе кандидатского экзамена.

На кандидатском экзамене аспирант должен продемонстрировать высокий научный уровень и научные знания по дисциплине «Электромеханика и электрические аппараты».

**6.3. Список вопросов для проведения текущего контроля и устного опроса обучающихся:**

1. История развития мировой электротехники
2. Проблемы электротехники, электромеханики и электротехнологий.
3. Современные методы проектирования электрических машин.
4. Вибрация и шум электрических машин, причины возникновения, измерение и способы их снижения вибрации.
5. Конструкция ЭМ переменного и постоянного тока
6. Особенности проектирования серий ЭМ
7. Тепловой и вентиляционный расчеты при проектировании ЭМ
8. Цели и задачи САПР ЭМ.
9. Состав САПР ЭМ.
10. Роль САПР на современном этапе развития технического и социального прогресса.
11. Постановка задачи оптимального проектирования электрических машин.
12. Методы перебора при оптимальном проектировании ЭПЭ, их достоинства и недостатки.
13. Методы направленного поиска при оптимальном проектировании ЭПЭ, их достоинства и недостатки.
14. Недостатки и достоинства физического моделирования в САПР ЭМ
15. Достоинства и недостатки математического моделирования в САПР ЭМ.
16. Перспективы перехода от двухмерного к трехмерному проектированию в САПР ЭМ.
17. Технико-экономические расчеты в САПР ЭМ и использование для этих целей современных компьютерных технологий.
18. Оценка эксплуатационной надежности и техническая диагностика ЭПЭ.
19. **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Основная литература**

1. Проектирование электрических машин: Учеб. для вузов /И.П. Копылов, В.К.Клоков, В.П.Морозкин, Б.Ф. Токарев; Под ред. И.П. Копылова. – 6-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 2009. – 757 с.
2. Поляков В.А. Основы технической диагностики. –М.: Инфра-М, 2013.-120 с.
3. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учебник для вузов.- М.: Изд. МГТУ им Н.Э. Баумана, 2009. – 431 с.
4. Григораш О.В. Электротехника и электроника. – Ростов-на-Дону; Краснодар: Фе­никс: Неоглори, 2008. 223 с.
5. Розанов Ю.К. Электрические и электронные аппараты. – М.: Информэлектро, 2001. - 161 с.
6. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника. – М.: Высшая школа, 2005. – 304 с.
7. Келим Ю.М. Электромеханические и магнитные элементы систем автоматики. – М.: Высшая школа, 2004. – 304 с.
8. Александров К.К., Кузьмина Е.Г. Электротехнические чертежи и схемы. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 286 с.
9. Алиев И.И., Абрамов М.Б. Электрические аппараты. Справочник, – М.: РадиоСофт, 2005. – 251 с.
10. Проектирование технологических процессов сборки машин./ Под общ. ред. А.А.Жолобова. – Мн.: Новое знание, 2005. – 410 с.
11. Гольдберг О.Д. Испытания электрических машин. - М.: Высш. шк.,2000.- 255 с.
12. Проектирование технологических процессов в машиностроении / под общ. ред. И.П. Филонова. – Мн.: УП «Технопринт», 2003. – 910 с.
13. Малкин В.С. Техническая диагностика. Учебник для вузов. –М.: Издательство «Лань», 2013. -207 с.
14. Диагностика и техническое обслуживание машин : учебник для вузов / А. Д. Ананьин [и др.]. — М. : Академия, 2008. — 429 с. : ил.
15. Петров И. В. ПЗО Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / Под ред. проф, В. П. Дьяконова. − М.: СОЛОН-Пресс, 2004. − 256 с.
16. Юров В. И. Assembler : специальный справочник / В.И. Юров. − 2-е изд. − СПб.: Питер, 2005. − 411.
17. Калабеков Б. А. Цифровые устройства и микропроцессорные системы: учебник для техникумов связи. − М.: Горячая линия-Телеком, 2000. − 336 с.
18. Костров Б. В. Микропроцессорные системы : учебное пособие − М. : Десс : ТехБук, 2006. − 208 с.

**Дополнительная литература**

1. Бунаков П.Ю. Сквозное проектирование в T-FLEX. М.: ДМК Пресс, 2009. – 400 с.
2. Лопухина Е.М. Автоматизированное проектирование электрических машин малой мощности: Учеб. пособие / Лопухина Е.М., Семенчуков Г.А. – М.: Высш. шк., 2002. – 511 с.
3. Гольдберг О.Д. Инженерное проектирование и САПР. - М.: Академия, 2008. 331 с.
4. Аветисян Д.А. Автоматизация проектирования электрических систем и устройств. – М.: Высш. шк., 2005. – 511 с.
5. Берлинер Э.М., Таратынов О.В. САПР в машиностроении. М.: Форум, 2008. – 448 с.
6. Биргер И. А. Техническая диагностика. –М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.
7. Болотин В. В. Прогнозирование  ресурса машин и конструкций. – М.: Машиностроение, 1984. –312.
8. Вибродиагностика подшипниковых узлов электрических машин/ Марченко Б. Г., Мыслович М. В. – Киев: Наук. Думка, 1992. – 195 с.
9. Герике Б. Л. Мониторинг и диагностика технического состояния машинных агрегатов Ч. 1: Мониторинг технического состояния по параметрам вибрационных процессов. –1999. – 188 с.
10. Герике Б. Л. Мониторинг и диагностика технического состояния машинных агрегатов Ч. 2: Диагностика технического состояния на основе анализа вибрационных процессов. –1999. – 229 с
11. Фирсатов В. Г., Застрогин Ю. Ф. Кулбянин А. З. Автоматизированные приборы диагностики и испытаний. –М.: Машиностроение, 1995
12. Гусев В. Г. Электроника и микропроцессорная техника: учебник для вузов − М.: Высшая школа, 2008. − 798 с.
13. Кузин А. В. Микропроцессорная техника: учебник для среднего профессионального образования − М.: Академия, 2007. − 304 с.
14. Агунов М.В. Микропроцессоры в вопросах и ответах: Учебное пособие. – Тольятти: ТолПИ, 2000. – 82 с.
15. Изучение системы команд микроконтроллера К1816ВЕ51: метод. указания к лабораторному практикуму по курсу «Микропроцессорные устройства систем управления» / сост. В.А. Добряк, В.П. Мокрецов. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ–УПИ. 2006 − 44 с.

**Вспомогательная литература**

**Интернет-ресурсы:**

<http://www.power-e.ru> – журнал «Силовая электроника»;

<http://www.platan.ru> – каталог электронных компонентов**;**

<http://www.osp.ru> – рекомендации по опубликованию научных трудов;

<http://www.vak.ed.go.ru> – официальный сайт Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации;

<http://window.edu.ru/window_catalog/files/2901/metod37.pdf> – основы научных исследований;

<http://www.gaps.tstu.ru/win-1251/lab/ped/9.html> – технология обучения магистрантов в техническом вузе;

<http://www.fips.ru> – Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент);

<http://www.news.elteh.ru> – журнал «Новости электротехники».

[*http://www.siemens.com-*](http://www.siemens.com-)сайт фирмы Siemens.

**МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Компьютерные классы с пакетами прикладных программ

2. Учебные лаборатории по разделам федеральной компоненты курса.

3. Научно-исследовательские лаборатории по региональной и вузовской компонентам курса.

 Рабочую программу составил профессор

кафедры ЭКМ О.П. Муравлёв