

Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Магистерская программа «Электроприводы и системы управления
электроприводов»
РПД Б1.В.ДВ.02.01 «Частотно-регулируемый 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

Частотно-регулируемый 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.02.01 «Частотно-регулируемый электропривод»



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

к.т.н., доцент В.В. Рожков
ФИО

« 24 » февраля 2026 г.

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

Зам. заведующего кафедрой «Электромеханические системы»:

подпись

к.т.н., доцент В.А. Чернов
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 при проектировании частотно-регулируемых электроприводов.

Задачи: изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач, касающихся проектирования частотно-регулируемых электроприводов:

- определение рационального математического аппарата для анализа частотно-регулируемых электроприводов;
- анализа силовых схем;
- расчета и анализа статических характеристик;
- определения вариантов построения замкнутых систем;
- моделирования динамических режимов работы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Частотно-регулируемый электропривод» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

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

- Элементы и схемотехника силовой электроники;
- Ознакомительная практика.

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

- Электропривод с вентильными и шаговыми двигателями
или Вентильно-индукторный электропривод;

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Факультативные дисциплины, для которых полезны знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

- 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	ПК-2.1 Анализирует компоненты электроприводов и систем управления электроприводов	Знает: состав компонентов частотно-регулируемого электропривода: топологию силовых частей; структуру систем управления Умеет: анализировать достоинства и

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
электроприводов		<p>недостатки силовых схем и применяющихся решений для систем управления частотно-регулируемого электропривода</p> <p>Владеет: методами анализа статических характеристик и динамических свойств систем скалярного и векторного управления частотно-регулируемого электропривода</p>
	<p>ПК-2.2 Синтезирует компоненты электроприводов и систем управления электроприводов на основе предварительно проведенного анализа</p>	<p>Знает: необходимый для проектирования системы управления частотно-регулируемым электроприводом состав схемы автоматического управления им</p> <p>Умеет: осуществлять оценку параметров регуляторов для синтеза схемы автоматического управления частотно-регулируемого электропривода</p> <p>Владеет: навыками синтеза систем управления частотно-регулируемого электроприводами с использованием аналитических средств и средств компьютерного моделирования</p>



4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Структура дисциплины:

№	Индекс	Наименование	Семестр 3										Семестр 4										Итого за курс										Каф.	Семестры							
			Контроль	Академических часов								з.е.	Неделя	Контроль	Академических часов								з.е.	Неделя																	
				Всего	Кон такт.	Лек	Лаб	Пр	КРП	СР	Конт роль				Всего	Кон такт.	Лек	Лаб	Пр	КРП	СР	Конт роль																			
2	Б1.В.ДВ.02.01	Частотно-регулируемый электропривод	Эк	180	50	34		16		85	45	5																	Эк	180	50	34		16		85	45	5		13	3

ОБОЗНАЧЕНИЯ:

Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз - экзамен;

ЗаО - зачет с оценкой;

За – зачет;

Виды работ:

Контакт. – контактная работа обучающихся с преподавателем;

Лек. – лекционные занятия;

Лаб.– лабораторные работы;

Пр. – практические занятия;

КРП – курсовая работа (курсовой проект);

РГР – расчетно-графическая работа (реферат);

СР – самостоятельная работа студентов;

з.е.– объем дисциплины в зачетных единицах.

Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	<p>Лекционные занятия:</p> <ol style="list-style-type: none">1.1. Обзор основных вариантов промышленной реализации частотно-регулируемых электроприводов. Основные фирмы-производители частотных преобразователей. Основные функциональные устройства преобразователей для частотного электропривода: выпрямители, инверторы.1.2. Схемы силовых частей преобразователей. Схема «трехфазный неуправляемый выпрямитель – звено постоянного тока – трехфазный автономный инвертор напряжения».1.3. Преобразователь частоты на основе автономного инвертора тока (АИТ). Преобразователь на основе АИТ на современных коммутирующих элементах.1.4. Схемы силовых частей высоковольтных преобразователей частоты (реализации и особенности).1.5. Основные методы управления ключами автономного инвертора напряжения (АИН): разомкнутая широтно-импульсная модуляция (ШИМ), замкнутая ШИМ, ШИМ в комбинации с амплитудно-импульсной модуляцией, многоуровневая ШИМ.1.6. Скалярное управление: управление в разомкнутой системе; управление в замкнутой системе: с коррекцией (или компенсацией) скольжения; двухконтурная система с регуляторами скорости и момента.1.7. Особенности векторного управления (Vector Control-VC). Векторная диаграмма переменных асинхронной машины при ориентации системы координат по потокосцеплению ротора. Разновидность векторного принципа управления – прямое управление моментом (Direct Torque Control – DTC).1.8. Управление преобразователями по схеме «Управляемый выпрямитель – автономный инвертор тока».1.9. Управление преобразователями по схеме «Неуправляемый выпрямитель - автономный инвертор напряжения» с коммутацией силовых ключей на частоте выходной сети инвертора.1.10. Особенности управления трехуровневым автономным инвертором напряжения с нейтральной точкой.1.11. Особенности синтеза двухконтурной системы подчиненного регулирования для двухканальных автономных инверторов напряжения с широтно-импульсной модуляцией.1.12. Цифровые векторные (симплексные) алгоритмы управления автономным инвертором напряжения.1.13. Формирование аппаратной ШИМ. Формирование симметричной синусоидальной ШИМ цифровым способом. Цифровые векторные (симплексные) ШИМ. Программная реализация.1.14. Принципы расчета статических характеристик частотно-регулируемого электропривода при стабилизации различных потокосцеплений в соответствии со схемой замещения частотно-регулируемого асинхронного электропривода.1.15. Многоуровневые схемы преобразователей частоты. Высоковольтные варианты ча-

	<p>стотно-регулируемых электроприводов. Целесообразность использования многоуровневых схем ПЧ. Многоуровневые АИН. Компромиссный четырехуровневый вариант</p> <p>1.16. Алгоритмы управления четырехуровневым АИН с фиксирующими диодами. Определение принадлежности желаемого вектора управления конкретному симплексу. Формирование необходимых уравнений для относительных длительностей действия каждого из трех управляющих векторов. Получаемые преимущества многоуровневых АИН в сравнении с двухуровневым прототипом.</p> <p>1.17. Варианты практических решений частотно-регулируемых электроприводов. Анализ и моделирование.</p>
2	<p>Практические занятия:</p> <p>2.1. Компьютерное моделирование вариантов частотно-регулируемых электроприводов (ЧРП). Вводное практическое занятие.</p> <p>2.2. Расчет параметров схемы замещения асинхронного двигателя по его основным паспортным параметрам. Проверка расчетов средствами моделирования.</p> <p>2.3. Моделирование элементов ЧРП – генератора $Uf=const$. Моделирование одноканальной ШИМ.</p> <p>2.4. Моделирование многоканальной ШИМ.</p> <p>2.5. Моделирование частотного пуска ЧРП с силовой схемой «трехфазный неуправляемый выпрямитель – звено постоянного тока – трехфазный автономный инвертор напряжения».</p> <p>2.6. Моделирование скалярной системы управления силовой схемой «трехфазный неуправляемый выпрямитель – звено постоянного тока – трехфазный автономный инвертор напряжения».</p> <p>2.7. Моделирование векторной системы управления с косвенной ориентацией по полю ротора асинхронного двигателя и силовой схемой «трехфазный неуправляемый выпрямитель – звено постоянного тока – трехфазный автономный инвертор напряжения».</p> <p>2.8. Моделирование векторной системы управления с прямой ориентацией по полю ротора асинхронного двигателя и силовой схемой «трехфазный неуправляемый выпрямитель – звено постоянного тока – трехфазный автономный инвертор напряжения».</p>
3	<p>Самостоятельная работа студентов:</p> <p>3.1. Подготовка к контрольным опросам на практических занятиях.</p> <p>3.2. Подготовка к экзамену по дисциплине (оценочные материалы приведены в разделе 6 настоящей РПД).</p>

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	Лекции	Классическая (традиционная, информационная) лекция в формате мультимедийных презентаций

2	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений
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

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:

Примеры вопросов к контрольному опросу на 4-м практическом занятии:

1. Назовите виды схем замещения асинхронного двигателя. Что собой представляет схема замещения?
2. Нарисуйте схему замещения асинхронного двигателя и обозначьте входящие в нее параметры.
3. К какому режиму работы двигателя относятся параметры, приведенные в каталогах по асинхронным машинам.
4. Назовите методики расчета параметров схемы замещения частотно-регулируемого асинхронного двигателя.
5. Как можно проверить правильность расчета параметров схемы замещения?
6. Какие расчетные параметры требуется варьировать при затянутом пуске асинхронного двигателя?
7. Какие расчетные параметры требуется варьировать при недостаточном динамическом моменте?
8. Какую группу показателей при моделировании Вы оцениваете, что удостовериться в корректности расчетов параметров схемы замещения?

Примеры вопросов к контрольному опросу на 8-м практическом занятии:

1. Что собой представляют блоки фазных и координатных преобразований $abc \rightarrow \alpha\beta$; $\alpha\beta \rightarrow dq$ $\rightarrow xy$?
2. Охарактеризуйте результаты моделирования при прямом пуске асинхронного двигателя и при частотном пуске.
3. Назовите основные компоненты скалярной системы управления для частотно-регулируемого электропривода.
4. Назовите основные компоненты векторной системы управления для частотно-регулируемого электропривода.
5. Для чего служит блок компенсации в «классической» векторной системе управле-

ния?

6. Как выделяется информация о модуле потокосцепления ротора асинхронного двигателя при расчете и моделировании?
7. В чем принципиальное отличие векторных систем с прямой и косвенной ориентацией по полю двигателя?
8. Для чего необходима IR-компенсация?
9. В каких системах координат можно строить модель асинхронного электродвигателя?
10. Как рассчитываются параметры регулятора скорости (потокосцепления, составляющих тока статора) при настройке системы регулирования на «модульный оптимум».

Оценочные средства для промежуточной аттестации:

Примеры вопросов к экзамену по дисциплине:

Первый вопрос в экзаменационном билете студента – вопрос по лекционном материалу (вопр.1-25). Второй вопрос – задача на тему, близкую к разбираемым на практических занятиях (вопр.26-44).

1. Идеи регулирования координат асинхронного (синхронного) электропривода частотным способом.
2. Основные функциональные устройства преобразователей частоты (выпрямители, инверторы).
3. Примеры схем силовых частей преобразователей частоты (ПЧ).
4. Характеристика скалярного управления ПЧ.
5. Характеристика и особенности векторного управления ПЧ. Математическая основа. Общая структура.
6. Характеристика и особенности прямого управления моментом асинхронного двигателя (АД). Математическая основа. Принципы.
7. Системы прямого управления моментом АД. Диаграмма переключений вектора потокосцепления статора и вектора момента. Секторы для формирования вектора управления.
8. Системы прямого управления моментом АД. Оптимальные переключения. Таблица. Результирующая структура системы прямого управления моментом.
9. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ). Формирование. Виды ШИМ.
10. Формирование синусоидальной ШИМ цифровым способом. Представление мостового инвертора тремя двухпозиционными ключами. Диаграммы формирования команд состояния ключей инвертора.
11. Формирование синусоидальной ШИМ цифровым способом. Симплексные методы управления автономным инвертором напряжения (АИН).
12. Математическое описание АД при частотном управлении. Уравнения АД для мгновенных значений переменных.
13. Механические характеристики АД при частотном управлении. Схема замещения АД для статического режима.
14. Механические характеристики АД при частотном управлении. Векторные диаграммы АД при питании от источника напряжения и источника тока.
15. Механические характеристики АД при частотном управлении. Система с регулированием напряжения (стабилизация потокосцепления ротора).
16. Механические характеристики АД при частотном управлении. Система с регулированием напряжения (стабилизация потокосцепления статора).
17. Механические характеристики АД при частотном управлении. Система с регулированием напряжения (стабилизация потокосцепления намагничивания).

18. Механические характеристики АД при частотном управлении. Система с регулированием напряжения и IR-компенсацией.
19. Частотное управление в замкнутых системах асинхронного электропривода. Системы с линейной и нелинейной IR-компенсацией.
20. Частотное управление в замкнутых системах асинхронного электропривода. Системы с косвенной ориентацией по полю АД. Примеры.
21. Частотное управление в замкнутых системах асинхронного электропривода. Системы с прямой ориентацией по полю АД. Примеры.
22. Многоуровневые варианты ПЧ. Виды многоуровневых АИН. Способы управления.
23. Многоуровневые варианты ПЧ. Алгоритмы управления четырехуровневым автономным инвертором напряжения (АИН) с фиксирующими диодами. Обобщенный вектор управления.
24. Многоуровневые варианты ПЧ. Алгоритмы управления четырехуровневым АИН с фиксирующими диодами. Алгоритмы управления четырехуровневым АИН с фиксирующими диодами. Цифровые алгоритмы управления.
25. Многоуровневые варианты ПЧ. Алгоритмы управления четырехуровневым АИН с фиксирующими диодами. Формирование необходимых уравнений для относительных длительностей действия каждого из трех управляющих векторов.
26. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Система скалярного ЧРП с моделью АД в ортогональных неподвижных осях
27. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Система скалярного ЧРП с контурами скорости и положения и моделью АД в ортогональных неподвижных осях
28. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Система с частотно-токовым векторным управлением с косвенной ориентацией по полю и регуляторами токов, выполненными в неподвижных осях
29. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Исследование спектра фазных, линейных напряжений и токов в системе частотно-токового векторного управления АД с прямой ориентацией по вектору с регуляторами токов, выполненными во вращающихся осях.
30. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Система векторного ЧРП с моделью АД в ортогональных неподвижных осях
31. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Система скалярного ЧРП с моделью АД в ортогональных осях, вращающихся синхронно с полем
32. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Блок релейной замкнутой ШИМ, управляющий мостовым IGBT-инвертором с активно-индуктивной нагрузкой.
33. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Система скалярного ЧРП с моделью АД в реальной трехфазной системе.
34. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Система векторного ЧРП с моделью АД в реальной трехфазной системе.
35. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Система скалярного ЧРП с АД в ортогональных неподвижных осях и IR-компенсацией.
36. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Система скалярного ЧРП с АД в ортогональных неподвижных осях и нелинейной IR-компенсацией.
37. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Позиционная система на основе частотно-регулируемого привода с векторным управлением, обеспечивающая «дотягивание» рабочего органа механизма при нахождении его в зоне точной остановки.
38. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Система с частотно-токовым векторным управлением с косвенной ориентацией по полю и регуляторами токов, выполненными в осях, вращающихся синхронно с полем.
39. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Система скалярного частотно-токового

управления модулем тока статора.

40. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Система частотно-токового векторного управления АД с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора с регуляторами токов, выполненными во вращающихся осях.

41. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Система частотно-токового векторного управления АД с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора с прямым управлением моментом АД

42. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Система частотно-токового векторного управления АД с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора с прямым управлением моментом АД

43. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Следящая система на основе частотно-регулируемого привода с векторным управлением с обработкой сигнала генератора траектории.

44. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Система векторного ЧРП с моделью АД в ортогональных осях, вращающихся синхронно с полем.

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 выставляется 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 непринципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».
«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

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
(удовлетворительно)»/ «зачтено»	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 выставляется 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

Для лекций и практических занятий:

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

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором.

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

- 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. Чернышев, А.Ю. Электропривод переменного тока: учебное пособие / А.Ю. Чернышев, Ю.Н. Дементьев, И.А. Чернышев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 2-е изд. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015. – 210 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442089> (дата обращения: 12.02.2018). – Библиогр. в кн. – Текст: электронный.

2. Данилов, П.Е. Теория электропривода: учебное пособие / П.Е. Данилов, В.А. Барышников, В.В. Рожков; Национальный исследовательский университет “МЭИ” в г. Смоленске. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2018. – 416 с.: ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480141> (дата обращения: 10.02.2018). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-9457-2. – DOI 10.23681/480141. – Текст: электронный.

Дополнительная литература.

1. Асинхронный частотно-регулируемый электропривод типовых производственных механизмов: учебное пособие / Ю. Н. Дементьев, В. М. Завьялов, Н. В. Кояин, Л. С. Удут. — Томск: ТПУ, 2017. — 404 с. — ISBN 978-5-4387-0774-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106737> (дата обращения: 12.02.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Данилов П.Е., Крутиков К.К., Рожков В.В. Управление частотно-регулируемым электроприводом. Конспект лекций [Текст] / П.Е. Данилов, К.К. Крутиков, В.В. Рожков .— [2-е изд., испр.] .— Смоленск : РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2012 .— 98,[1] с.

Список авторских методических разработок.

1. В.В. Рожков. Комплект мультимедийных методических материалов к изучению дисциплины «Частотно-регулируемый электропривод» (расположен в ЭИОС филиала и передается обучающимся на 1-й лекции для подготовки к занятиям и самостоятельного изучения дисциплины).



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