

Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Магистерская программа «Электроприводы и системы управления
электроприводов»
РПД Б1.В. ДВ. 01. 02 «Вентильно-индукторный электропривод»



**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.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Федулов Александр Сергеевич
Сертификат: 5A022291D0DE01CCADCB2B81371C7969
Действителен: 06.05.2025 - 30.07.2026

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Вентильно-индукторный электропривод

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): **13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

Магистерская программа: **«Электроприводы и системы управления электроприводов»**

Уровень высшего образования: **магистратура**

Нормативный срок обучения: **2 года**

Форма обучения: **очная**

Год набора: **2026**

Смоленск

Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Магистерская программа «Электроприводы и системы управления
электроприводов»
РПД Б1.В. ДВ. 01. 02 «Вентильно-индукторный электропривод»



Программа составлена с учетом ОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного ректором ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Н.Д. Рогалевым 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 физических принципов действия приводов, использования современных методов проектирования вентильно-индукторных электроприводов заданного качества, способов диагностики и улучшения их свойств; освоения технологий настройки и тестирования работы основных узлов дискретного электропривода.

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 Вентильно-индукторный электропривод относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Элементы и схемотехника силовой электроники;

Ознакомительная практика.

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

Частотно-регулируемый электропривод;

Электропривод переменного тока;

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы;

Современные электроприводы для машин переменного тока (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-2. Способен производить анализ компонент и синтез электроприводов и систем управления электроприводов	ПК-2.1 Анализирует компоненты электроприводов и систем управления электроприводов	Знает: терминологию, базовые понятия, элементный (программно-аппаратный) состав оборудования, приёмы математического моделирования; Умеет: формулировать задачу выбора программно-аппаратного состава электропривода с заданными потребительскими свойствами; Владеет: навыками поиска и оптимального подбора элементной базы привода.



	<p>ПК-2.2 Синтезирует компоненты электроприводов и систем управления электроприводов на основе предварительно проведенного анализа</p>	<p>Знает: модификации математического аппарата частотного синтеза систем вентильно-индукторного электропривода; Умеет: доводить качество регулирования привода до установленного заказчиком уровня; Владеет: навыками поэтапной наладки, коррекции, тестирования структур силовой части и системы управления электропривода.</p>
--	--	--

Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	<p>Лекционные занятия:</p> <p>1.1. Введение. Развитие электромеханических преобразователей энергии непрерывного и дискретного действия. Эскиз вентильно-индукторного двигателя (ВИД), особенности конструкции;</p> <p>1.2. ВИД. Требования. Физическая модель. Особенности расчёта магнитной системы, схемы замещения магнитных цепей, приёмы расчётов;</p> <p>1.3. Анализ механизма возникновения момента в ВИД. Анализ магнитных систем, включение их характеристик в алгоритм расчёта момента;</p> <p>1.4. Влияние насыщения на характеристики ВИД. Энергия и коэнергия. Описание магнитных систем ВИД с учётом насыщения;</p> <p>1.5. Расчётная модель ВИД. Уравнения баланса напряжений. Уравнение движения. Линеаризация. Анализ соотношений;</p> <p>1.6. Расчётная модель ВИД. Учёт нелинейности характеристик магнитной системы. Допущения. Область применения модели;</p> <p>1.7. Уравнения динамических характеристик. Исходные уравнения. Линеаризация. Результирующие соотношения. Упрощения при выводе;</p> <p>1.8. Передаточные функции ВИД и вентильно-индукторного привода (ВИП). Анализ характеристических уравнений. Выбор оптимальных параметров;</p> <p>1.9. Структурные решения при синтезе ВИП. Моделирование привода в двигательном и генераторном режиме;</p> <p>1.10. Системы и схемы управления ВИП с разным числом фаз. Влияние числа фаз на схемотехнические решения конвертора. Цель оптимизации схемных решений конверторов;</p> <p>1.11. Энергообмен в различных узлах коммутаторов. Вклад схемотехники в эффективность преобразования электрической энергии в механическую;</p> <p>1.12. Оптимизация энергетических параметров работы инверторов ВИП. Алгоритмические решения;</p> <p>1.13. Оптимизация энергетических параметров работы инверторов ВИП. Схемотехнические решения;</p> <p>1.14. Системы и схемы управления ВИП. Сопоставление различных схем. Примеры интегрального исполнения ВИП, области использования;</p> <p>1.15. ВП. Структура. Особенности. Классификация. Схемотехника и сравнение методов оценки положения ротора. Угол установки датчика.</p> <p>1.16. ВП. Структура. Оценка пульсаций момента. Схемы парной коммутации при однополярном и двухполярном питании;</p> <p>1.17. Методы контроля потокосцепления, резонансные методы, градиентные методы. Использование нейросетей и аппарата нечёткой логики для идентификации положения ротора.</p>
2	<p>Лабораторные работы:</p> <p>2.1. Вентильно-индукторный электропривод. Схемы конверторов;</p> <p>2.2. ВИП с активным формированием тока рабочей фазы;</p> <p>2.3. Вентильно-индукторный электропривод. Информационная часть структуры привода;</p> <p>2.4. Вентильно-индукторный электропривод повышенной степени интеграции.</p>
3	<p>Практические занятия:</p> <p>3.1. Особенности конструкции ВИД и приёмы формирования эквивалентных схем замещения для расчётов магнитной цепи двигателя;</p> <p>3.2. Адаптация моделей к задачам управления, определение аппаратных средств микро-</p>

	<p>контроллера, необходимых для организации коммутации многофазного якоря по заданному алгоритму;</p> <p>3.3. Оптимальное проектирование импульсных систем с учётом нелинейных характеристик магнитопровода. Взаимное влияние особенностей конструкции и характеристик ВИД;</p> <p>3.4. Механические характеристики ВИД. Выводы. Анализ нормированных соотношений;</p> <p>3.5. Влияние схемных решений на характер движения и особенности в управлении ВИП. Переходные процессы коммутации фазы, энергообмен;</p> <p>3.6. Системы и схемы управления ВИД. Логические блоки управления. Блоки повышенной степени интеграции Мостовые коммутаторы. Расчёт и выбор элементов;</p> <p>3.7. Соотношения, положенные в основу выбора элементов коммутатора (основных и вспомогательных), использование приведённых в литературе соотношений и генерация новых для оригинальных решений;</p> <p>3.8. Структура программного обеспечения бездатчиковых систем управления ВИМ.</p>
4	<p>Расчётно-графическая работа:</p> <p>Пункты расчётно-графической работы дополняют темы лабораторных работ, обеспечивая домашнюю подготовку к реализации программно-аппаратных решений:</p> <p>4.1. Блок схема, распределение программно-аппаратных средств контроллера, программное обеспечение контроллера при учёте особенностей схем конверторов;</p> <p>4.2. Блок схема, распределение программно-аппаратных средств контроллера, программное обеспечение контроллера ВИП контроля и формирования формы тока рабочей фазы;</p> <p>4.3. Блок схема, распределение программно-аппаратных средств контроллера, программное обеспечение контроллера ВИП для обработки массива сигналов с датчиков различного типа;</p> <p>4.4. Блок схема, распределение программно-аппаратных средств контроллера, программное обеспечение контроллера ВИП при использовании схем с повышенной степенью интеграции.</p>
5	<p>Самостоятельная работа студентов:</p> <p>5.1. Проработка лекционных теоретических положений с использованием основной и дополнительной литературы, подготовка к практическому занятию, изучение микроконтроллерной техники, интегрированной в стенды лабораторных работ (2.1 – 2.4);</p> <p>5.2. Подготовка к лабораторным работам 2.1. – 2.4 (по бригадам). Изучение методических указаний, подготовка к практическим занятиям (3.1 – 3.3), составление программы для цифрового контура регулирования. Язык программирования – Ассемблер;</p> <p>5.3. Подготовка к лабораторным работам 2.1. – 2.4(по бригадам). Изучение методических указаний, составление программы для цифрового контура регулирования. Язык программирования – Ассемблер, подготовка к практическим занятиям 3.4 -3.5;</p> <p>5.4. Подготовка к лабораторным работам 2.1. – 2.4 (по бригадам). Изучение методических указаний, составление программы для цифрового контура регулирования. Язык программирования – Ассемблер, подготовка к практическим занятиям 3.6 – 3.7;</p> <p>5.5. Подготовка к лабораторным работам 2.1. – 2.4 (по бригадам). Изучение методических указаний, составление программы для цифрового контура регулирования. Язык программирования – Ассемблер, подготовка к практическому занятию 3.8.</p>

Текущий контроль: защита каждой из лабораторных работ (по расписанию после выполнения пунктов 2.1-2.4).

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	Лабораторная работа	Технология выполнения лабораторных заданий в малой группе (в бригаде); Игровые технологии: деловые игры; Технология проблемного обучения на основе анализа результатов лабораторной работы: индивидуальный опрос, собеседование в малой группе (бригаде).
4	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине)
5	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:

Примерный перечень вопросов для первого этапа текущего контроля:

1. Чем определяется число силовых ключей коммутатора ВИД?
2. Как работает датчик момента?
3. Какие законы коммутации можно реализовать на стенде?
4. В чём принцип адаптивного управления ВИД?
5. Введение. Принцип управления ВИМ. Модуляция электромагнитной проводимости. Природа момента.
6. Зависимость эквивалентной магнитной проводимости фазы от положения ротора.
7. Эквивалентная цепь коммутации фазы, расчёт электромагнитного момента ВИМ.
8. Конфигурация ВИМ. Конструкция ротора. Однофазные ВИМ.
9. Линейные ВИМ. Принцип управления. Схемы возбуждения. Усилие.
10. Аналитические методы расчёта поля в активной зоне ВИМ. Эквивалентны магнитные цепи. Расчёт потока, ЭДС, комплексного сопротивления. Статика, динамика.
11. Вопросы проектирования ВИМ. Определение основных размеров, параметров.
12. Определение полюсности и оптимальных значений фазных токов. Влияние углов коммутации.
13. Особенности расчёта магнитных цепей линейных ВИМ.
14. Основы устройства и работы ВИМ. Соотношения для линейной модели.
15. Виды коммутации. Классификация. Связь с технологией.
16. Физическая модель ВИМ. Энергия - коэнергия. Физические основы работы ВИМ.
17. Характеристики ВИМ, выбор, согласование с конвертером.
18. Программная реализация алгоритмов управления током. Реализация алгоритма на микроконтроллере.
19. Программная реализация алгоритмов управления частотой вращения. Реализация алгоритма на микроконтроллере.
20. Механические характеристики ВИМ. Анализ нормированных соотношений.

Примерный перечень вопросов для второго этапа текущего контроля:

1. С какой целью используются в схемах управления ВИД элементы с повышенной степенью интеграции?
2. На каких выводах устройств управления (при использовании управляемого регулятора тока) присутствуют сигналы с широтно-импульсной модуляцией, а на каких сигналы с переменной амплитудой?
3. Как двумя компараторами осуществляется управление токами в четырёх обмотках?
4. В чём заключается принцип работы вентильно-индукторной машины?
5. Расчёт усилия, развиваемого линейным ВИМ.
6. Конверторы для ВИП. Классификация. Ассиметричный ключ. Возможные алгоритмы управления.
7. Выбор основных и вспомогательных элементов ассиметричного ключа конвертора.
8. Топология конверторов с ассиметричным ключом.
9. Организация энергообмена при коммутации ключа (snabber).
10. Конверторы ВИП с одним силовым ключом на фазу. Выбор элементов.
11. Конверторы с уменьшенным количеством силовых ключей на фазу. Выбор элементов.
12. Конверторы для ВИМ с бифилярными обмотками и уменьшенным количеством силовых ключей на фазу. Выбор элементов.
13. Конверторы с конденсаторным сбросом. Этапы коммутации элементов структуры.

14. Механические характеристики ВИМ. Анализ. Влияние схемных решений.
15. Согласование элементов различного типа со входом контроллера DSP. Интерфейсы: 5В TTL -> 3,3В DSP CMOS; 5В CMOS -> 3,3В DSP CMOS; Открытый коллектор -> 3,3В DSP CMOS (рисунок).
16. Согласование контроллера DSP с нагрузками различного типа. Подключение датчик - ЦАП. Интерфейсы: 3,3В DSP CMOS -> 5В TTL; 3,3В DSP CMOS -> 5В CMOS; 3,3В DSP CMOS -> Биполярный транзистор; 3,3В DSP CMOS -> MOSFET; Датчик-> 3,3В DSP CMOS (рисунок).
17. Силовые ключи на базе IGBT и MOSFET. Особенности, выбор.
18. Силовые ключи на базе IGBT и MOSFET. Драйверы.
19. Системы и схемы управления ВИМ. Логические блоки управления. Блоки повышенной степени интеграции
20. Системы и схемы управления ВИМ. Логические блоки. Схемы подключения к конвертору.

Примерный перечень вопросов для третьего этапа текущего контроля:

1. Как работает цифровой регулятор скорости?
2. Каков принцип работы коммутатора, выполненного на базе мультиплексора?
3. Каков принцип работы датчиков, используемых в системе регулирования скорости привода гибкого магнитного диска ПК?
4. Как работает цифровой индикатор частоты вращения ротора ВД?
5. Конверторы с обратным сбросом энергии в цепь постоянного тока. Сравнительный анализ схемных решений.
6. ВИМ в генераторном режиме. Конвертор, обеспечивающий передачу энергии с вала ВИМ в сеть.
7. Принцип управления ВИП. Задача регулирования скорости. Структура, передаточная функция.
8. Принцип управления ВИП. Задача регулирования тока. Структура, передаточная функция.
9. Принцип управления ВИП. Линеаризация, выбор параметров регуляторов.
10. Принцип управления ВИП. Управление моментом. Алгоритмы, цели управления.
11. Принцип управления ВИП. Моделирование. Природа акустического шума. Снижение параметра.
12. Принцип управления ВИП. Бездатчиковое управление. Структура. Варианты.
13. Принцип управления ВИП. Нейрорегуляторы, использование нечёткой логики.
14. ВИП. Область применения. Достоинства, недостатки.
15. Конвертор в ВИП. Связь схемотехнического решения с числом фаз якоря.
16. Конвертор в ВИП. Расчет и выбор элементов.
17. Регулирование тока в ВИП. Выбор количества регуляторов. Временные диаграммы. Анализ быстродействия схем.
18. ВИП. Схема с потенциальным датчиком положения. Угол установки датчика. Оценка пульсаций момента.
19. Основы теории ВИМ. Статические характеристики. Переход к относительным величинам. Пусковой момент и скорость холостого хода.
20. Основы теории ВИМ. Степень нелинейности статической характеристики.
21. Основы теории ВИМ. Угол опережения. Установка. Способы управления.

*- (рисунок) – это иллюстрация вопроса, дополнение к билету. Выдаётся студенту на экзамене вместе с билетом

Оценочные средства промежуточной аттестации:

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

Первый вопрос в экзаменационном билете студента – вопрос по лекционному материалу (вопр. 1-28). Второй вопрос – близкий к разбираемым на практических занятиях (вопр. 29-49).

1. Введение. Принцип управления ВИМ. Модуляция электромагнитной проводимости. Природа момента.
2. Зависимость эквивалентной магнитной проводимости фазы от положения ротора.
3. Эквивалентная цепь коммутации фазы, расчёт электромагнитного момента ВИМ.
4. Конфигурация ВИМ. Конструкция ротора. Однофазные ВИМ.
5. Линейные ВИМ. Принцип управления. Схемы возбуждения. Усилие.
6. Аналитические методы расчёта поля в активной зоне ВИМ. Эквивалентны магнитные цепи. Расчёт потока, ЭДС, комплексного сопротивления. Статика, динамика.
7. Вопросы проектирования ВИМ. Определение основных размеров, параметров.
8. Определение полюсности и оптимальных значений фазных токов. Влияние углов коммутации.
9. Особенности расчёта магнитных цепей линейных ВИМ.
10. Расчёт усилия, развиваемого линейным ВИМ.
11. Конверторы для ВИП. Классификация. Ассиметричный ключ. Возможные алгоритмы управления.
12. Выбор основных и вспомогательных элементов ассиметричного ключа конвертора.
13. Топология конверторов с ассиметричным ключом.
14. Организация энергообмена при коммутации ключа (snubber).
15. Конверторы ВИП с одним силовым ключом на фазу. Выбор элементов.
16. Конверторы с уменьшенным количеством силовых ключей на фазу. Выбор элементов.
17. Конверторы для ВИМ с бифилярными обмотками и уменьшенным количеством силовых ключей на фазу. Выбор элементов.
18. Конверторы с конденсаторным сбросом. Этапы коммутации элементов структуры. Варианты схемных решений. Выбор элементов.
19. Конверторы с обратным сбросом энергии в цепь постоянного тока. Сравнительный анализ схемных решений.
20. ВИМ в генераторном режиме. Конвертор, обеспечивающий передачу энергии с вала ВИМ в сеть.
21. Принцип управления ВИП. Задача регулирования скорости. Структура, передаточная функция.
22. Принцип управления ВИП. Задача регулирования тока. Структура, передаточная функция.
23. Принцип управления ВИП. Линеаризация, выбор параметров регуляторов.
24. Принцип управления ВИП. Управление моментом. Алгоритмы, цели управления.
25. Принцип управления ВИП. Моделирование. Природа акустического шума. Снижение параметра.
26. Принцип управления ВИП. Бездатчиковое управление. Структура. Варианты.
27. Принцип управления ВИП. Нейрорегуляторы, использование нечёткой логики.
28. ВИП. Область применения. Достоинства, недостатки.
29. Основы устройства и работы ВИМ. Соотношения для линейной модели.
30. Виды коммутации. Классификация. Связь с технологией.
31. Физическая модель ВИМ. Энергия - коэнергия. Физические основы работы ВИМ.

- 32 Характеристики ВИМ, выбор, согласование с конвертером.
- 33 Программная реализация алгоритмов управления током. Реализация алгоритма на микроконтроллере.
- 34 Программная реализация алгоритмов управления частотой вращения. Реализация алгоритма на микроконтроллере.
- 35 Механические характеристики ВИМ. Анализ нормированных соотношений.
- 36 Механические характеристики ВИМ. Анализ. Влияние схемных решений.
- 37 Согласование элементов различного типа со входом контроллера DSP. Интерфейсы: 5В TTL -> 3,3В DSP CMOS; 5В CMOS -> 3,3В DSP CMOS; Открытый коллектор -> 3,3В DSP CMOS (рисунок).
- 38 Согласование контроллера DSP с нагрузками различного типа. Подключение датчик -ЦАП. Интерфейсы: 3,3В DSP CMOS -> 5В TTL; 3,3В DSP CMOS -> 5В CMOS; 3,3В DSP CMOS -> Биполярный транзистор; 3,3В DSP CMOS -> MOSFET; Датчик-> 3,3В DSP CMOS (рисунок).
- 39 Силовые ключи на базе IGBT и MOSFET. Особенности, выбор.
- 40 Силовые ключи на базе IGBT и MOSFET. Драйвера (рисунок).
- 41 Системы и схемы управления ВИМ. Логические блоки управления. Блоки повышенной степени интеграции
- 42 Системы и схемы управления ВИМ. Логические блоки. Схемы подключения к конвертору.
- 43 Конвертор в ВИП. Связь схемотехнического решения с числом фаз якоря.
- 44 Конвертор в ВИП. Расчет и выбор элементов.
- 45 Регулирование тока в ВИП. Выбор количества регуляторов. Временные диаграммы. Анализ быстродействия схем.
- 46 ВИП. Схема с потенциальным датчиком положения. Угол установки датчика. Оценка пульсаций момента.
- 47 Основы теории ВИМ. Статические характеристики. Переход к относительным величинам. Пусковой момент и скорость холостого хода.
- 48 Основы теории ВИМ. Степень нелинейности статической характеристики.
- 49 Основы теории ВИМ. Угол опережения. Установка. Способы управления.

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

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
	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 «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-111 «Системы управления электроприводов», расположенная по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр., д.1, Здание энергетического института (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 «Вентильно-индукторный электропривод»: персональные компьютеры, маломощные электродвигатели (250 - 370 Вт) вентильные и шаговые с возможностью подключения в режиме самокоммутации, блоки логических элементов в составе достаточном для выполнения индивидуальных заданий (серия К555), демонстрационные платы PICDEM с интерфейсом, обеспечивающим многократное программирование контроллеров и отладку программ. Используется внутрисхемный отладчик ICD2. В стенды для программирования контроллеров встроены три ПК.

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

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными 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. Анучин А.С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – 373 с.
2. Электротехнический справочник. В 4-х т. /Под общ. ред. В.Г.Герасимова и др. - 10-е изд. - М.: Издательский дом МЭИ, Тт. 1, 4, 2007, 2009.

Дополнительная литература.

1. Фурсов, В. Б. Моделирование электропривода : учебное пособие / В. Б. Фурсов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 220 с. — ISBN 978-5-8114-3566-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/121467> (дата обращения: 01.04.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Список авторских методических разработок.

1. Лыготчиков В.В. Лабораторный практикум по курсу «Электропривод с вентильными и шаговыми двигателями»: учебно-практическое издание / В.В. Лыготчиков, А.Е. Малиновский. - Смоленск: РИО филиала ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г.Смоленске, 2009. – 63с.
2. Малиновский А.Е. Лыготчиков В.В. Применение микропроцессорной техники в электро-механических системах. - Смоленск: СФ МЭИ, 2001. - 61с.
3. Лыготчиков В.В., Малиновский А.Е. Микропроцессорные средства управления. - Смоленск: Филиал ГОУВПО «МЭИ(ТУ)», 2005. - 73с.
4. В.В. Лыготчиков, комплект лекций по дисциплине «Электропривод с вентильными и шаговыми двигателями» в формате сканированной мультимедийной презентации, расположен на кафедральных ресурсах (библиотека института, 2 этаж, административный корпус).



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