

УТВЕРЖДАЮ
Директор ЭНИИ


В.М. Завьялов

« 1 » 09 2015 г.

**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МЕХАТРОНИКА АВТОНОМНЫХ ОБЪЕКТОВ»**

Направление ООП: 13.04.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
Профиль подготовки: Электротехнические комплексы автономных объектов
Квалификация (степень): магистр
Базовый учебный план приема 2015 г.
Курс 2; Семестр 3
Количество кредитов: 6
Код дисциплины: ДИСЦ.В.М.1.5

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	8
Практические занятия, ч	16
Лабораторные занятия, ч	24
Аудиторные занятия, ч	48
Самостоятельная работа, ч	168
ИТОГО, ч	216

Вид промежуточной аттестации: экзамен, диф. зачет

Обеспечивающее подразделение: кафедра «Электротехнические комплексы и материалы»

Заведующий кафедрой:



д.т.н., профессор А.Г. Гарганеев

Руководитель ООП:



д.т.н., доцент В.М. Завьялов

Преподаватель:



к.т.н., доцент Е.П. Богданов

2015 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения данной дисциплины магистрант приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей **Ц2** и **Ц3** основной образовательной программы «Электротехнические комплексы автономных объектов».

Дисциплина нацелена на подготовку магистрантов к:

- анализу состояния и динамики объектов деятельности;
- созданию теоретических моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов деятельности;
- проведению экспериментальных исследований;
- разработке планов, программ и методик проведения испытаний бесконтактных и специальных электрических машин и аппаратов и их элементов;
- применению методов анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества, испытаний и сертификации продукции;
- использованию компьютерных сетей для создания информационной базы конкретного научного исследования;
- разработке и использованию систем автоматизированного проведения эксперимента;
- использованию компьютерных технологий моделирования и обработки результатов;
- оформлению результатов исследований в виде научной публикации;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина относится к профессиональному модулю (ДИСЦ.В.М.1.5).

Дисциплине предшествует освоение дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ): «Энергосбережение и энергоаудит предприятия», «Микропроцессорные средства и системы», «Современные технологии проектирования объектов электроэнергетических систем», «Современные технологии проектирования электротехнических устройств и изделий», «Современные проблемы электроэнергетики», «Современные проблемы электротехники».

Содержание разделов дисциплины «Мехатроника автономных объектов» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ): «Микропроцессорные устройства в электрооборудовании автономных объектов», «Инженерное проектирование электрических машин», «Технология производства электрических машин и аппаратов», «Испытания и техническая диагностика электрических машин и аппаратов».

Дисциплина «Мехатроника автономных объектов» непосредственно связана с дисциплинами естественнонаучного и математического цикла (физика, химия, математика) и общепрофессионального цикла (теоретические основы электротехники, физические основы электроники) и опирается на освоенные при изучении указанных дисциплин знания и умения.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р1	31.1	методов и средств познания, самостоятельного обучения и самоконтроля	У1.1	осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования	В1.1	использования основных методов организации самостоятельного обучения и самоконтроля
	31.2	современных тенденций развития технического прогресса в области производства бесконтактных электрических машин и аппаратов	У1.2	критически оценивать свои достоинства и недостатки	В1.2	приобретения необходимой информации с целью повышения квалификации и расширения профессионального кругозора
	31.3	методов и средств познания, самостоятельного обучения и самоконтроля	У1.3	осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования	В1.3	использования основных методов организации самостоятельного обучения и самоконтроля
	33.2	методов и форм организации работы коллектива исполнителей, принципов принятия управленческих решений в условиях различных мнений	У3.2	проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности	В3.2	убеждения членов коллектива и руководства в своей правоте при решении профессиональных задач
Р4	34.1	основных методов, способов и средств получения, хранения и переработки информации	У4.1	применять компьютерную технику и информационные технологии для расчета показателей надежности низковольтных обмоток	В4.1	использования современных технических средства и программных продуктов (MathCAD, Excel) для расчета автономных объектов
Р6	36.1	современные достижения науки и передовой технологии в области мехатроники автономных объектов	У6.1	осуществлять выбор компонентов автономных объектов в зависимости от конкретных условий эксплуатации	В6.1	планирования процесса проектирования бесконтактных и специальных устройств
	36.3	современные аналитические методы и модели комплексного инженерного анализа	У6.3	применять современные методы и средства исследования для определения характеристик и параметров магнитной и бесконтактной аппаратуры	В6.3	работы с системами автоматизированного проектирования

Результаты обучения	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
P8	38.1	стандарты, ГОСТы и нормативные материалы, регламентирующие испытания и применение бесконтактных устройств	У8.1	разрабатывать методические и нормативные материалы	В8.1	работы с технической документацией и стандартами
	38.2	технические ограничения в работе оборудования	У8.2	осуществлять экспертизу технической документации	В8.2	анализа количественного влияния различных факторов на надежность полупроводниковых и магнитных устройств
	38.3	основных компьютерных технологий моделирования для оптимизации технологических процессов создания бесконтактной аппаратуры	У8.3	решать комплексные проблемы на основе факторного планирования эксперимента с целью достижения определенного результата	В8.3	использования специализированного программного обеспечения для решения профессиональных задач
P10	310.1	элементной базы электрооборудования и установок, их функциональное назначение и устройство применительно к объектам электроэнергетики и электротехники	У10.1	составлять планы, графики, программы работ по монтажу, наладке, регулировке и испытаниям электроэнергетического и электротехнического оборудования	В10.1	участия в монтажных, наладочных, ремонтных и профилактических видах работ с электроэнергетическим и электротехническим оборудованием

В результате освоения дисциплины студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины

№ п/п	Результат
РД 1	Знание современных тенденций развития бесконтактного оборудования на основе электрических машин и аппаратов
РД 4	Опыт расчетного определения показателей надежности автономных объектов
РД 6	Знание современных методов и средств оценки технологических и эксплуатационных свойств автономных объектов
РД 8	Знание и опыт работы с ГОСТами и соответствующей нормативно-технической документацией
РД 10	Знание основных технологических операций и видов оборудования для производства автономных объектов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Общие вопросы теории мехатронных устройств

Лекция. Перспективы применения электронных аппаратов, области применения электронных элементов в электроаппаратостроении и электромашиностроении. Достоинства и недостатки устройств с электронными и магнитными элементами.

Раздел 2. Полупроводниковые электрические аппараты

Лекция. Бесконтактные коммутирующие и регулирующие полупроводниковые устройства переменного тока.

Тиристорные коммутирующие и регулирующие устройства в сетях переменного тока. Фазорегулирующие устройства. Работа фазорегулируемых тиристорных усилителей. Тиристорные коммутаторы. Примеры практического использования тиристорных коммутирующих и регулирующих устройств.

Раздел 4. Бесконтактная аппаратура защиты энергоустановок

Лекция. Реле защиты на операционных усилителях. Проектирование устройств на операционных усилителях. Типы серийных реле защиты на операционных усилителях. Примеры полупроводниковых реле на интегральных операционных усилителях.

Раздел 5. Бесконтактные электродвигатели постоянного тока и шаговые двигатели

Лекция. Конструкции, принципы действия, области применения бесконтактных двигателей постоянного тока и шаговых двигателей.

Лабораторная работа 1. Тиристорные коммутаторы в трехфазных цепях переменного тока.

Лабораторная работа 2. Датчики линейных перемещений.

Лабораторная работа 3. Датчики угловых перемещений.

Лабораторная работа 4. Шаговый двигатель.

Лабораторная работа 5. Исследование характеристик коммутационных устройств на основе логических элементов.

Лабораторная работа 6. Реле контроля и защиты электроустановок.

Лабораторная работа 7. Бесконтактный двигатель постоянного тока.

Лабораторная работа 8. Ключевой транзисторный усилитель.

Практическое занятие 1. Выбор электрической схемы тиристорного коммутационного устройства.

Практическое занятие 2-5. Расчет и выбор элементов электрической схемы.

Практическое занятие 6. Поверочный и тепловой расчеты схемы.

Практическое занятие 7. Оформление графической части.

Практическое занятие 8. Итоговое занятие.

5. ОРГАНИЗАЦИЯ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ (СРС)

5.1. Виды и формы СРС.

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в:

- работе магистрантов с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме и выбранной теме магистерской диссертации;
- выполнении домашних заданий;
- переводе материалов из тематических информационных ресурсов с иностранных языков;
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- изучении теоретического материала к лабораторным занятиям;
- изучении инструкций к приборам и подготовке к выполнению лабораторных работ;
- подготовке к экзамену.

Творческая самостоятельная работа (ТСР) направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала магистрантов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по определенной теме исследований;
- анализе статистических и фактических материалов по заданной теме, проведении расчетов, составлении схем и моделей на основе статистических материалов;
- выполнении расчетно-графических работ;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

5.2. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

6. СРЕДСТВА ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ)

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности магистрантов для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

Таблица 3

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Контрольные вопросы, задаваемые при выполнении и защитах лабораторных и практических работ.	РД1
Контрольные вопросы, задаваемые при защите индивидуальных заданий и курсовых проектов	РД1, РД4
Задания в ходе выполнения НИРС. Задания на самостоятельную проработку. Вопросы для самоконтроля.	РД4, РД6
Вопросы, выносимые на экзамен.	РД1, РД4, РД6

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролирующих мероприятий предусмотрены следующие средства фонда оценочных средств:

Темы индивидуальных заданий:

- Выбор рабочей точки транзисторного усилителя;
- Выбор элементов тиристорной регулирующей аппаратуры;
- Современное состояние и тенденции развития микропроцессорной техники в составе бесконтактных аппаратов;
- Обзор и перспективы современных мехатронных автономных объектов.

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- принципиальные отличия индукционных датчиков от индуктивных;
- модернизация схемы тиристорного коммутирующего устройства заменой тиристор симисторами;
- изучение системы автоматизированного проектирования *Autodesk Inverter 7.0*.
- изучение программного продукта *SprintLayout*;
- изучение программного продукта *ELCUT*;
- изучение различных методов исследований, анализа и оптимизации проектных решений;
- изучение стандартов качества электрической энергии.

Примеры экзаменационных вопросов:

1. Дать определение и охарактеризовать основные типы бесконтактных и специальных электрических машин и аппаратов.
2. Привести методику расчета рабочей точки транзисторного каскада, выполненного по схеме с общим эмиттером.

Оценка успеваемости магистрантов осуществляется по результатам:

- самостоятельного (под контролем учебного мастера) выполнения лабораторной работы;
- взаимного рецензирования магистрантами работ друг друга;
- анализа подготовленных магистрантами рефератов;
- устного опроса при сдаче выполненных индивидуальных заданий, защите отчетов по лабораторным работам и во время экзамена в десятом семестре (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины).

7. РЕЙТИНГ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

В соответствии с «Календарным планом выполнения курсового проекта (работы)»:

- текущая аттестация (оценка качества выполнения разделов и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 22 баллов);
- промежуточная аттестация (защита проекта (работы)) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), по результатам защиты студент должен набрать не менее 33 баллов).

Итоговый рейтинг выполнения курсового проекта (работы) определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Дшхунян В. Л., Шаньгин В.Ф. Бесконтактные электронные идентификаторы. – М.: АСТ, 2014. – 695 с.
2. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учебное пособие / А.П. Лукинов – СПб.: Лань, 2012. – 606 с.
3. Овчинников И.Е. Электромеханические и мехатронные системы. – М.: Корона-Век, 2013. – 397 с.

Дополнительная литература

1. Александров К.К., Кузьмина Е.Г. Электротехнические чертежи и схемы. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 286 с.
2. Алиев И.И., Абрамов М.Б. Электрические аппараты. Справочник, – М.: РадиоСофт, 2005. – 251 с.
3. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника. – М.: Высшая школа, 1991. – 622 с.
4. Кукеков Г.А., Васерина К.Н., Лунин В.П. Полупроводниковые электрические аппараты. – Л.: Энергоатомиздат, 1991. – 256 с.
5. Лукутин Б.В. Силовые преобразователи электроэнергии. Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 1997. – 144 с.
6. Розанов Ю.К. Электрические и электронные аппараты. – М.: Информэлектро, 2001. – 412 с.
7. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, Часть первая, 1999. – 199 с.
8. Чунихин А.А. Электрические аппараты. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 720 с.
9. Шопен Л.В. Бесконтактные электрические аппараты автоматики. – М.: Энергия, 1986. – 568 с.
10. Подураев Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение: учебное пособие / Ю.В. Подураев – М.: Машиностроение, 2007. – 256 с.
11. Поскробко А.А., Братолобов В.Б. Бесконтактные коммутирующие и регулирующие

- полупроводниковые устройства на переменном токе. – М.: Энергия, 1978. – 190 с.
12. Стабилизаторы переменного напряжения с высокочастотным широтно-импульсным регулированием./А. В. Кобзев, Ю. М. Лебедев, Г. Я. Михальченко и др. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 152 с.
 13. Кобзев А. В. Многозонная импульсная модуляция. Теория и применение в системах преобразования параметров электрической энергии. – Новосибирск: Наука, 1979. – 304 с.
 14. Чунихин А.А. Электрические аппараты. – М.: Энергоатомиздат, 1988.– 720 с.
 15. Григораш О.В. Электротехника и электроника: учебник для вузов / О. В. Григораш, Г. А. Султанов, Д. А. Нормов. – Ростов-на-Дону; Краснодар: Феникс: Неоглори, 2008. – 462 с.: ил.
 16. Фромберг Э.М. Конструкции на элементах цифровой техники / Э. М. Фромберг. – М. : Горячая линия-Телеком, 2002. – 264 с. : ил.
 17. Бутырин П.А. Электротехника: учебник / П. А. Бутырин, О. В. Толчеев, Ф. Н. Шакирзянов; под ред. П. А. Бутырина. – М.: Академия, 2006. – 268 с. : ил.
 18. Епифанов А.П. Электромеханические преобразователи энергии: учебное пособие / А. П. Епифанов. – СПб.: Лань, 2004. – 208 с.: ил.
 19. Яковлев А.А. Разработка множеств технических решений установок для преобразования энергии: монография / А. А. Яковлев. – М.: Машиностроение-1, 2007. – 128 с.
 20. Маркман Г.З. Энергоэффективность преобразования и транспортировки электрической энергии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г. З. Маркман; Томский политехнический университет (ТПУ). - 1 компьютерный файл (pdf; 5.2 МВ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2008.
 21. Еремеев А.В. Электромеханический преобразователь электрической энергии в кинематическую / А. В. Еремеев, В. А. Журавлёв // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: труды II Всероссийской научно-практической конференции, 29-30 апреля 2004 года, Юрга / Томский политехнический университет; Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении; под ред. О. Ю. Ретюнского . – 2004 . – Т. 1 . – С. 162-163 .

Методическая литература

1. Лукутин Б.В., Стукач В.С., Богданов Е.П. Тиристорный пускатель. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Бесконтактные электрические аппараты». – Томск: ИПФ ТПУ, 2002. – 22 с.
2. Богданов Е.П. Стабилизатор переменного напряжения с многотактной коммутацией. Методические указания к выполнению индивидуального задания по дисциплине «Бесконтактные электрические аппараты». – Томск: ИПФ ТПУ, 2002. – 13 с.
3. Богданов Е.П. Датчики линейных перемещений. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Бесконтактные электрические аппараты». – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 20 с.
4. Богданов Е.П. Лабораторный практикум по курсу «Бесконтактные электрические аппараты». – Томск, Изд-во ТПУ, 2002. – 63 с.

Интернет-ресурсы

1. <http://www.power-e.ru> – журнал «Силовая электроника»;
2. <http://www.platan.ru> – каталог электронных компонентов;
3. <http://www.electrolab.ru> – сайт компании «Учебное оборудование», поставщика лабораторного оборудования различного назначения;
4. <http://www.osp.ru> – рекомендации по опубликованию научных трудов;
5. <http://www.vak.ed.gov.ru> – официальный сайт Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации;
6. http://window.edu.ru/window_catalog/files/2901/metod37.pdf – основы научных исследований;

7. <http://www.gaps.tstu.ru/win-1251/lab/ped/9.html> – технология обучения магистрантов в техническом вузе;
8. <http://www.fips.ru> – Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент);
9. <http://www.news.elteh.ru> – журнал «Новости электротехники».

Программное обеспечение:

Лекции, презентации, методические указания по курсовому проектированию и лабораторному практикуму с использованием программных продуктов Microsoft PowerPoint, Microsoft Visio, Autodesk Inventor, Sprint Layout,

Видеоресурсы:

1. Компания «Чип и Дип» <http://chipdip.ru>
2. Интернет-сервис «YouTube» <http://youtube.ru>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины используется оборудование:

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	1. Учебная лаборатория «Бесконтактные электрические аппараты». Лабораторные стенды: - Тиристорные коммутаторы в трехфазных цепях переменного тока - Реле контроля и защиты электроустановок - Датчики линейных перемещений - Датчики угловых перемещений - Ключевой транзисторный усилитель - Исследование характеристик коммутационных устройств на основе логических элементов	8-238, 6
2	Учебная лаборатория «Специальные электрические машины». Лабораторные стенды: - Шаговые двигатели - Исследование бесконтактного двигателя постоянного тока - Исследование поворотного трансформатора - Исследование схем передачи угла на однофазных сельсинах - Исследование тахогенераторов	8-226, 8
3	Лекционная аудитория, оборудованная техническими средствами: компьютер, проектор.	8-345, 2

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» магистерской программы «Электротехнические комплексы автономных объектов».

Программа одобрена на заседании кафедры ЭКМ ЭНИН ТПУ (протокол № 53 от 29 июня 2015 г.).

Автор: к.т.н., доцент Богданов Е.П.

Рецензент: д.т.н., профессор Муравлев О.П.

Богданов
Муравлев

Муравлев