

Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Магистерская программа «Методы исследования и моделирования процессов в
электромеханических преобразователях энергии»
РПД Б1.В.ДВ.02.02 «Микроконтроллеры в электроприводе»



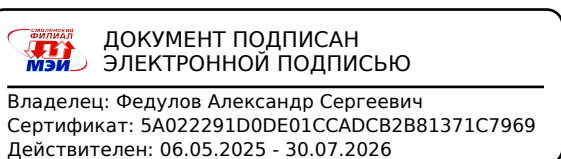
**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора филиала ФГБОУ ВО
«ННУ «МЭИ» в г. Смоленске
канд. техн. наук, доцент

В.В. Рожков

«06» 03 2026 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Микроконтроллеры в электроприводе

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): 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

Год набора: 2026

Смоленск

Программа составлена с учетом ОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного ректором ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Н.Д. Роголевым 20.12.2023.

Программу составил:



подпись

д.т.н., профессор В.В. Лыготчиков
ФИО

« 24 » февраля 2026 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электромеханических систем»
« 25 » февраля 2026 г., протокол № 2

Заведующий кафедрой «Электромеханических систем»:



подпись

к.т.н., доцент В.В. Рожков
ФИО

« 05 » марта 2026 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе
с ЛОВЗ и инвалидами**



подпись

зам. начальника УУ Е.В. Зуева
ФИО

« 05 » марта 2026 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к проектной деятельности путем формирования знаний, умений и навыков в области цифровых управляемых электроприводов, управляемых от микроконтроллеров; современных методов синтеза систем электропривода, способов отладки, диагностики и улучшения их свойств; освоение технологий создания и контроля качества новых изделий.

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

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Микроконтроллеры в электроприводе относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Перечень последующих дисциплин (практик), для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

Проектная практика;

Преддипломная практика;

Интерактивное моделирование в задачах электромеханики (факультативно).

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ПК-3. Способен формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства расчета, моделирования и автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства электромеханических преобразователей энергии	ПК-3.1 Формулирует технические задания при решении учебных задач проектирования и технологической подготовки производства электромеханических преобразователей энергии	Знает: современные принципы микропроцессорного управления двигателями и иными электромеханическими преобразователями энергии на современных микроконтроллерах; Умеет: осуществлять правильный выбор программных и аппаратных средств микроконтроллеров при разработке контроллеров управления электромеханическими преобразователями энергии на современных микроконтроллерах; Владеет: навыками работы со справочным материалом и базами данных.
	ПК-3.2 Разрабатывает и использует средства расчета, моделирова-	Знает: средства программирования и отладки программного обеспечения



	<p>ния и автоматизации при решении учебных задач проектирования и технологической подготовки производства электромеханических преобразователей энергии</p>	<p>микропроцессоров, алгоритмы управления двигателями на современных микроконтроллерах и преобразователями энергии; Умеет: осуществлять разработку алгоритмов управления и программного обеспечения микропроцессорных устройств управления двигателями и преобразователями энергии на современных микроконтроллерах; Владеет: практическими навыками программирования контроллеров применительно к задачам управления электроприводами, двигателями и преобразователями энергии на современных микроконтроллерах.</p>
--	--	---

Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	<p>Лекционные занятия:</p> <p>1.1. Микроконтроллеры в современном электроприводе. Оценка, выбор, программирование микроконтроллеров;</p> <p>1.2. Применение микроконтроллеров для управления электроприводами. Особенности и свойства;</p> <p>1.3. Частотные методы и передаточные функции для дискретных систем электропривода. Преобразование дискретного сигнала в линейной системе. Аппарат Z-преобразований;</p> <p>1.4. Разностные уравнения для ПИД закона для дискретных систем электропривода электротехнических систем;</p> <p>1.5. Разностные уравнения для различных алгоритмов реализации законов управления электроприводом электротехнических систем;</p> <p>1.6. Частота и псевдочастота. Исследование дискретных систем управления электроприводом в частотной области и в области псевдочастоты. Адекватность;</p> <p>1.7. Синтез управления электроприводом электротехнических систем во временной и частотной области. Основные соотношения для синтеза систем электропривода в Z-форме;</p> <p>1.8. Синтез цифрового регулятора тока для ЭП с ДПТн.в. в Z-форме. Анализ результата;</p> <p>1.9. Техническая реализация цифровых фильтров в электроприводе электротехнических систем при компьютерном управлении. Прямая форма цифрового фильтра;</p> <p>1.10. Каноническая форма цифрового фильтра, как реализация корректирующего устройства цифрового ЭП;</p> <p>1.11. Последовательная каноническая форма цифрового фильтра (последовательное программирование), как реализация корректирующего устройства цифрового ЭП;</p> <p>1.12. Параллельная каноническая форма цифрового фильтра (параллельное программирование), как реализация корректирующего устройства цифрового ЭП;</p> <p>1.13. Аппаратные средства контроллеров. Определение соотношения аппаратных и программных средств в задачах управления преобразователями энергии. Инициализация аппаратных средств контроллеров;</p> <p>1.14. Контроллеры ввода-вывода дискретной информации. Ввод дискретной информации в параллельном и последовательном видах. Вывод дискретной информации в параллельном и последовательном видах;</p> <p>1.15. Контроллеры ввода-вывода аналоговой информации. Ввод аналоговой информации с помощью АЦП и частотно-временного преобразования. Вывод аналоговой информации с помощью ЦАП и частотно-временного преобразования. Контроллеры датчиков тока и напряжения;</p> <p>1.16. Контроллеры управления двигателями постоянного тока. Контроллеры нереверсивных и реверсивных электроприводов. Аппаратные средства специализированных процессоров для управления двигателями;</p> <p>1.17. Методы коммутации обмоток ШД. Контроллеры коммутации обмоток ШД. Контроллер шагового электропривода. Контроллеры частотного управления асинхронными двигателями.</p>
2	<p>Практические занятия:</p> <p>2.1. Среда программирования AVR контроллеров CodeVisionAVR. Интерфейс JTAG и отладочные средства;</p> <p>2.2. Изучение микропроцессорного комплекта Mechatronics. Контроллер обработки сигналов импульсного тахогенератора;</p> <p>2.3. Изучение микропроцессорного комплекта Mechatronics. Контроллер ПИД регулятора;</p>

	2.4. Изучение микропроцессорного комплекта Mechatronics. Контроллер нереверсивного электропривода постоянного тока; 2.5. Изучение микропроцессорного комплекта Mechatronics. Контроллер реверсивного электропривода постоянного тока; 2.6. Изучение микропроцессорного комплекта Mechatronics. Контроллер позиционного электропривода постоянного тока; 2.7. Изучение микропроцессорного комплекта Mechatronics. Контроллер коммутации обмоток шагового двигателя; 2.8. Изучение микропроцессорного комплекта Mechatronics. Контроллер коммутации обмоток шагового двигателя с электрическим дроблением шага.
3	Самостоятельная работа студентов: 3.1. Изучение методических указаний, документации микропроцессорного комплекта Mechatronics. Разработка алгоритмов программного обеспечения контроллера; 3.2. Частотные методы синтеза непрерывных систем электроприводов. Обзор, особенности применения для анализа качества. Операторная форма счисления (для 1.1.-1.3); 3.3. Численные процедуры решения дифференциальных уравнений (для 1.4-1.12 , 2.2-2.8); 3.4. Исполнительные двигатели и полупроводниковая техника с различной степенью интеграции (для 1.16-1.17, 2.2-2.8).

Текущий контроль: собеседование после завершения очередных трёх практических занятий (3 точки контроля).

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств. Включается проведение интерактивных лекций: лекция с заранее запланированными ошибками, лекция визуализация.

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной занятий по дисциплине

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	Лекции	Классическая (традиционная, информационная) лекция; Интерактивная лекция (лекция-визуализация); Лекция, составленная на основе результатов научных исследований;
2	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений Технологии проведения практических занятий в форме семинара: тематический семинар, проблемный семинар; Технология проблемного обучения на основе анализа ситуаций и имитационных моделей: групповая дискуссия.
3	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине)

4	Контроль (промежуточная аттестация: экзамен)	Технология устного опроса; Рейтинговая система контроля.
---	--	---

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут привлекаться представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин, заведующие кафедрами.

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости:

Три раза в семестр проводится текущий контроль освоения дисциплины по результатам выполнения программы практических занятий и усвоения теоретического лекционного цикла. Примерный перечень вопросов для первого этапа текущего контроля:

1. Привести варианты аппаратной части используемых в электроприводе микроконтроллеров.
2. Назначение экстраполятор в структурных схемах, техническая реализация экстраполятора нулевого порядка.
3. Аппаратная и программная часть экстраполятора нулевого порядка. Какова связь качества дискретной САР с порядком экстраполятора?
4. Составить модель экстраполятора заданного порядка.
5. Графическая и физическая интерпретация стробоскопического эффекта на графиках спектрального состава сигнала в дискретных системах управления электроприводом.
6. Какова связь приёмов синтеза непрерывных и дискретных систем?
7. Последовательность синтеза цифровых САР электропривода.
8. Преобразование Лапласа для непрерывных и цифровых систем управления электроприводом.
9. Основные свойства Z-преобразования, теорема смещения.
10. Получение Z-форм основных типов регуляторов. Какова причина множественности форм для регулятора одного типа.
11. Охарактеризуйте методы обработки сигналов кодовых датчиков перемещения, используемые в контроллерах.
12. Охарактеризуйте методы обработки сигналов импульсных датчиков перемещения, используемые в контроллерах.
13. Назовите основные методы коммутации обмоток ШД и алгоритмы их осуществляющие.
14. Предложить не менее двух методов регулирования тока обмоток ШД. Разработать алгоритмы ПО и дать техническую реализацию контроллера.
15. Разработать алгоритм и техническую реализацию контроллера управления двигателем постоянного тока, управляемого однофазным тиристорным преобразователем.
16. Разработать алгоритм и техническую реализацию контроллера управления двигателем постоянного тока, управляемого реверсивным трёхфазным тиристорным преобразователем.
17. Разработать алгоритм и техническую реализацию контроллера управления двигателем постоянного тока, управляемого нереверсивным широтно-импульсным преобразователем.

Примерный перечень вопросов для второго этапа текущего контроля:

1. Алгоритм синтеза цифровых САР. В чём причина необходимости проверки соответствия требуемого периода квантования и зоны расположения корней характеристического уравнения электропривода с микроконтроллером?
2. Область применимости Z-форм. Z-модель экстраполятора в среде модульного программирования.
3. Последовательность анализа цифровой САР контура тока. Пример применения метода неопределённых коэффициентов в преобразованиях дискретного синтеза.
4. Последовательность анализа цифровой САР контура тока. Приведение к Z-форме.
5. Как при использовании частотного критерия Найквиста при синтезе проявляется дискретность электропривода электротехнических систем?
6. В чём необходимость при синтезе дискретных систем введения термина «псевдочастота»?
7. Поясните метод и алгоритмы внутришаговое регулирование тока обмоток ШД. Контроллер шагового электропривода.
8. Определите методы и алгоритмы реализации контроллеров ПИД регулятора.
9. Определите соотношение программных и аппаратных средств контроллеров при реализации управления двигателями постоянного тока по системе ТП–Д.
10. Разработать алгоритм и техническую реализацию контроллера управления двигателем постоянного тока, управляемого реверсивным широтно-импульсным преобразователем.
11. Реализовать ПИД-регулятор с заданием интервалов интегрирования и дифференцирования программным путём с помощью системного прерывания.
12. Разработать алгоритм и техническую реализацию контроллера управления вентильным двигателем.
13. Разработать алгоритм и техническую реализацию контроллера управления вентильно-индукторным двигателем.

Примерный перечень вопросов для третьего этапа текущего контроля:

1. Техническая реализация цифровых фильтров. Как составит модель прямой формы фильтра в среде модульного программирования?
2. Техническая реализация цифровых фильтров. Как составит модель канонической формы фильтра в среде модульного программирования?
3. Техническая реализация цифровых фильтров. Каноническая форма (последовательное программирование). Написать код программы.
4. Техническая реализация цифровых фильтров. Каноническая форма (параллельное программирование). Написать код программы.
5. Для реальной программы, на примере, показать природу ошибок в дискретных (цифровых) САР. Оценить спектральная плотность, дисперсия, среднеквадратическое отклонение ошибки при округлении методом отбрасывания несущественных разрядов.
6. Дать на примере оценка влияния округления цифровой САР на погрешность регулирования. Проиллюстрировать влияние периода квантования.
7. В алгоритме, например, умножения многоразрядных чисел, показать влияние места округления результата в цифровом контуре на погрешность регулирования.
8. Чем определяются границы в поле построения желаемой ЛАЧХ при синтез электропривода следящих электротехнических систем, как робастных?
9. Какие требования при синтез электропривода следящих систем, как робастных, могут войти в противоречие?
10. Определите соотношение программных и аппаратных средств контроллеров при реализации управления двигателями постоянного тока по системе ШИП–Д.

11. Поясните алгоритмы управления вентильными двигателями. Определите соотношение программных и аппаратных средств контроллера, позволяющее определить угловое положение ротора и осуществить коммутацию обмоток двигателя.
12. Разработать алгоритм и техническую реализацию контроллера управления асинхронным маломощным двигателем, без формирования гармонических питающих напряжений.
13. Разработать алгоритм и техническую реализацию контроллера управления асинхронным мощным двигателем, с формированием гармонических питающих напряжений.
14. Разработать алгоритм и техническую реализацию контроллера управления возбуждением синхронного двигателя.

Оценочные средства промежуточной аттестации:

В процессе сдачи экзамена по лекционному курсу студентам задаётся два вопроса из различных разделов из примерного перечня:

1. Применяемые микроконтроллеры для управления движением в электроприводе.
2. Этапы программирования микроконтроллеров под конкретную технологическую задачу.
3. Основные характеристики аппаратной части микроконтроллеров для управления движением в электроприводе
4. Последовательность синтеза цифровых САР электропривода.
5. Преобразование Лапласа для непрерывных и цифровых систем управления электроприводом.
6. Основные свойства Z-преобразования, теорема смещения.
7. Получение Z-форм регуляторов. ПИД регулятор. Рекуррентный и не рекуррентный алгоритм. Методы прямоугольников и трапеций.
8. Получение Z-форм регуляторов. ПИД регулятор. Период квантования. Физическая реализуемость.
9. Получение Z-форм регуляторов. ПИД регулятор.
10. Получение Z-форм регуляторов. И-составляющая регулятора, варианты z-форм.
11. Получение Z-форм регуляторов. Д-составляющая регулятора, варианты z-форм.
12. Алгоритм синтеза цифровых САР. Переход: оператор – z-форма – псевдо оператор – псевдо частота.
13. Область применимости Z-форм. Z-модель экстраполятора.
14. Последовательность анализа цифровой САР контура тока. Метод неопределённых коэффициентов.
15. Последовательность анализа цифровой САР контура тока. Приведение к Z-форме.
16. Последовательность анализа цифровой САР контура тока. Качественный анализ ЛАЧХ систем с разными периодами квантования.
17. Синтез цифровых систем управления. Алгоритм.
18. Техническая реализация цифровых фильтров. Прямая форма.
19. Техническая реализация цифровых фильтров. Каноническая форма.
20. Техническая реализация цифровых фильтров. Каноническая форма (последовательное программирование).
21. Техническая реализация цифровых фильтров. Каноническая форма (параллельное программирование).
22. Природа ошибок в дискретных (цифровых) САР. Спектральная плотность, дисперсия, среднеквадратическое отклонение.
23. Оценка влияния округления цифровой САР на погрешность регулирования. Влияние периода квантования.
24. Влияние места округления результата в цифровом контуре на погрешность регулирования.

25. Синтез следящих систем, как робастных.
26. Построение области желаемой ЛАЧХ с учётом помех различной природы.
27. Контроллер побитного ввода дискретной информации.
28. Контроллер побитного вывода дискретной информации.
29. Основные типы аналого-цифровых преобразователей. Контроллер ввода аналоговой информации с использованием АЦП.
30. Ввод – вывод аналоговой информации с использованием частотно – временного преобразования.
31. Контроллер вывода аналоговой информации с использованием ШИМ (программно - аппаратная реализация контроллера).
32. Контроллер ввода аналоговой информации с использованием частотного преобразования. Метод подсчёта количества импульсов на заданном интервале времени. (Программная реализация контроллера).
33. Контроллер ввода аналоговой информации с использованием частотного преобразования. Метод измерения периода следования импульсов. (Программно – аппаратная реализация контроллера).
34. Контроллеры обслуживания датчиков тока, напряжения и тахогенераторов постоянного тока.
35. Контроллеры обработки сигналов датчиков перемещения. Кодовые датчики перемещения. Контроллер обработки сигналов кодового датчика перемещения (программная реализация контроллера).
36. Импульсные датчики (ИД) перемещения (энкодеры). Контроллер обработки сигналов ИД (технология определения квадранта полюсного деления, программная реализация контроллера).
37. Контроллеры управления шаговыми двигателями. Методы коммутации обмоток ШД. Контроллер пошаговой коммутации обмоток ШД. Контроллер коммутации обмоток ШД с электрическим дроблением шага.
38. Внутришаговое регулирование тока обмоток ШД. Контроллер внутришагового регулирования тока обмоток ШД. (Программная и программно-аппаратная реализация контроллера).
39. Контроллер шагового электропривода.
40. Контроллер ПИД регулятора.
41. Контроллер управления двигателем постоянного тока с однофазным тиристорным преобразователем.
42. Контроллер управления двигателем постоянного тока с реверсивным трёхфазным тиристорным преобразователем.
43. Контроллер управления двигателем постоянного тока с нереверсивным широтно-импульсным преобразователем.
44. Контроллер управления двигателем постоянного тока с реверсивным широтно-импульсным преобразователем.
45. Контроллер ПИД регулятора с заданием интервалов интегрирования и дифференцирования программным путём с помощью системного прерывания.
46. Контроллер управления вентильным двигателем.
47. Контроллер управления вентильно-индукторным двигателем.
48. Контроллер управления асинхронным маломощным двигателем, без формирования гармонических питающих напряжений.
49. Контроллер управления асинхронным мощным двигателем, с формированием гармонических питающих напряжений.
50. Контроллер управления возбуждением синхронного двигателя.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – **экзамен**.

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

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему 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; проявившему 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 практическое задание. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом не принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».
«неудовлетворительно»/ не зачтено	Выставляется обучающемуся, 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»). Как правило, оценка

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
	«неудовлетворительно ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащённая:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: ноутбуком; стационарным проектором.

Учебная аудитория для проведения практических занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащённая:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: ноутбуком; стационарным проектором.

Для проведения занятий лабораторного типа используются специализированные лаборатории: лаборатория Б-107 «Систем микропроцессорного управления», расположенная по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр., д.1, Здание энергетического института (учебно-лабораторный корпус № 2).

Лаборатория оснащена десятью лабораторными стендами с электроприводами, управляемыми контроллерами MICROCHIP .

В основное оборудование лаборатории входят следующая аппаратура, необходимая для проведения лабораторных работ по дисциплине «Микроконтроллеры в электротехнических приложениях»: персональные компьютеры, маломощные электродвигатели (до 100 Вт) постоянного тока и шаговые с возможностью подключения в режиме самокоммутации, демонстрационные платы PICDEM с интерфейсом, обеспечивающим многократное программирование контроллеров и отладку программ. Используется внутрисхемный отладчик ICD2.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащённое:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональным компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;
- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;

- в форме аудиофайла.

для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;

- в форме электронного документа.

для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;

- в форме электронного документа;

- в форме аудиофайла.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература.

1. Тугов, В. В. Проектирование автоматизированных систем управления : учебное пособие / В. В. Тугов, А. И. Сергеев, Н. С. Шаров. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 172 с. — ISBN 978-5-8114-3858-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123695> (дата обращения: 11.04.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Рассадкин, Ю. И. Основы проектирования микропроцессорной техники : учебное пособие / Ю. И. Рассадкин, А. В. Сеницын. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. — 75 с. — ISBN 978-5-7038-4416-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103544> (дата обращения: 01.04.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Гуров, В.В. Архитектура микропроцессоров: учебное пособие / В.В. Гуров. - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2010. - 272 с.: табл., схем. - (Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-9963-0267-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233074>

Дополнительная литература.

1. Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления: Учебное пособие для втузов. – М.: Наука, 1989. – 389 с.

2. Симаков, Г.М. Цифровые устройства и микропроцессоры в автоматизированном электроприводе: учебное пособие / Г.М. Симаков, Ю.В. Панкрац. - Новосибирск: НГТУ, 2013. - 211 с. - ISBN 978-5-7782-2210-6; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228924>

Список авторских методических разработок.

1. Лыготчиков В.В. Линейные и нелинейные САР в упражнениях. Методическая разработка по дисциплине «Теория автоматического управления» (Учебно-методическое издание). Методическая разработка. – Смоленск РИО филиала ФГБУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, 2018. – 104 с.

2. Лыготчиков В.В. Линейные и нелинейные САР на операционных усилителях. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Теория автоматического управления» (Учебно-методическое издание). Методические указания. – Смоленск РИО филиала ФГБУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, 2018. – 56 с.

3. Лыготчиков В.В., Малиновский А.Е. Применение программируемых контроллеров в электромеханических системах. Лабораторный практикум: Учебное пособие по курсу "Программируемые контроллеры". – Смоленск: СФ МЭИ, 2013. – с. 29.
4. Малиновский А.Е., Лыготчиков В.В. Применение микропроцессорной техники в электромеханических системах: Лабор. практикум: Учебн. пособие по курсу «Программируемые контроллеры». – Смоленск: СФМЭИ, 2001. – 61 с.
5. Лыготчиков В.В., Малиновский А.Е. Лабораторный практикум по курсу «Математические основы программирования» - Смоленск: Филиал ГОУ ВПО «МЭИ(ТУ)», 2005.- 59с.
6. Малиновский А.Е., Лыготчиков В.В. Применение программируемых контроллеров в электромеханических системах. Лабор. практикум: Учебн. пособие по курсу "Программируемые контроллеры". – Смоленск: СФ МЭИ, 2013. – 32с.

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

1. Федосов Б.Т. Моделирование. ТАУ. Рудненский индустриальный институт, Рудный, Казахстан, 2002 – 2012. Информационно-справочное издание, обновлено автором 23.09.2012. Режим доступа: <http://www.modelexponenta.ru>.
2. Решение задач по ТОЭ, ОТЦ, Высшей математике, Физике, Программированию...[электронный ресурс]. Курс лекций. Теория автоматического управления. Education Banner Network – Образовательная Сеть. Режим доступа: <http://www.toehelp.ru/>
3. <http://avr.ru/> Сайт о микроконтроллерах AVR.



ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер из- ме- не- 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
	из- ме- нен- ных	за- ме- нен- ных	но- вых	ан- ну- ли- ро- ванн ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10