

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске
по учебно-методической работе
В.В. Рожков
2016 .

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МИКРОМАШИНЫ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Магистерская программа: Методы исследования и моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии

Уровень высшего образования: магистратура

Нормативный срок обучения: 2 года

Форма обучения: очная

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к проектно-конструкторской деятельности по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующей профессиональной компетенции:

- ПК-5: «готовностью проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений»;
- ПК-6: «способностью формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства»;
- ПК-9: «способностью выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности»;
- ПК-10: «способностью управлять проектами разработки объектов профессиональной деятельности»;
- ПК-11: «способностью осуществлять технико-экономическое обоснование проектов»

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- особенности электромеханических преобразователей применяемых в системах автоматики, физические основы их работы и современные средства автоматизации при их проектировании (ПК-5, ПК-6);
- особенности серийных образцов электромеханических преобразователей, используемых в схемах автоматики, их основные характеристики и эксплуатационные требования к ним, а также сущность проблем при их разработке и эксплуатации (ПК-9, ПК-10);
- основы инженерного проектирования электрических машин для схем автоматики с учетом последних достижений в материаловедении, технологии изготовления деталей и узлов, накопленного опыта эксплуатации с целью корректного технико-экономического обоснования проектов (ПК-11).

Уметь:

- грамотно производить выбор типа электромеханических преобразователей с учетом эксплуатационных требований для электромеханических систем автоматики и профессиональной их эксплуатации (ПК-9);
- использовать технические справочники, ГОСТы и др. нормативную документацию, как при выборе электромеханических преобразователей, так и при выполнении подсистем расчетной части проектного задания с целью поиска компромиссного решения (ПК-10, ПК-11);
- применять методы анализа, позволяющие прогнозировать влияние внешних и внутренних воздействий на основные выходные параметры электрических машин схем автоматики (ПК-5, ПК-6);
- использовать прикладное программное обеспечение при расчетах и проектировании электрических машин схем автоматики, а также осуществлять технико-экономическое обоснование проектов (ПК-11)

Владеть:

- навыками проведения экспериментальных исследований, компьютерной обработки полученных результатов, оценки результатов и представление их в виде отчета (ПК-10);

- способностью оценивать инновационные качества современных электрических машин для схем автоматики и специальных электромеханических систем средствами их технико-экономического обоснования (ПК-11).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин Б1.В.ОД.1 образовательной программы подготовки магистров по магистерской программе «Методы исследования и моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии», направления «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроэнергетика и электротехника» дисциплина «Микромашины и специальные электрические машины» базируется на следующих дисциплинах:

- Б1.В.ОД.3 «Универсальный метод расчета полей и процессов в электромеханике»
- Б1.В.ОД.5 «Теория инженерного эксперимента»
- Б1.В.ДВ.1.1 «Технические средства автоматизации технологических процессов»
- Б1.В.ДВ.1.2 «Современные технологии в электромашиностроении»

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин:

- Б1.Б.6 «Методология научного творчества»
- Б1.В.ОД.2 «Электр. машины бытовой техники, энергосбережение средствами электромеханики»;
- Б1.В.ОД.4 «Математическое моделирование физических процессов в электромеханике»;
- Б1.В.ДВ.2.1 «Микропроцессорная техника в электромеханике»;
- Б1.В.ДВ.2.2 «Микроконтроллеры в электроприводе»;
- Б1.В.ДВ.3.1 «Управление и регулирование в электромеханике»;
- Б1.В.ДВ.3.2 «Системы регулирования электромеханических преобразователей»
- Б2.П.1 «Производственная практика»
- Б2.П.2 «Преддипломная практика»

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ОД.6	
Часов (всего) по учебному плану:	432	1, 2 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	12	1, 2 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	2,0 ; 72	1, 2 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	0,5; 18	1 семестр
Консультации курсового проекта (ЗЕТ, часов)	0,5; 18	2 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	2,0; 72	1, 2 семестр
Объем самост. работы по уч. плану (ЗЕТ, часов всего)	5,0; 180	1, 2 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	2,0; 72	1, 2 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	2,0; 72
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0,5; 18
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (лаб)	0,5; 18
Сам. изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	1,0; 36
Выполнение курсовой работы	1,0; 36
Подготовка к тестированию	-
Всего:	5,0; 180
Подготовка к экзамену	2,0; 72

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоёмкость (в часах)						
			лк	пр	лаб	кп	СРС	в т.ч. интер-акт.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<u>1 семестр</u>									
1.	Тема 1. Классификация электрических микромашин. Особенности рабочего процесса, требования к отдельным группам	6	2	2	-	-	2	1	
2.	Тема 2. Исполнит. двигатели схем автоматики	82	16	8	12	-	46	6	
3.	Тема 3. Тахогенераторы	34	6	2	8	-	18	4	
4.	Тема 4. Вращающийся трансформатор	28	4	4	8	-	12	2	
5.	Тема 5. Сельсины	26	6	2	8	-	10	2	
6.	Тема 6. Эл. машины гироскопич. устройств	4	2	-	-	-	2	1	
	Экзамен	36	-	-	-	-	36	-	
Всего по всем видам учебных занятий в 1 семестре:		часов ЗЕТ	216 6	36	18	36	-	126	16
<u>2 семестр</u>									
1.	Тема 1. Использование постоянного тока в промышленности, транспорте. Проблема бесконтактности в электромеханике	6	2	-	-	2	2	1	
2.	Тема 2. Структурная схема вентильного генератора. Элементы структурной схемы	26	4	-	8	2	12	2	
3.	Тема 3. Бесконтактные синхронные генераторы. Принцип действия вентильного генератора (ВГ)	26	4	-	8	2	12	2	
4.	Тема 4. Особенности рабочего процесса в ВГ	36	8	-	8	2	18	5	
5.	Тема 5. Сравнение различных типов микродвигателей для систем автоматики	10	2	-	-	2	6	2	
6.	Тема 6. Принципы построения БДПТ	28	4	-	8	2	14	2	
7.	Тема 7. Элементы структурных схем БДПТ	32	8	-	4	4	16	4	
8.	Тема 8. Реакция якоря в вентильных машинах	16	4	-	-	2	10	2	
	Экзамен	36					36		
Всего по всем видам учебных занятий:		часов ЗЕТ	216 6	36	-	36	18	126	20

Содержание по видам учебных занятий

1 семестр

Тема 1. Классификация электрических микромашин. Требования к отдельным группам.

Лекция 1. Роль электрических микромашин в схемах автоматики. Классификация микромашин, требования к отдельным группам: микромашинам общепромышленного применения; к электрическим машинам схем автоматики. Особенности теории рабочего процесса каждой из групп. Подходы к вопросам проектирования отдельных групп (2 часа).

Практическое занятие 1. Требования к электрическим микромашинам общепромышленного применения. Особенности рабочего процесса микромашин, факторы которые должны обязательно учитываться в математической модели. Критерий оптимальности при проектировании. Требования к электрическим микромашинам схем автоматики в связи со спецификой их применения. Критерий оптимальности при проектировании этой группы машин. Рассматриваемые вопросы на примерах отдельных групп электрических микромашин (2 часа).

Самостоятельная работа 1. Подготовка к практическому занятию с целью изучения факторов, которые существенно влияют рабочий процесс электрических микромашин и, как следствие, на энергетические показатели их работы (всего к теме №1 – 2 часа).

Тема 2. Исполнительные двигатели автоматических устройств

Лекция 2-3. Роль исполнительных двигателей в системах автоматики. Характеристические параметры, требования к ним. Исполнительные двигатели постоянного тока. Модификации по конструктивному признаку. Способы управления. Механические и регулировочные характеристики при различных способах управления. Сравнение, достоинства и недостатки каждого из способов (4 часа).

Лекция 4-7. Асинхронный исполнительный двигатель. Модификации по конструктивному признаку. Способы управления. Механические и регулировочные характеристики при различных способах управления. Сравнение, достоинства и недостатки каждого из способов (8 часа).

Лекция 8. Шаговые двигатели (ШД). Характеристические параметры, требования к ним. Модификации. Структуры электроприводов с шаговыми двигателями. Способы управления. Требования к угловой характеристике ШД. Достоинства и недостатки ШД (2 часа).

Лекция 9. Особенности проектирования малоинерционных исполнительных электродвигателей постоянного и переменного тока. Увязка выбора главных размеров с учетом электромеханической постоянной. Особенности расчета и конструирования двигателей с печатной обмоткой и возбуждением от постоянных магнитов (2 часа).

Лабораторная работа 1-3. Исследование асинхронного исполнительного двигателя и исполнительного двигателя постоянного тока. В соответствии с программой исполнительные двигатели исследуются при различных способах управления с целью определения основных показателей работы (12 часов).

Практическое занятие 2-3. Компьютерное моделирование асинхронного исполнительного двигателя с использованием метода симметричных составляющих. Определение механических и регулировочных характеристик при амплитудном и фазовом управлении (4 часа).

Практическое занятие 4. Компьютерное моделирование исполнительного двигателя постоянного тока. Определение механических и регулировочных характеристик при якорном и полюсном управлении (2 часа).

Практическое занятие 5. Особенности расчета и проектирования малоинерционных двигателей с гладким якорем и дисковым ротором. Выбор главных размеров. Особенности расчета подсистем: электромагнитной, механической и тепловой (2 часа).

Самостоятельная работа 2. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (изучение методических указаний, подготовка протоколов отчета).

Подготовка к практическим занятиям, составление формуляров для компьютерного моделирования асинхронного исполнительного двигателя и исполнительного двигателя постоянного тока. Работа с компьютерной моделью исполнительного двигателя для построения механических, регулировочных и рабочих характеристик (всего к теме №2 – 46 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ; устный опрос на практических занятиях.

Тема 3. Тахогенераторы

Лекции 10-12. Функциональное назначение тахогенераторов (ТГ). Характеристические параметры, требования к ним. ТГ постоянного тока, асинхронный и синхронный тахогенераторы. Внешние характеристики. Анализ погрешностей тахогенераторов, способы их ослабления (6 часов).

Лабораторные работы 4-5. Исследование синхронного, асинхронного тахогенераторов и тахогенератора постоянного тока (8 часов).

Практическое занятие 6. Компьютерное моделирование асинхронного тахогенератора, расчет внешних характеристик при различной величине и характере нагрузки. Оценка показателей качества - амплитудной и фазовой погрешностей (2 часа).

Самостоятельная работа 3. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе «Тахогенераторы» (изучение методических указаний, подготовка протокола отчета). Подготовка к практическому занятию №6 (всего к теме №3 – 18 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам и защите, консультации при компьютерном моделировании асинхронного тахогенератора.

Тема 4. Вращающийся трансформатор

Лекции 13-14. Функциональное назначение вращающегося трансформатора (ВТ). Режимы работы: синусно-косинусный, линейный, построителя и фазовращателя. Выходные характеристики. Анализ погрешностей ВТ, способы их ослабления (4 часа).

Лабораторные работы 6-7. Исследование вращающегося трансформатора в различных режимах работы (8 часов).

Практическое занятие 7-8. Компьютерное моделирование вращающегося трансформатора, расчет выходных характеристик при различной степени симметрирования. Построение электрических схем с ВТ для выполнения операций арифметического и векторного сложения. Выполнение этих операций при заданных входных параметрах (4 часа).

Самостоятельная работа 4. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Вращающийся трансформатор» (изучение методических указаний, подготовка протокола отчета). Подготовка к практическим занятиям №7-8 (всего к теме №4 – 12 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторной работе и ее защите, консультации при компьютерном моделировании ВТ для различных режимов работы и математических операций с помощью ВТ.

Тема 5. Сельсины

Лекция 15-17. Функциональное назначение сельсинов. Характеристические параметры качества работы сельсинов в дистанционных передачах. Теория рабочего процесса трансформаторной и индикаторной передач. Анализ погрешностей, способы их устранения (6 часов).

Лабораторные работы 8-9. Исследование сельсинов в трансформаторном и индикаторном режимах работы (8 часов).

Практическое занятие 9. Компьютерное моделирование работы сельсинов в трансформаторном режиме, расчет выходных показателей работы (2 часа).

Самостоятельная работа 5. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ «Сельсины» (изучение методических указаний, подготовка протокола отчета). Подготовка к практическому занятию №9 (всего к теме №5 – 10 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам и защите, консультации при компьютерном моделировании режимов работы сельсинов.

Тема 6. Электрические машины гироскопических устройств

Лекция 18. Особенности функционального назначения различного типа электрических машин в системах гироскопов: гидродвигатели; моментные двигатели; датчики угла прецессии (2 часа).

Самостоятельная работа 6. Подготовка к лекционному занятию (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении лекции.

2 семестр

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Использование постоянного тока в промышленности и транспорте. Проблемы бесконтактности в электромеханике.

Лекция 1. Основные области применения постоянного тока. Принципы получения постоянного тока с помощью статических и электромашинных преобразователей энергии. Проблема бесконтактности в электромеханике. Природа скользящего контакта (2 часа).

Практическое занятие (конс. КП) 1. Выдача задания на курсовой проект

Самостоятельная работа 1. Изучение теории скользящего контакта и коммутации (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия.

Тема 2. Структурная схема вентильного генератора. Элементы структурной схемы.

Лекция 2. Структурная схема вентильного генератора (ВГ). Элементы структурной схемы (2 часа)

Лекция 3. Элементы структурной схемы (2 часа).

Практическое занятие (конс. КП) 2. Выбор главных размеров преобразователя (2 часа).

Лабораторная работа 1. Исследование вентильного генератора (4 часа).

Лабораторная работа 2. Широтно-импульсный регулятор напряжения ВГ (4 часа).

Самостоятельная работа 2. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла (12 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защите лабораторных работ.

Тема 3. Бесконтактные синхронные генераторы. Принцип действия ВГ

Лекция 4. Принципы построения бесконтактных синхронных генераторов (2 часа).

Лекция 5. Бесконтактные генераторы с электромагнитным возбуждением (2 часа).

Практическое занятие (конс. КП) 3. Расчет магнитной системы преобразователя (2 часа).

Лабораторная работа 3. Трансформаторно-выпрямительные установки (4 часа).

Лабораторная работа 4. ТВУ с управляемыми выпрямителями (4 часа).

Самостоятельная работа 3. Изучение схем бесконтактных ВГ. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (12 часов).

Текущий контроль – устный опрос по теме при проведении лабораторного занятия и защите отчетов.

Тема 4. Особенности рабочего процесса в ВГ

Лекция 6. Особенности рабочего процесса в ВГ (2 часа).

Лекция 7. Коммутация в ВГ (2 часа).

Лекция 8. Пульсации выпрямленного напряжения ВГ (2 часа).

Лекция 9. Способы уменьшения пульсаций напряжения (2 часа).

Практическое занятие (конс. КП) 4. Расчет обмоток преобразователя (2 часа).

Лабораторная работа 5. Асинхронный генератор (4 часа),

Лабораторная работа 6. Измерительные органы (4 часа).

Самостоятельная работа 4. Изучение особенностей рабочих процессов в ВГ и коммутационных процессов в вентилях выпрямителей (18 часов).

Текущий контроль – устный опрос по темам лекционного материала.

Тема 5. Сравнение различных типов микродвигателей для систем автоматики

Лекция 10. Микродвигатели для систем автоматики (2 часа).

Практическое занятие (конс. КП) **5.** Расчет характеристик преобразователя (2 часа).

Самостоятельная работа 5. Изучение конструкций, характеристик и сравнительная оценка микродвигателей для систем автоматики (14 часов).

Текущий контроль – устный опрос по темам лекционного материала.

Тема 6. Принципы построения БДПТ

Лекция 11. Структурные схемы БДПТ с однополупериодным и двухполупериодным коммутатором (2 часа).

Лекция 12. Диаграммы токов, напряжений, моментов БДПТ (2 часа).

Практическое занятие (конс. КП) **6.** Тепловой расчет преобразователя (2 часа).

Лабораторная работа 7-8. ДПТ с ШИР (8 часов).

Самостоятельная работа 6. Изучение датчиков положения ротора и транзисторных коммутаторов для БДПТ (16 часов).

Текущий контроль – устный опрос по теме при защите на лабораторных занятиях.

Тема 7. Элементы структурной схемы БДПТ

Лекция 13. Бесконтактные двигатели с электромагнитным и магнитоэлектрическим возбуждением (2 часа).

Лекция 14. Требования к датчикам положения ротора (ДПР) (2 часа).

Лекция 15. Гальваномагнитные ДПР (2 часа).

Лекция 16. Индуктивные ДПР (2 часа).

Практическое занятие (конс. КП) **7-8.** Механические расчеты, выбор подшипников (4 часа).

Самостоятельная работа 7. Изучение датчиков положения ротора и транзисторных коммутаторов для БДПТ (16 часов).

Текущий контроль – устный опрос по теме при защите на лабораторных занятиях.

Тема 8. Реакция якоря в вентильных машинах

Лекция 17. Особенности реакции якоря в вентильных генераторах и двигателях постоянного тока (2 часа).

Лекция 18. Реакция якоря в БДПТ (2 часа).

Практическое занятие (конс. КП) **9.** Защита курсового проекта (2 часа).

Самостоятельная работа 8. Определение влияния реакции якоря на характеристики вентильных машин (10 часов).

Текущий контроль – подведение итогов изучения дисциплины.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменами в 1 и 2 семестрах. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И-23.

Интерактивные занятия: 1 семестр - 16 часов на лекционных и практических занятиях;

2 семестр - 20 часов на лекционных занятиях и консультациях КП.

Лекционные занятия в 1 и 2 семестрах проводятся в интерактивной форме (используются технологии типа «лекция-провокация», т.е. в процессе лекции делается преднамеренная ошибка с последующим опросом студентов на следующей лекции и организацией диалога «преподаватель-студент», «студент-студент» с целью выявления ошибки и установления истины.

На практических занятиях (1 семестр) и консультациях курсового проекта (2 семестр) используется интерактивная форма - бригадный метод выполнения задания с разграничением функциональных обязанностей студента при выполнении задания по моделированию – анализ исходных данных, работка алгоритма решаемой задачи или исследуемого вопроса, выбор технологии моделирования при использовании компьютерных технологий. Затем усилия объединяются, и организуется активный диалог студентов с преподавателем и между собой для подведения итогов решения задания и практической реализации разработанной компьютерной модели.

На лабораторных занятиях (в количестве 36 часов в 1 семестре и 36 часов в 2 семестре) также используется интерактивная форма проведения занятий бригадным методом.

Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен

Изучение дисциплины заканчивается экзаменами в 1 и 2 семестрах. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И-23.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны:

- демонстрационные слайды лекций по дисциплине;
- методические указания по самостоятельной работе при подготовке к практическим занятиям;
- методические указания к лабораторным работам;
- методические указания к выполнению и защите курсовой работы (см. Приложение к РПД).

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ПК-5, ПК-6, ПК-9, ПК-10 и ПК-11.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, выполнение курсового проекта, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, защите курсового проекта, успешной сдачи экзамена.

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;

- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной. Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции

ПК-5: «готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений»,

ПК-6: способностью формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства,

ПК-9 «способностью выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности»,

ПК-10 «способностью управлять проектами разработки объектов профессиональной деятельности»,

ПК-11 «способностью осуществлять технико-экономическое обоснование проектов» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по практическим занятиям и расчетно-пояснительной записки курсового проекта. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ и консультациях по курсовому проекту, ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- особенностей электрических машин применяемых в схемах электрических приводов или генерирующих установок общего назначения, в системах автоматики и специальных электрических приводов или генерирующих установок, физические основы их работы и современные средства автоматизации при их проектировании;

- методы анализа, позволяющие прогнозировать влияние внешних и внутренних воздействий на основные выходные параметры электрических машин различного назначения;

- основных принципов проектирования "энергетическим" и "параметрическим" методом.

наличие **умения**:

- грамотно производить выбор типа электромеханических преобразователей с учетом эксплуатационных требований для электромеханических систем автоматики, специальных электрических приводов или генерирующих установок и профессиональной их эксплуатации;

- использовать прикладное программное обеспечение при расчетах и проектировании электрических машин схем автоматики, специальных электрических приводов или генерирующих установок, а также осуществлять технико-экономическое обоснование проектов.

присутствие **навыка**:

- расчета параметров и характеристик, а также компьютерного моделирования электрических машин схем автоматики, специальных электрических приводов или генерирующих установок;

- оценивать инновационные качества современных электрических машин различного назначения и средствами их технико-экономического обоснования.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций в процессе выполнения и защиты лабораторных работ устанавливается правильностью ответов на следующие вопросы (обычно задается 2 вопроса) из примерного перечня /5/:

Вопросы к лабораторной работе №7 «Асинхронный исполнительный двигатель»

1. Дайте характеристику способов управления исполнительного АД. Как это влияет на характер магнитного поля?
2. Какие условия надо выполнить для получения кругового вращения магнитного поля? Как опытным путем это проверить при работе двигателя?
3. Объясните характеристику $n = f(M)$ при амплитудном управлении при $\alpha_e = \text{const}$. Как влияет значение коэффициента сигнала α_e на вид характеристики, объяснить почему?
4. Как осуществить переход с механической характеристики при $\alpha_e = 0,7$ на характеристику при $\alpha_e = 1$ при условии $n = \text{const}$.
5. В чем отличие механической характеристики управляемого АД от неуправляемого (общепромышленного назначения). За счет чего это достигается?
6. Почему управляемый двигатель при снятии напряжения управления $U_y = 0$ останавливается даже при $M = 0$? Свойственно ли это неуправляемому АД?
7. Как осуществить реверс управляемого АД при каждом из способов управления?
8. От чего зависит величина напряжения трогания $U_{тр}$? Как она может быть понижена?
9. Объясните регулировочные характеристики двигателя $n = f(\alpha_e)$ при амплитудном управлении. Как влияет величина момента нагрузки на их вид?
10. Почему КПД управляемого двигателя ниже, чем у АД на ту же мощности, но общепромышленного применения?

Вопросы к лаб. работе №8 «Исследование исполнительного двигателя постоянного тока»

1. Каковы конструктивные отличия исполнительного двигателя от силового двигателя постоянного тока? Чем они вызваны?
2. Объясните механические характеристики при якорном и полюсном управлении. В чем их отличие и почему?
3. Объясните регулировочные характеристики при якорном и полюсном управлении. В чем их отличие и почему?
4. Что такое напряжение трогания $U_{тр}$? Влияет ли способ управления на его величину при одинаковых по величине коэффициенте сигнала α ?
5. Как изменится механическая характеристика при включении в якорную цепь дополнительного резистора?
6. Что произойдет в работе двигателя при обрыве цепи обмотки возбуждения при якорном управлении, если $M = 0$; если $M > 0$?
7. Объясните, каким образом при увеличении момента нагрузки происходит увеличение якорного тока независимо от способа управления?
8. Как осуществить реверс двигателя при якорном и полюсном управлении?
9. Что такое реакция якоря? Какое влияние она может оказать на вид механической или регулировочной характеристик?
10. Укажите преимущества и недостатки каждого из способов управления.

Вопросы к лабораторной работе №9 «Тахогенераторы»

1. Назовите основные характеристические параметры тахогенераторов (ТГ). Какие требования предъявляются к каждому из них?
2. Каковы причины погрешности синхронного тахогенератора? Как они могут быть ослаблены или устранены?
3. Принцип действия асинхронного тахогенератора. Почему он является прецизионным (точным) в отличие от других тахогенераторов?
4. Как влияет скорость вращения на частоту выходного напряжения асинхронного и синхронного тахогенератора?
5. Как влияет величина нагрузки при известном ее характере на вид внешней характеристики?

6. В каком из тахогенераторов возникает остаточная ЭДС $E_{ост}$ (при $n = 0$). Причина ее возникновения? Зависит ли ее величина от угла поворота ротора?
7. Влияют ли собственные параметры генераторной обмотки на величину погрешности?
8. Как определяется крутизна тахогенератора? От каких факторов она зависит у каждого ТГ?
9. Что такое зона нечувствительности тахогенератора постоянного тока? Как ее устраняют?
10. В каких случаях применяют тот или тип тахогенератора?

Вопросы к лабораторной работе №10 «Вращающийся трансформатор»

1. Какие функциональные зависимости могут быть получены с помощью вращающегося трансформатора (ВТ) от угла поворота ротора $U_2 = f(\alpha)$? Каким образом это достигается?
2. Объяснить характеристики вход-выход $U_2 = f(U_1)$ при $\alpha = const$. Зачем они снимаются?
3. Объяснить работу ВТ в синусном режиме. Чем вызвана необходимость симметрирования ВТ?
4. Приведите выражение мгновенного значения выходной ЭДС в различных режимах работы ВТ.
5. Объяснить работу ВТ в режиме построителя. Для реализации этого режима, какие условия необходимо обязательно выполнять?
6. Как проверить выполнение условия полного симметрирования ВТ?
7. Статорные обмотки (возбуждения В и квадратурная К) соединены согласно и последовательно. Установите закон изменения ЭДС синусной обмотки от угла поворота ротора α ?
8. При включенной обмотке возбуждения В $U_B = U_{в.н}$ обмотки ротора соединены последовательно. Установите закон изменения выходной ЭДС от угла поворота ротора.
9. С какой целью магнитную систему ВТ полностью выполняют из пермаллоя?
10. Каким образом может быть получена зависимость выходного напряжения по закону $\sin^2 \alpha$; $\sin 2\alpha$; $\sin(\alpha + 30^\circ)$ и др.?

Вопросы к лабораторной работе №11 «Сельсины»

1. Каково устройство однофазного контактного сельсина? Назовите основные конструктивные элементы и их назначение.
2. В чем отличие трехфазной системы ЭДС обмотки синхронизации от трехфазной симметричной системы ЭДС?
3. Дайте определение понятию угла рассогласования θ и погрешности следования дистанционной передачи $\Delta\theta$.
4. Объясните работу сельсинов в трансформаторном режиме. Почему при наличии токов в цепях обмотки синхронизации приемника выходное напряжение равно нулю?
5. Объясните работу сельсинов в индикаторном режиме и зависимость $M_c = f(\theta)$ при $U_B = U_{в.н}$.
6. Как влияет величина нагрузки на крутизну сельсина S_c ? Объясните почему?
7. Приведите векторную диаграмму ЭДС обмотки синхронизации датчика при $\theta_d = 0$ и $\theta_d = 30^\circ$.
8. Когда следует применять индикаторную или трансформаторную дистанционные передачи?
9. Как влияет линия связи между датчиком и приемником на точность работы передачи?
10. Функциональное назначение дифференциального сельсина. Покажите, как это реализуется на практике.

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций в процессе защиты расчетно-пояснительной записки курсового на тему «Малоинерционный исполнительный двигатель».

В процессе защиты курсовой работы задается 4 вопроса из следующего примерного перечня /6/ (по конструкции двигателя, электромагнитному расчету, механическому и тепловому расчетам, рабочим и другим характеристикам):

1. Какими способами крепится пакет ротора на валу? Как это выполнено в спроектированном исполнительном двигателе?
2. Чем обеспечена точная центровка ротора в расточке статора при сборке двигателя?
3. Какие подшипники применены в спроектированном двигателе? Какой вид смазки используется и почему?
4. Каким способом крепятся магниты в двигателе? Когда производится их намагничивание (в собранном виде или отдельно)?
5. Обоснуйте выбранную в проекте конструкцию обмотки якоря. Возможны ли другие варианты обмотки якоря?
6. Каким образом решается проблема охлаждения двигателя? Как она решена в проекте?
7. Из какого обмоточного провода выполнена обмотка якоря? Какой класс нагревостойкости пазовой изоляции?
8. Какая марка постоянного магнита применена в двигателе? По каким критериям выбрана рабочая точка на диаграмме магнита?
9. Какие посадки и по какому качеству использованы в спроектированном двигателе?
10. Какая электротехническая сталь выбрана для пакета якоря и почему?
11. Степень монтажа спроектированного двигателя, в чем ее достоинства?
12. Степень защиты двигателя, чем и как она обеспечена?
13. В чем отличие расчетной мощности двигателя от номинальной?
14. В чем особенности выбора главных размеров малоинерционного исполнительного двигателя?
15. Каким образом рассчитывается печатная обмотка якоря? В чем ее достоинства?
16. Как отразится увеличение воздушного зазора на КПД исполнительного двигателя?
17. Чем ограничены верхние значения индукции в зазоре B_δ и линейной нагрузки A ?
18. Цель расчета магнитной системы двигателя? Как выполняется этот расчет? Какими параметрами в конечном итоге оценивается "качество" магнитной системы?
19. Объясните физическую сущность коэффициентов полюсного перекрытия и воздушного зазора.
20. В чем состоит особенность расчета объема постоянного магнита? От каких факторов он зависит?
21. Чем ограничивается перегрузочная способность спроектированного двигателя?
22. Какие конструкционные материалы и почему применены для изготовления корпуса, подшипниковых щитов, вала и других деталей?
23. Каким образом и по каким критериям производится выбор щеток и тип щеточно-коллекторного узла?
24. Объясните рабочие (механические, регулировочные, пусковые) характеристики спроектированного двигателя. От каких электрических и др. параметров зависит их вид?
25. Перечислите все виды потерь, возникающих в спроектированном двигателе. Какие потери изменяются незначительно, а какие в большей степени? Какие меры приняты для снижения потерь?
26. Какие выходные показатели и почему для спроектированного двигателя являются главными?
27. Оцените технологичность конструкции двигателя и степень унификации,
28. Как определить степень технического уровня спроектированного двигателя?
29. Техничко-экономические показатели используемые для оценки спроектированного двигателя?
30. Содержание экономического обоснования проекта?

Полные ответы на два вопроса соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на два вопроса и частичный ответ на третий – продвинутому уровню; при полном ответе на три вопроса и частичный (или полный) ответ на четвертый – эталонному уровню).

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Способность называть при устном ответе основные законы и формульные зависимости, приводить простейшие соотношения при анализе основных характеристик электрических машин схем автоматики и объяснять характер их поведения, соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, в дополнение к пороговому самостоятельно составлять схему алгоритма расчета той или иной характеристики или оценки какого-либо характеристического параметра – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому способен путем перебора независимых переменных, выполнять задачу оптимизации характеристики (по заданному требованию к ней, например, нелинейность) или обеспечения заданного значения характеристического параметра (заданной электромеханической постоянной времени и др.) – соответствует эталонному уровню).

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Экзамены (в 1 и 2 семестрах) по дисциплине «Микромашины и специальные электрические машины» проводится в устной форме.

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»).

но»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.

В зачетную книжку студента и приложение к диплому выносятся оценка экзамена по дисциплине за 2 семестр.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закреплёнными за дисциплиной (по лекционному материалу 1 семестра):

1. В чем суть метода симметричных составляющих применительно к исполнительному асинхронному двигателю?
2. Способы управления асинхронным исполнительным двигателем? Каким образом в результате происходит регулирование частоты вращения;
3. Теория "идеального» асинхронного исполнительного двигателя, выражения механической и регулировочной характеристик.
4. Реальный асинхронного исполнительного двигателя при амплитудном управлении. Вид механических и регулировочных характеристик.
5. Критерий отсутствия самохода. Выбор соотношения параметров схемы замещения для устранения методического самохода.
6. Теория рабочего процесса исполнительного двигателя постоянного тока при якорном управлении. Механические и регулировочные характеристики при якорном управлении.
7. Теория рабочего процесса исполнительного двигателя постоянного тока при полюсном управлении. Механические и регулировочные характеристики при полюсном управлении.
8. Полная механическая мощность при якорном и полюсном способах управления.
9. Сравнение якорного и полюсного управления. Достоинства и недостатки каждого из них.
10. Особенности теории рабочего процесса шаговых двигателей. Модификации. Основные характеристические параметры ШД. Способы управления.
11. Требования к угловой характеристики ШД. Режимы работы ШД.
12. Теория рабочего процесса синхронного тахогенератора (СТГ). Выходная характеристика. Погрешности в работе СТГ, способы их ослабления.
13. Теория рабочего процесса асинхронного тахогенератора (АТГ). Выходная характеристика. Погрешности в работе АТГ, способы их ослабления.
14. Теория рабочего процесса тахогенератора постоянного тока (ТГПТ). Выходная характеристика. Погрешности в работе ТГПТ, способы их ослабления.
15. Теория рабочего процесса вращающегося трансформатора (ВТ). Работа ВТ в синусно-косинусном режиме. Симметрирование.
16. Работа ВТ в линейном режиме, режимах построителя и фазовращателя.
17. Теория рабочего процесса сельсинов в трансформаторном режиме работы. Зависимость выходного напряжения от угла рассогласования.
18. Теория рабочего процесса сельсинов в индикаторном режиме работы. Зависимость выходного напряжения от угла рассогласования.

19. Анализ погрешности в работе сельсинов в трансформаторном и индикаторном режимах работы, способы их ослабления.
20. Электрические машины гироскопических устройств. Особенности рабочего процесса и практики применения.

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной

(примеры вопросов к практическим занятиям, лабораторным работам 1 семестра)

1. Приведите схему физической модели управляемого асинхронного двигателя.
2. Составьте схему алгоритма расчета (по заданным электрическим параметрам схемы замещения) механических характеристик асинхронного исполнительного двигателя при различных коэффициентах управления $\alpha_e = \text{const}$.
3. Составьте схему алгоритма расчета (по заданным электрическим параметрам схемы замещения) регулировочной характеристик асинхронного исполнительного двигателя при различных коэффициентах управления $\alpha_e = \text{const}$.
4. Рассчитайте и нарисуйте схему однослойной концентрической обмотки по заданному числу пазов Z_s , числу пар полюсов $2p$ и числу фаз обмотки m .
5. Рассчитайте и нарисуйте схему двухслойной распределенной обмотки по заданному числу пазов Z_s , числу пар полюсов $2p$, числу фаз обмотки m и выбранном коэффициенте укорочения обмотки.
6. По заданному числу витков фазы обмотки w_1 , а также Z_s , $2p$ и m рассчитать распределение проводников синусной обмотки при $\beta = 0$. Начертить схему обмотки.
7. По заданному числу витков фазы обмотки w_1 , а также Z_s , $2p$ и m рассчитать распределение проводников синусной обмотки при $\beta = \pi/Z_s$. Начертить схему обмотки.
8. По заданному значению суммарной МДС $\sum F$ и магнитного потока Φ рассчитать требуемое сечение постоянного магнита S_m и его длину h_m .
9. Используя диаграмму постоянного магнита и отдельные данные синхронного генератора (СГ) определить x_q , x_d и E_0 .
10. Используя данные электрических параметров синхронного СГ с постоянными магнитами рассчитать и построить внешнюю характеристику при заданной величине нагрузки с учетом ее характера.
11. Имея протокол отчета лабораторной работы и паспортные данные электродвигателя определите составляющие потерь и постройте энергетическую диаграмму для номинального режима.
12. На основании протокола отчета лабораторной работы и паспортных данных электродвигателя определите скольжение при котором управляемый АД имеет максимальный КПД.
13. По данным опыта пускового режима (выполняется при пониженном напряжении) рассчитать величину пускового момента при номинальном напряжении исполнительного двигателя постоянного тока.
14. На основании протокола отчета лабораторной работы и паспортных данных исполнительного двигателя постоянного тока определить составляющие потерь и построить энергетическую диаграмму.
15. По данным отчета лабораторной работы рассчитайте погрешность тахогенератора постоянного тока.
16. По данным отчета лабораторной работы рассчитайте погрешность вращающегося трансформатора при 100% симметрировании и без симметрировании для одной из точек выходной характеристики.
17. Постройте векторную диаграмму ЭДС обмотки синхронизации при различных значения угла датчика.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену 1 семестра)

Первый вопрос в экзаменационном билете студента – вопрос по лекционному материалу (вопр. 1-21). Второй вопрос – задача на тему, близкую к разбираемым на практических занятиях или имевшая место в расчетной части лабораторной работы (вопр. 22-39).

1. Модификации асинхронных исполнительных двигателей (АИД). Способы управления. Теория "идеального" АИД. Механические и регулировочные характеристики "идеального" АИД.
2. Суть метода симметричных составляющих применительно к двухфазному асинхронному двигателю. Уравнения токов. Электромагнитный момент. Энергетическая диаграмма.
3. АИД при амплитудном управлении. Механические и регулировочные характеристики.
4. АИД при конденсаторной схеме включения. Механические и регулировочные характеристики.
5. Модификации исполнительных двигателей постоянного тока (ИДПТ). Способы управления. Механические и регулировочные характеристики при якорном управлении.
6. ИДПТ при полюсном управлении. Механические и регулировочные характеристики.
7. Сравнение якорного и полюсного способов управления ИДПТ. Достоинства и недостатки каждого из них.
8. Шаговые исполнительные двигатели (ШД). Устройство, принцип. Статический синхронизирующий момент. Требования к угловой характеристике.
9. Способы управления ШД. Режимы работы ШД. Основные параметры и характеристики.
10. Тахогенератор постоянного тока. Модификации. Внешняя характеристика. Анализ погрешностей тахогенератора, способы их ослабления.
11. Асинхронный тахогенератор. Устройство, принцип действия. Основы теории. Внешняя характеристика при различном характере нагрузки.
12. Анализ погрешностей асинхронных тахогенераторов, способы их ослабления.
13. Вращающийся трансформатор (ВТ). Назначение, особенности конструкции. Работа ВТ в синусно-косинусном режиме. Симметрирование.
14. Работа ВТ в режиме строителя и фазовращателя. Требования к реализации этих режимов.
15. Работа ВТ в линейном режиме с первичным и вторичным симметрированием.
16. Анализ погрешностей вращающихся трансформаторов. Способы их ослабления.
17. Сельсины. Назначение, конструктивные модификации. Работа сельсинов в трансформаторном режиме.
18. Сельсины. Работа сельсинов в индикаторном режиме. Синхронизирующий момент.
19. Анализ факторов влияющих на точность работы сельсинов в трансформаторном и индикаторном режимах.
20. Системы синхронной связи с дифференциальными сельсинами. Система "электрического вала" с использованием трехфазных сельсинов.
21. Электрические машины гироскопических систем. Гиродвигатели, моментные двигатели и датчики угла прецессии. Основные показатели работы, особенности конструктивных схем.
22. Привести расчетный алгоритм для построения механических и регулировочных характеристик АИД при амплитудном управлении.
23. Привести расчетный алгоритм для построения механических и регулировочных характеристик АИД при фазовом управлении.
24. Привести алгоритм расчета АИД параметрическим методом при заданной нелинейности механической характеристики.
25. В чем особенности расчетов управляемых асинхронных двигателей при полом немагнитном и короткозамкнутом роторах.
26. Особенности выбора главных размеров ИДПТ тока при гладком, дисковом и полом якоре. В чем суть ограничений по мощности для каждого из вариантов?

27. Особенности расчета проволочной обмотки якоря ИДПТ.
28. Особенности расчета печатной обмотки якоря ИДПТ. Варианты технологии ее изготовления.
29. Схема алгоритма расчета рабочих характеристик асинхронного исполнительного двигателя.
30. Схема алгоритма расчета рабочих характеристик ИДПТ.
31. Особенности расчета и разработки схемы однослойной распределенной обмотки переменного тока. Варианты выполнения обмотки с укороченными лобовыми соединениями.
32. Расчет и разработки схемы двухслойной обмотки переменного с укорочение шага.
33. Расчет и разработки схемы синусной обмотки. Определение обмоточных коэффициентов для гармоник МДС.
34. Определение объема постоянного магнита СГ с постоянными магнитами (метод Ларионова).
35. Расчет внешней характеристики СГ с постоянными магнитами с использованием векторной диаграммы.
36. Расчет внешней характеристики тахогенератора постоянного тока.
37. Схема алгоритма расчета выходной характеристики асинхронного тахогенератора.
38. Схема алгоритма расчета выходной характеристики тахогенератора постоянного тока.
39. Разработка схемы сложения двух векторов с использованием вращающихся трансформаторов.

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной
(примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины 2 семестра):

1. Проблема бесконтактности в электромеханике.
2. Природа скользящего контакта в электрических машинах.
3. Конструкции элементов передачи тока на вращающиеся индукторы.
4. Синхронные генераторы с вращающимися выпрямителями на роторе.
5. Использование возбудителей и подвозбудителей в бесконтактных генераторах.
6. Бесконтактные генераторы с внешнезамкнутым магнитным потоком.
7. Суммарная МДС цепи при внешнезамкнутом потоке.
8. Бесконтактные генераторы с внутризамкнутым магнитным потоком.
9. Сравнение генераторов с внутри и внешнезамкнутым потоком.
10. Индукторные бесконтактные генераторы.
11. Одноименно- и разноименнополюсные индукторные генераторы.
12. Применение постоянных магнитов в электрических машинах.
13. Виды материалов постоянных магнитов, их сравнительные характеристики.
14. Диаграмма магнита, определение потока в воздушном зазоре.
15. Генераторы с комбинированным возбуждением.
16. Принцип построения структурной схемы вентильного генератора, Требования к ВГ.
17. Временные диаграммы напряжений и токов в ВГ.
18. Особенности рабочего процесса в ВГ. Коммутация токов.
19. Пульсации выпрямленного напряжения ВГ. Базовая составляющая пульсаций.
20. Коммутационная составляющая пульсаций выпрямленного напряжения ВГ.
21. Импульсная пульсация в ВГ.
22. Способы снижения пульсаций в ВГ.
23. Внешняя характеристика ВГ.
24. Способы регулирования напряжения в ВГ с электромагнитным возбуждением.
25. Способы регулирования напряжения магнитоэлектрических ВГ.
26. Применение управляемых выпрямителей в ВГ.
27. Вентильные генераторы с двумя видами напряжения.
28. Двигатели для систем автоматики. Сравнительные характеристики.
29. Проблемы надежности щеточно-коллекторного узла машин постоянного тока.
30. История возникновения бесконтактных двигателей постоянного тока.

31. Структурная схема БДПТ. Элементы структурной схемы.
32. Временные диаграммы работы БДПТ с одно- и двухполупериодным коммутатором.
33. Датчики положения ротора БДПТ.
34. Сравнительные характеристики ДПР.
35. Коммутаторы для БДПТ. Особенности выбора и расчета силовых элементов.
36. Двигатели с беспазым якорем.
37. Методы регулирования частоты вращения БДПТ.
38. Введение угла опережения включения ротора БДПТ.
39. Схемы управления БДПТ.
40. Промышленные образцы БДПТ.
41. Реакция якоря в вентильных машинах и ее влияние на характеристики.

Вопросы по приобретению и развитию практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной
(примеры вопросов к консультациям и лабораторным работам 2 семестра)

1. Назовите типы электрических машин, используемых для решения проблемы бесконтактности.
2. Нарисуйте конструктивные схемы бесконтактных синхронных машин с электромагнитным возбуждением.
3. Нарисуйте конструкции магнитоэлектрических машин.
4. Приведите статические вольтамперные характеристики силовых вентиляей.
5. Перечислите основные требования к силовым вентилям бесконтактных электрических машин.
6. Покажите последовательность расчета параметров силовых коммутаторов вентильных машин.
7. Как рассчитать и экспериментально определить показатели пульсаций вентильного генератора.
8. Как рассчитать и экспериментально определить угол коммутации ВГ.
9. Покажите особенности выполнения обмоток вентильных электрических машин.
10. Нужны ли демпферные контура на роторе вентильных машин?
11. Какие схемы обмоток используются в вентильных машинах?
12. Как определить расчетную мощность вентильного генератора?
13. Как определить расчетную мощность выпрямительного трансформатора?
14. Как определить величину действующего тока в обмотке вентильной электрической машины?
15. Покажите особенности конструкции быстроходных вентильных генераторов.
16. Можно ли использовать в схеме ВГ асинхронные генераторы?
17. Как реализовать схему самовозбуждения асинхронного ВГ?
18. Конструкции вентильных машин с беспазовым и бесжелезным якорем.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену 2 семестра)

Первый вопрос в экзаменационном билете студента – вопрос по лекционному материалу (вопр. 1-25). Второй вопрос – задача на тему, близкую к разбираемому на практических занятиях и в процессе выполнения расчетной части на лабораторных занятиях (вопр. 26-45).

1. Проблема бесконтактности в электромеханике.
2. Природа скользящего контакта в электрических машинах.
3. Конструкции элементов передачи тока на вращающиеся индукторы.
4. Синхронные генераторы с вращающимися выпрямителями на роторе.
5. Использование возбудителей и подвозбудителей в бесконтактных генераторах.
6. Бесконтактные генераторы с внешнезамкнутым магнитным потоком.
7. Суммарная МДС цепи при внешнезамкнутом потоке.
8. Бесконтактные генераторы с внутризамкнутым магнитным потоком.
9. Сравнение генераторов с внутри и внешнезамкнутым потоком.

10. Индукторные бесконтактные генераторы.
11. Одноименно- и разноименнополюсные индукторные генераторы.
12. Применение постоянных магнитов в электрических машинах.
13. Виды материалов постоянных магнитов, их сравнительные характеристики.
14. Диаграмма магнита, определение потока в воздушном зазоре.
15. Генераторы с комбинированным возбуждением.
16. Принцип построения структурной схемы вентильного генератора, Требования к ВГ.
17. Временные диаграммы напряжений и токов в ВГ.
18. Особенности рабочего процесса в ВГ. Коммутация токов.
19. Пульсации выпрямленного напряжения ВГ. Базовая составляющая пульсаций.
20. Коммутационная составляющая пульсаций выпрямленного напряжения ВГ.
21. Импульсная пульсация в ВГ.
22. Способы снижения пульсаций в ВГ.
23. Внешняя характеристика ВГ.
24. Способы регулирования напряжения в ВГ с электромагнитным возбуждением.
25. Способы регулирования напряжения магнитоэлектрических ВГ.
26. Применение управляемых выпрямителей в ВГ.
27. Вентильные генераторы с двумя видами напряжения.
28. Двигатели для систем автоматики. Сравнительные характеристики.
29. Проблемы надежности щеточно-коллекторного узла машин постоянного тока.
30. История возникновения бесконтактных двигателей постоянного тока.
31. Структурная схема БДПТ. Элементы структурной схемы.
32. Временные диаграммы работы БДПТ с одно- и двухполупериодным коммутатором.
33. Датчики положения ротора БДПТ.
34. Сравнительные характеристики ДПР.
35. Коммутаторы для БДПТ. Особенности выбора и расчета силовых элементов.
36. Двигатели с беспазым якорем.
37. Методы регулирования частоты вращения БДПТ.
38. Введение угла опережения включения ротора БДПТ.
39. Схемы управления БДПТ.
40. Промышленные образцы БДПТ.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических указаниях по изучению курса «Микромашины и специальные электрические машины», в которые входят методические рекомендации к выполнению и защите лабораторных работ и практических занятий, по выполнению курсового проекта и заданий на самостоятельную работу (приложение к настоящей РПД).

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) Основная учебная литература

1. **Иванов-Смоленский А.В.** Электрические машины: Учебник для вузов. В двух томах. Т.1. – 3-е изд. стереотип. – М.: Изд. дом МЭИ, 2006. - 652 с. Режим доступа: www.nelbook.ru = 208
2. **Иванов-Смоленский А.В.** Электрические машины: Учебник для вузов. В двух томах. Т.2. – 3-е изд. стереотип. – М.: Изд. дом МЭИ, 2006. - 532 с. Режим доступа: www.nelbook.ru = 209

3. **Коробков Ю.С., Флора В.Д.** Электрические машины специальных конструкций. – М.: Изд. МЭИ, 2011. - 87 с.

б) Дополнительная учебная литература

1. **Сугробов А.М., Русаков А.М.** Проектирование электрических машин автономных объектов: учеб. пособие для вузов. – М.: Изд. МЭИ, 2012. – 304 с. Режим доступа: www.nelbook.ru = 180
2. **Гомберг Б.Н., Нагайцев В.И., Чепурнов Е.Л.** Электродвигатели небольшой мощности: учеб. пособие для вузов. – М.: Изд. дом МЭИ, 2014 – 528 с. Режим доступа: www.nelbook.ru = 225
3. **Козаков Ю.Б.** Энергоэффективность работы электродвигателей и трансформаторов при конструктивных и режимных вариациях: учеб. пособие для вузов. – М.: Изд. дом МЭИ, 2013. – 152 с. Режим доступа: www.nelbook.ru = 206.
4. **Фисенко В.Г., Попов А.Н.** Проектирование вентильных индукторных двигателей. Метод. пособие. – М.: Изд. МЭИ, 2005. – 56 с.
5. **Кузнецов В.А., Кузьмичев В.А.** Вентильно-индукторные двигатели. – М.: Изд. МЭИ, 2005.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. Микромашины и специальные машины. Материалы кафедры электромеханики МЭИ. Режим доступа: <http://elmech.mpei.ac.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает в 1 семестре: лекции один раз в неделю, через одну неделю практические занятия и восемь четырехчасовых лабораторных работ с одним четырехчасовым занятием на защиту (в конце семестра); изучение лекционных тем завершается экзаменом.

Дисциплина предусматривает во 2 семестре: лекции один раз в неделю, через одну неделю практические занятия, посвященные консультациям по курсовому проекту и восемь четырехчасовых лабораторных работ с одним четырехчасовым занятием на защиту (в конце семестра); изучение лекционных тем завершается экзаменом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом рекомендуется помечать материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Практические занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков расчета, проектирования, оформления пояснительной записки курсового проекта и чертежей к нему (общего вида двигателя, какого-либо узла и нескольких деталей).

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание практических занятий фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;

закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

способствуют свободному оперированию терминологией;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (в программе *MS Word* или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). Примерный образец оформления отчета имеется у преподавателя.

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объём выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;

формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

приобретение навыков проведения эксперимента, работы с измерительной техникой и компьютерной обработке результатов.

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются рабочими учебными планами.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия РПД (ПП) и включают:

заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

цель работы;

предмет и содержание работы;

оборудование, технические средства, инструмент;
порядок (последовательность) выполнения работы;
правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);
общие правила к оформлению работы;
контрольные вопросы и задания;
список литературы (по необходимости).

Содержание лабораторных работ фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения **лабораторных работ** в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к **экзамену** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольким типовым задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

При проведении **лекционных** занятий предусматривается использование систем мультимедиа.

При проведении **лабораторных работ** предусматривается использование компьютера для обработки полученных результатов эксперимента, построения графиков и заключения по работе.

При проведении **практических занятий** предусматривается использование систем мультимедиа и компьютерного моделирования.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

Аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы по данной дисциплине проводятся в лаборатории учебно-лабораторного корпуса В113 «Электрические машины малой мощности» (оснащена семью лабораторными стендами, на которых выполняется 10 лабораторных работ) и в лаборатории В117 «Специальные электрические машины» (оснащена четырьмя лабораторными стендами, на которых выполняется 8 лабораторных работ).

В основное оборудование в указанных лабораториях позволяет проведение лабораторных работ по дисциплине «Микромашины и специальные электрические машины»:

- маломощные асинхронные электродвигатели $P_{2н} = 16 - 550$ Вт типа КД-60, 4АА56FA4У3, АДП-362;
- исполнительные двигатели постоянного тока типа СЛ 521, СЛ621М;
- вращающийся трансформатор типа ВТ и типа СК-БГ;
- синхронная дистанционная передача на сельсинах типа СС-501;
- тахогенераторы типа ДТ-6М, АДП-262, СЛ-221;
- осциллограф типа С1-68, мультиметры типа ВАР-11А, электромагнитные тормоза ЭТМ 100 и 200; регуляторы напряжения РНТ-220-12, измерительные приборы Д566, Д575 и др.

Авторы

канд. техн. наук, доцент

Ю.М. Божин

канд. техн. наук, доцент

Ю.Д. Кулик

Зав. кафедрой ЭМС

канд. техн. наук, доцент

В.В. Рожков

РПД принята на заседании кафедры ЭМС от 07.09.2016 года, протокол № 1.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер изме- мене- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	изме- ме- нен- ных	заме- ме- нен- ных	но- вых	анну- нули- ро- ванн- ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10